

Scan

**การพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน
(เล่ม 1)**

นายอุทัย สุมามาลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2553

**Development of Experience-based Instructional Packages in Programming and
Controlling Electricity Subject on Electrical Motor Control with
Programmable Controller for Certificate Students
in Nan Provincial Vocational Education
(Volume I)**

Mr. Uthai Sumamal

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2010

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพอาชีวศึกษา จังหวัดน่าน

ชื่อและนามสกุล นายอุทัย สุมามาลย์

แขนงวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

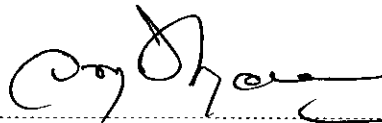
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา ทวีกุลทรัพย์
2. รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษย์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2553

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



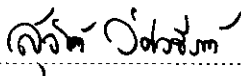
..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. นิคม ทาแดง)



..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา ทวีกุลทรัพย์)



..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษย์)



..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิสวธีรานนท์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน

ผู้วิจัย นายอุทัย สุมาบาลย์ รหัสนักศึกษา 2522700901 ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2) รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษย์ **ปีการศึกษา** 2553

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ (3) ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 28 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 3 หน่วยประสบการณ์ คือ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ และหน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า (2) แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์แบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การหาประสิทธิภาพด้วยค่า E_1/E_2 การทดสอบค่าที ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ มีประสิทธิภาพ 81.05/80.53, 82.34/81.58 และ 80.12/80.00 ตามลำดับ เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 (2) นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักศึกษามีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ในระดับเห็นด้วยมาก

คำสำคัญ ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

Thesis title: Development of Experience-based Instructional Packages in Programming and Controlling Electricity Subject on Electrical Motor Control with Programmable Controller for Certificate Students in Nan Provincial Vocational Education

Researcher: Mr. Uthai Sumamal; **ID:** 2522700901; **Degree:** Master of Education (Educational Technology and Communications); **Thesis advisors:** (1) Dr. Wasana Taweekulasap, Associate Professor; (2) Dr. Thaveesak Jindanulak; Associate Professor; **Academic year;** 2010

Abstract

The purposes of this study were three-fold; (1) to develop a set of experience-based instructional packages in Programming and controlling electricity Subject on Electrical motor control with programmable controller for Certificate Students in Nan Provincial Vocational Education on the 80/80 efficiency criterion; (2) to study the learning progress of electrical certificate students learning from the experience-based instructional packages; and (3) to study the opinion of the electrical certificate students on the quality of experience-based instructional packages.

The research sample were electrical certificate students of Program in Nan Technical College comprised 28 the third year students studying in the second semester of the 2009 academic year using the cluster random sampling technique. Research instrument comprise (1) three units of experience-based instructional packages in Programming and controlling electricity Subject on Electrical motor control with programmable controller, namely, Unit 9: One Electrical motor controller; Unit 10: Electrical motor controller by sequential control; and Unit 11: three phase electrical motor controller by reduce starting current; (2) two parallel forms of an achievement test for Pre-testing and Post-testing; and (3) a questionnaire asking the students opinion on the experience-based instructional packages. Statistics for data analysis were E_1/E_2 efficiency index, t -test, mean, and standard deviation.

Research findings showed that (1) the three units of experience-based instructional packages were efficient at 81.05/80.53; 82.34/81.58; and 80.12/80.00 respectively; thus meeting the set efficiency criterion of 80/80; (2) the learning progress of the students learning from the experience-based instructional packages was significantly increased at the .05 level; and (3) the opinion of the students on the quality of the experience-based instructional packages was at the "mostly agreeable" level.

Keywords: Experience-based instructional packages, Electrical motor controller, Programmable controller

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก
รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา ทวีกุลทรัพย์ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ ที่เป็น
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ ติดตาม และตรวจสอบการทำวิทยานิพนธ์
ตั้งแต่เริ่มต้นจนเรียบร้อยเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความเมตตาและกรุณาเป็นอย่างสูง
ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์
โกศล โอฬารไพโรจน์ อาจารย์วาทินี บุญยะไวโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถาวร ฝั้นชมภู
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จีรรัตน์ สุวรรณ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ขอขอบคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ
อนุเคราะห์สถานที่ และนักศึกษาในการทดลองเครื่องมือวิจัย และขอขอบคุณเพื่อนครูแผนกวิชา
ช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการทำงาน

ขอขอบพระคุณคุณพ่อปิ่น คุณแม่บุญปิ่น สุมามาลย์ ที่เป็นแรงบันดาลใจให้เกิด
ความเพียรพยายาม กำลังใจที่ดีที่สุดที่ได้รับจากนายอภิรักษ์ สุมามาลย์ อาจารย์เอมอร สุมามาลย์
ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันเกิดจากรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่อง
บูชาพระคุณ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณและครูอาจารย์ทุกท่าน

อุทัย สุมามาลย์

สิงหาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	8
ขอบเขตการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	12
ชุดการสอน.....	12
การสอนแบบอิงประสบการณ์.....	20
ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์.....	42
สื่อการสอนแบบอิงประสบการณ์.....	48
การทดสอบประสิทธิภาพ.....	62
การเรียนการสอนวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า.....	66
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	73
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	74
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	74
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	76
การรวบรวมข้อมูล.....	116
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	120

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	123
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพ ของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์.....	123
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา.....	130
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษา.....	131
บทที่ 5 ดัชนีแบบชิ้นงาน.....	135
ภาคที่ 1 บทนำ.....	136
คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (สำหรับผู้สอน).....	137
ภาคที่ 2 รายละเอียดประสบการณ์.....	149
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว.....	150
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ..	314
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า.....	478
ภาคที่ 3 คู่มือเผชิญประสบการณ์ (สำหรับนักศึกษา).....	647
บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	797
สรุปการวิจัย.....	797
อภิปรายผล.....	800
ข้อเสนอแนะ.....	806
บรรณานุกรม.....	809
ภาคผนวก.....	816
ก. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	817
ข. แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	819
ค. ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	827
ง. ตารางค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง ของ แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์.....	834
จ. แบบสอบถามความคิดเห็นนักศึกษา.....	852

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
จ. ตารางคะแนนก่อนเผชิญประสบการณ์ ระหว่างเผชิญประสบการณ์ และ หลังเผชิญประสบการณ์ ในการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และ แบบภาคสนาม.....	856
ช. แบบสัมภาษณ์นักศึกษา.....	862
ซ. ตารางคะแนนความก้าวหน้าของนักศึกษา.....	867
ฉ. ตารางแสดงความคิดที่คิดเห็นของนักศึกษา.....	872
ประวัติผู้วิจัย.....	878

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	ปรัชญาการสอนแบบอิงประสบการณ์..... 22
ตารางที่ 2.2	จิตวิทยาสำหรับการสอนแบบอิงประสบการณ์..... 26
ตารางที่ 2.3	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สำนักงานช่างไฟฟ้ากำลัง 67
ตารางที่ 3.1	จำนวนระดับผลการเรียนของนักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แสดงเป็นรายกลุ่ม 75
ตารางที่ 3.2	การจำแนกกลุ่มเนื้อหา หน่วยเนื้อหา และประเภทเนื้อหา 77
ตารางที่ 3.3	การจำแนกหน่วยเนื้อหา และหน่วยประสบการณ์ 78
ตารางที่ 3.4	สาระที่ 4 และมาตรฐาน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สำนักงานช่างไฟฟ้ากำลัง..... 79
ตารางที่ 3.5	การจำแนกประสบการณ์หลักและประสบการณ์รอง หน่วยประสบการณ์ที่ 9 80
ตารางที่ 3.6	การจำแนกประสบการณ์หลักและประสบการณ์รอง หน่วยประสบการณ์ที่ 10 80
ตารางที่ 3.7	การจำแนกประสบการณ์หลักและประสบการณ์รอง หน่วยประสบการณ์ที่ 11 81
ตารางที่ 3.8	รูปแบบการให้ประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 – 11 86
ตารางที่ 3.9	แผนการสอนประกอบชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ 89
ตารางที่ 3.10	รายชื่อเรื่องสไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ..... 94
ตารางที่ 3.11	รายชื่อประมวลสาระ..... 95
ตารางที่ 3.12	รายชื่อเรื่องมัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์..... 96
ตารางที่ 3.13	รายชื่อเรื่องสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์..... 97
ตารางที่ 3.14	รายชื่อโหลดจำลอง 98
ตารางที่ 3.15	การตรวจสอบคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 100
ตารางที่ 3.16	การตรวจสอบคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 10..... 102

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 3.17	การตรวจสอบคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
	หน่วยประสบการณ์ที่ 11..... 104
ตารางที่ 3.18	วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย..... 107
ตารางที่ 3.19	ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ..... 109
ตารางที่ 3.20	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์..... 109
ตารางที่ 3.21	ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ และพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยที่มุ่งวัด..... 110
ตารางที่ 3.22	วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย..... 111
ตารางที่ 3.23	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบด้านทักษะพิสัย หน่วยประสบการณ์ที่ 9 113
ตารางที่ 3.24	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบด้านทักษะพิสัย
	หน่วยประสบการณ์ที่ 10..... 113
ตารางที่ 3.25	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบด้านทักษะพิสัย
	หน่วยประสบการณ์ที่ 11..... 114
ตารางที่ 3.26	วัน เวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพ..... 118
ตารางที่ 4.1	ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
	จากการทดลองแบบเดี่ยว (N = 3) 123
ตารางที่ 4.2	ผลสรุปการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ใช้ทดลอง
	จากการทดลองแบบเดี่ยว (N = 3) 124
ตารางที่ 4.3	ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
	จากการทดลองแบบกลุ่ม (N = 6) 127
ตารางที่ 4.4	ผลสรุปการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ใช้ทดลอง
	จากการทดลองแบบกลุ่ม (N = 6) 128
ตารางที่ 4.5	ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
	จากการทดลองแบบภาคสนาม (N = 19) 129
ตารางที่ 4.6	ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบ
	อิงประสบการณ์ จากการทดลองแบบภาคสนาม (N = 19)..... 130
ตารางที่ 4.7	ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เรื่อง
	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์..... 131

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 กล่าวไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้ ข้อที่ 3 กล่าวว่า จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ข้อที่ 5 กล่าวว่า ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ ข้อที่ 6 กล่าวว่า จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2542 : 11 – 12)

พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2551 หมวดที่ 1 บททั่วไป มาตรา 6 กล่าวไว้ว่า การจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพต้องเป็นการจัดการศึกษาในด้านวิชาชีพที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นการยกระดับการศึกษาวิชาชีพให้สูงขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยนำความรู้ทางทฤษฎีอันเป็นสากลและภูมิปัญญาไทยมาพัฒนาผู้รับการศึกษา ให้มีความรู้ความสามารถในทางปฏิบัติ และมีสมรรถนะจนสามารถนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพโดยอิสระได้ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2551 : 3)

ดังนั้นกระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูต้องจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ภาคทฤษฎีและปฏิบัติได้ทั้งในและนอกเวลาเรียน ครูต้องจัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียน

สามารถนำความรู้ทางทฤษฎีไปพัฒนาให้มีความรู้ทางปฏิบัติ จนมีสมรรถนะที่สามารถนำไปปฏิบัติได้

1.1 สภาพที่พึงประสงค์

วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เป็นรายวิชาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานช่างไฟฟ้ากำลัง ภาระงานควบคุมไฟฟ้า มาตรฐานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยการโปรแกรม มีคำอธิบายรายวิชา คือ ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คำสั่ง การป้อนข้อมูล วงจรการใช้งานควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ วงจรควบคุมระบบนิวเมติกส์ การแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม จุดประสงค์รายวิชา คือ เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถติดตั้งอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมงานควบคุมประเภทต่าง ๆ และ เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ 2545 : 193 - 194) การจัดการเรียนการสอนให้ประสบผลสำเร็จต้องอาศัยปัจจัยหลายด้าน ประกอบด้วย (1) วิธีการเรียนการสอน (2) รูปแบบการเรียนการสอน (3) สื่อการเรียนการสอน และ (4) สภาพแวดล้อมการจัดการเรียนการสอน

1.1.1 วิธีการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เป็นเนื้อหาด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย วิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสม คือ การสอนที่เน้นให้นักศึกษาได้เผชิญประสบการณ์เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ทางทฤษฎีและความรู้ทางปฏิบัติ จนมีสมรรถนะที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ วิธีการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ ได้แก่ (1) การสอนรายบุคคล เป็นการสอนที่จัดให้แก่ผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ ความสนใจ วิธีการเรียน อัตราการเรียน เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนก้าวหน้าไปตามความสามารถ ตามความต้องการ และตามความสนใจของตนเอง ทั้งนี้ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน เป็นผู้แนะนำ ให้คำปรึกษา กำหนดสื่อการสอน แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรม วิธีการประเมินผล และรวบรวมผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน (ประศักดิ์ หอมสนธิ 2543 : 225) (2) การสอนแบบบรรยาย ครูบรรยายเนื้อหา นักศึกษาจำนวนมากสามารถเรียนรู้เนื้อหาเรื่องเดียวกันพร้อมกันในเวลาเดียวกันได้ สามารถเรียนเนื้อหาได้มาก และไม่สิ้นเปลืองเวลา และสื่อการสอน เมื่อครูมีทักษะในการนำเสนอเนื้อหาที่ดีแล้ว ทำให้บทเรียนน่าสนใจ และ นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้น (สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข 2541 : 58) (3) การสอนแบบกลุ่มกิจกรรม ครูมอบหมายให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยกันค้นคว้า หรือทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ เพื่อช่วยให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนยิ่งขึ้น

ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดี เพราะได้ลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเอง (อาภรณ์ ใจเที่ยง 2540 : 108 - 109) (4) การสอนแบบสาธิต ทำให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์โดยตรงจากครูผู้สอนหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งเป็นผู้แสดงหรือสาธิตให้ดู นักศึกษาสามารถเกิดมโนคติ ความคิด และเข้าใจหลักการโดยผ่านการแสดงหรือการกระทำให้เห็นได้อย่างชัดเจน ประหยัดเวลาการสอน โดยเฉพาะการสอนวิธีการและลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีความสลับซับซ้อน สามารถผสมผสานกับวิธีสอนแบบอื่น ๆ เช่น การสอนแบบบรรยาย แบบอภิปราย การทดลองหรือการฝึกปฏิบัติ (สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข 2541 : 79 - 80) เป็นวิธีสอนที่ทำให้นักศึกษาทั้งชั้นได้เห็นการปฏิบัติงานจริงด้วยตาตัวเอง ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระหรือการปฏิบัตินั้นชัดเจนขึ้น (ทิศนา เขมมณี 2550 : 330) (5) การสอนแบบฝึกปฏิบัติ ทำให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ขณะลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักศึกษาเกิดกระบวนการในการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล นักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ นักศึกษามีทักษะการปฏิบัติงานที่ครบถ้วนตรงตามทักษะที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานจริง นักศึกษามีส่วนร่วมในการเรียนทำให้บทเรียนน่าสนใจ (สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข 2541 : 140) การฝึกปฏิบัติ สอนทักษะให้นักศึกษาที่ยังทำงานไม่เป็น และฝึกฝนทักษะนักศึกษาที่ทำงานเป็นแล้วให้เกิดความชำนาญมากยิ่งขึ้น (นวลจิต เขวากิตติพงศ์ 2544 : 208) (6) การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง นำสถานการณ์จริงมาจัดใหม่ให้มีสภาพใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด แล้วให้ผู้เรียนอยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือปฏิบัติงาน ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกแก้ปัญหา การควบคุมสถานการณ์ การตัดสินใจ ตลอดจนการทำงานเป็นกลุ่มภายใต้สภาพแวดล้อมสมจริง ทักษะที่ได้รับจากการฝึกฝนดังกล่าวจะทำให้เขาคุ้นเคย และเมื่อเผชิญกับเหตุการณ์คล้ายกันก็จะสามารถควบคุมสถานการณ์นั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข 2541 : 113) และ (7) การสอนแบบอภิปราย ทำให้นักศึกษาได้พัฒนาความรู้ของตนและจัดเป็นหมวดหมู่ สามารถพัฒนาค่านิยมประชาธิปไตย และการยอมรับเหตุผลผู้อื่น สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการคิด ทักษะในการทำงานร่วมกับกลุ่ม ทักษะในการพูดและการแสดงความคิดเห็น (สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข 2541 : 91 - 92)

1.1.2 รูปแบบการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ ที่เหมาะสมกับรายวิชาการโปรแกรม และควบคุมไฟฟ้า ควรมีรูปแบบการให้ประสบการณ์ที่สอดคล้องกับ ภารกิจ/งาน รูปแบบการให้ประสบการณ์มี 3 รูปแบบ คือ (1) การเรียนกับครู (Teacher Directed Learning -TDL) ซึ่งได้รับการสอนจากครู ครูมีบทบาทในการเรียนการสอน การใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น (2) การเรียนกับเพื่อน (Peer Directed Learning -PDL) ที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดเกี่ยวกับการกระจายบทบาทในการสอน ให้นักศึกษาร่วมประกอบกิจกรรม

การเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นในชั้นเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และ (3) การเรียนด้วยตนเอง (Self Directed Learning –SDL) เน้นการเรียนที่นักศึกษาทำกับการเรียนเอง กิจกรรมการเรียนการสอนจัดขึ้นโดยเปิดโอกาสให้นักศึกษาเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ด้วยตนเอง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ และความสนใจ ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดแรงกระตุ้นในการเรียน ค่อย ๆ พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขตนเอง สามารถศึกษาค้นคว้า และเรียนด้วยตนเอง (ชัยขงค์ พรหมวงศ์ 2540 : 30)

1.1.3 สื่อการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ ที่เหมาะสมกับรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ซึ่งใช้วิธีการสอนที่เน้นประสบการณ์ ควรเป็นสื่อประสมที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ได้ดีเกือบทุกเรื่องจากหลายแหล่ง ซึ่งสื่อแต่ละอย่างทำหน้าที่ต่างกัน ช่วยประหยัดเวลาการเรียนรู้ทั้งครูและนักศึกษา ช่วยให้นักศึกษาทั้งเก่งและอ่อนได้รับความรู้ตามความสามารถและความพร้อมของแต่ละบุคคล (ชัยขงค์ พรหมวงศ์ 2544 : 112) สื่อการเรียนการสอนที่พึงประสงค์ ประกอบด้วย (1) สื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการสอน ช่วยให้นักศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในและนอกเวลาเรียน ตามระดับความสามารถและความสนใจ สามารถให้ความรู้แก่นักศึกษาได้เป็นจำนวนมาก (วิจิตร ภัคศิริรัตน์ 2544 : 526 - 528) สื่อสิ่งพิมพ์ทางการศึกษาที่ใช้ถ่ายทอดเนื้อหา จัดทำในรูปแบบประมวลสาระ นักศึกษาใช้ศึกษาไปพร้อมกับการฝึกปฏิบัติ ตามภารกิจและงานที่กำหนด นักศึกษาใช้เรียนรู้ไปทีละน้อยตามลำดับขั้น (ชัยขงค์ พรหมวงศ์ และ วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 161) และ (2) สื่อโสตทัศนเพื่อการสอน ครอบคลุมสื่อภาพ และสื่อภาพและเสียง สื่อภาพหรือสื่อทัศนะช่วยให้นักศึกษารับรู้ได้จากการมองเห็นประกอบด้วย สื่อกราฟฟิก ภาพถ่าย และสื่อ 3 มิติ ได้แก่ ของจริง ของจำลอง และของตัวอย่าง สื่อที่มีทั้งภาพและเสียง เช่น สไลด์ มัลติมีเดีย ภาพยนตร์ และ เทปบันทึกภาพ สื่อโสตทัศนเพื่อการสอนที่ได้รับการออกแบบอย่างดีจะมีคุณค่า สามารถสื่อความหมาย และดึงดูดความสนใจของนักศึกษา และเป็นหลักประกันถึงประสิทธิภาพของการเรียนการสอนทั้งผู้สอนผู้เรียน (สารโรจน์ นิลคำ และ พงศ์ศิษย์ ไทยสีหราช 2543 : 275)

1.1.4 สภาพแวดล้อมการจัดการเรียนการสอน ชัยขงค์ พรหมวงศ์ (2537 : 19 - 24) กล่าวถึงการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนว่า ควรมีแหล่งวิทยากร แหล่งเรียนรู้ที่ให้นักศึกษาได้ปฏิบัติจริง มีการจัดห้องเรียนที่ส่งเสริมการเรียน ได้แก่ การจัดมุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ และมุมแสดงผลงาน ที่เอื้อให้นักศึกษาค้นคว้าตามความต้องการและความสนใจของตนเอง

1.2 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนการสอน ครอบคลุม (1) วิธีการเรียนการสอน (2) รูปแบบการเรียนการสอน (3) สื่อการเรียนการสอน และ (4) สภาพแวดล้อมการจัดการเรียนการสอน

1.2.1 วิธีการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบัน เนื้อหาเป็นพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย เนื้อหาที่เป็นพุทธิพิสัยครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นส่วนใหญ่ เนื้อหาการบรรยายเป็นเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือเรียน ขังขาดเทคนิคหรือวิธีการสอนแบบใหม่ ๆ ที่เปิดโอกาสให้นักศึกษามีส่วนร่วม เนื้อหาที่เป็นทักษะพิสัยนักศึกษาไม่ได้ฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องครุภัณฑ์และงบประมาณ จึงฝึกปฏิบัติได้เพียงสถานการณ์จำลองบางส่วน คือ การเขียนโปรแกรม และการตรวจสอบการทำงานเท่านั้น นักศึกษาจะทราบว่าผิดหรือถูกจากการดูอินดิเคเตอร์แสดงสถานะการทำงาน ซึ่งยังไม่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงที่นักศึกษาจะนำความรู้ไปใช้ในอนาคต การจัดสถานการณ์จำลองต้องนำเอาสถานการณ์จริงมาจัดใหม่ให้มีสภาพใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด (สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข 2541 : 113) แล้วให้ผู้เรียนอยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ

1.2.2 รูปแบบการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบัน ครูใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลางเน้นการเรียนกับครู (Teacher Directed Learning -TDL) จึงทำให้การเรียนกับเพื่อน (Peer Directed Learning -PDL) มีน้อย และไม่เปิดโอกาสให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเอง (Self Directed Learning -SDL) ครูให้ความรู้โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันกับเพื่อนมีน้อย

1.2.3 สื่อการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบัน สื่อหลักที่ใช้ ได้แก่ หนังสือเรียนประจำรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า สื่อเสริมที่ใช้ในการเรียนการสอนภาคทฤษฎีมีเพียงสไลด์คอมพิวเตอร์ที่ครูใช้ประกอบการบรรยายแต่ก็ไม่ครอบคลุมเนื้อหา และวิธีการนำเสนอยังไม่น่าสนใจ สื่อการเรียนการสอนภาคปฏิบัติมีสื่อวัสดุอุปกรณ์ซึ่งเป็นชุดครุภัณฑ์ที่ได้รับจัดสรรจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และสื่อของจริง ได้แก่ ตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 6 ตู้ ประกอบด้วยตู้ควบคุม วงจรสตาร์ทตรง วงจรกลับทางหมุน วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ วงจร สตาร์ท – เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ วงจรสลิปริงมอเตอร์

1.2.4 สภาพแวดล้อมการจัดการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบัน มีห้องเรียนเฉพาะสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาที่เกี่ยวกับการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คือ รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า และรายวิชาการระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม การจัดห้องเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ยังไม่สมบูรณ์ ขังขาดมุมหนังสือ และมุมแสดงผลงาน

1.3 สภาพที่เป็นปัญหา

จากสภาพที่พึงประสงค์ที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบัน ทำให้เกิดปัญหาในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ดังนี้

1.3.1 ปัญหาด้านวิธีการเรียนการสอน (1) การเรียนการสอนเนื้อหาที่เป็นพุทธิพิสัย ครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน นักศึกษาไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็น เสนอปัญหา หรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ขาดโอกาสในการฝึกความคิดวิเคราะห์ ส่งเสริมให้นักศึกษา จุด ท่องจำ มากกว่าวิธีอื่น (ประสัคคี หอมสนิท 2543 : 254) นักศึกษาเกิดความเบื่อหน่ายไม่กระตือรือร้น ความสามารถพิเศษที่พึงมีถูกปิดกั้น ไม่มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และ (2) การเรียนการสอนเนื้อหาที่เป็นทักษะพิสัย การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลองที่ไม่ใกล้เคียงกับความจริง ทำให้ไม่สามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่ได้รับจากการฝึกปฏิบัติไปใช้ปฏิบัติงานจริงได้

1.3.2 ปัญหาด้านรูปแบบการเรียนการสอน รูปแบบการเรียนการสอนปัจจุบันที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง นักศึกษาจึงขาดประสบการณ์ในการทำงานเป็นกลุ่ม การแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ การทำงานเป็นทีม และขาดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

1.3.3 ปัญหาด้านสื่อการเรียนการสอน (1) สื่อเสริมประเภทสไลด์คอมพิวเตอร์มีจำนวนน้อยไม่ครอบคลุมเนื้อหา วิธีการนำเสนอไม่เร้าใจ ไม่สามารถเสริมจุดบกพร่องที่เป็นข้อจำกัดของหนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (2) ขาดสื่อเสริมประเภทมัลติมีเดีย ที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาและช่วยนักศึกษาทบทวนเนื้อหา หรือศึกษาด้วยตนเองในและนอกเวลาเรียน และ (3) ขาดของจำลองสำหรับให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ทำให้การฝึกปฏิบัติไม่ใกล้เคียงกับความจริง การเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และไม่สามารถนำประสบการณ์จากการฝึกปฏิบัติไปใช้ในสถานการณ์จริงได้

1.3.4 ปัญหาด้านสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนการสอน ขาดการจัดห้องเรียนที่ส่งเสริมการเรียน ได้แก่ มุมหนังสือ มุมแสดงผลงาน ทำให้นักศึกษาขาดความกระตือรือร้น และความสนใจในการเรียน

1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้ให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนเกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้พัฒนาครูผู้สอนทุกสถานศึกษาอย่างต่อเนื่อง โดยการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เป็น 3 ระดับ คือ ชั้นเริ่มต้น ชั้นสูง และ ชั้นประยุกต์ใช้ในงานควบคุมอัตโนมัติ โดยคาดหวังว่าเมื่อผู้สอนมีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาแล้วจะสามารถกำหนดเนื้อหา ปรับเปลี่ยนวิธีสอนที่เหมาะสม จัดสภาพแวดล้อมทาง

การเรียน และ พัฒนาสื่อการเรียนการสอน ได้อย่างมีคุณภาพ

วิทยาลัยเทคนิคน่านและสถานศึกษาในอาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ได้ให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนเกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ และรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ได้ดำเนินการดังนี้ (1) จัดหาครุภัณฑ์โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ด้วยงบประมาณของสถานศึกษา เพิ่มเติมจากครุภัณฑ์ที่ได้รับจัดสรรจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ให้มีจำนวนเพียงพอต่อการใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน (2) สนับสนุนงบประมาณผลิตสื่อการเรียน และ (3) สนับสนุนงบประมาณปรับปรุงห้องเรียน

ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ในวิทยาลัยเทคนิคน่าน ซึ่งเป็นสถานศึกษาที่ใหญ่ที่สุดในอาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ได้พยายามแก้ปัญหาและพัฒนารับการเรียนการสอนเพื่อให้สถานศึกษาอื่นๆ นำไปใช้ และเป็นแรงบันดาลใจให้เพื่อนครูได้สร้างนวัตกรรมเพื่อพัฒนารับการเรียนการสอน ได้ดำเนินการดังนี้ (1) จัดทำหนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า (2) ผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ประกอบการบรรยายเนื้อหา และ (3) จัดทำสื่อของจริง ได้ขอความอนุเคราะห์โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์จากบริษัทอมรอน อิเล็กทรอนิกส์ประเทศไทย นำมาประกอบเป็นตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 6 ตู้ ได้แก่ ตู้ควบคุม วงจรสตาร์ทตรง วงจรกลับทางหมุน วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ วงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ วงจรสลิปริงมอเตอร์

1.5 แนวทางการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนการสอนรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ขึ้นมาใช้ เพราะ (1) ด้านวิธีการเรียนการสอน เป็นวิธีสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การสอนแบบอิงประสบการณ์สามารถจัดประสบการณ์ให้นักศึกษาเผชิญประสบการณ์ด้วยวิธีการเรียนการสอนที่หลากหลาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) ด้านรูปแบบการเรียนการสอนมีรูปแบบการให้ประสบการณ์ 3 รูปแบบ คือ การเรียนกับครู การเรียนกับเพื่อน และ การเรียนด้วยตนเอง (3) ด้านสื่อการเรียนการสอน มีการใช้สื่อหลักและสื่อเสริมหลายประเภทให้นักศึกษาใช้เผชิญประสบการณ์ และ (4) ด้านสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนการสอน มีการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้กำหนดประสบการณ์ให้นักศึกษาได้เผชิญประสบการณ์ตามภารกิจและงาน ด้วยการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ และแหล่งเรียนรู้อื่นๆ ผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวก

ความสะดวกในการเรียน ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา ให้ข้อมูล และ ประเมินการเรียนรู้จาก ประสิทธิภาพที่กำหนดให้นักศึกษาเผชิญ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2545: 148 – 152)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุม ไฟฟ้า สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์เพื่อหา ประสิทธิภาพของชุดการสอน ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา และศึกษาความ คิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน

2.2 จุดประสงค์เฉพาะ

2.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุม ไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร- วิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรม- และควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน เกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุม ไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การ ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร- วิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3.2 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน มีความคิดเห็นต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในระดับเห็นด้วยมาก

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา

4.2 ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

4.2.1 ประชากร เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน จำนวน 4 สถานศึกษา มีจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 180 คน

4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 28 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

4.3 เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงใหม่ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มเนื้อหาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 3 หน่วยประสบการณ์ คือ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ และ หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน (2) แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์แบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

4.5 ตัวแปรที่ศึกษา

4.5.1 *ตัวแปรต้น* ได้แก่ ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

4.5.1 *ตัวแปรตาม* ได้แก่ (1) ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (3) ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

4.6 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 - เมษายน 2553

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 การสอนแบบอิงประสบการณ์ หมายถึง วิธีการเรียนการสอนที่กำหนดประสบการณ์ที่คาดหวัง เพื่อให้นักศึกษาได้เผชิญ ผจญ และเผชิญ ประสบการณ์ ด้วยการแสวงหาความรู้จากประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และโหลดจำลอง สำหรับใช้ประกอบการกิจและงาน จากแหล่งวิทยาการ และมุมต่าง ๆ ที่ให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ การสอนแบบอิงประสบการณ์มี 7 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ (2) ปฐมนิเทศประสบการณ์ (3) เผชิญประสบการณ์ (4) รายงานความก้าวหน้า (5) รายงานผลการเผชิญประสบการณ์ (6) สรุปผลการเผชิญประสบการณ์ และ (7) ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์

5.2 ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หมายถึง ชุดสื่อประสมที่จัดเตรียมไว้สำหรับกำหนดแนวทางให้นักศึกษาได้เผชิญประสบการณ์ เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบประสบการณ์หลัก ประสบการณ์รอง การกิจ งาน และรายละเอียดขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในแผนเผชิญประสบการณ์ โดยการศึกษาหาความรู้จาก ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และโหลดจำลอง จากบริบทที่เตรียมไว้ ได้แก่ มุมหนังสือ มุมแสดงผลงาน มุมวัสดุอุปกรณ์ และมุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้การเผชิญประสบการณ์สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของการสอนแบบอิงประสบการณ์ ครอบคลุมเนื้อหา 3 หน่วยประสบการณ์ คือ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุม

มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ และ หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

5.3 เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ ที่ได้จากการประเมินกระบวนการและการประเมินผลลัพธ์ ค่า 80 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเผชิญประสบการณ์ด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย ค่า 80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย

5.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา หมายถึง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเผชิญประสบการณ์กับคะแนนหลังเผชิญประสบการณ์ ระดับพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย โดยเป็นผลจากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

5.5 ความคิดเห็นของนักศึกษา หมายถึง ความรู้สึกของนักศึกษาที่มีต่อคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในด้าน (1) บริบทที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ (2) รูปแบบที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ (3) วิธีการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์ (4) สื่อที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ และ (5) ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และทำให้นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น

6.2 ได้ต้นแบบในการผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ในหน่วยประสบการณ์อื่น ๆ ที่มีเนื้อหาด้านพุทธิพิสัย

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ (1) ชุดการสอน (2) การสอนแบบอิงประสบการณ์ (3) ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (4) สื่อการสอนแบบอิงประสบการณ์ (5) การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน (6) การเรียนการสอนในวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า และ (7) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ชุดการสอน

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน ครอบคลุมรายละเอียด ดังนี้ (1) ความหมายของชุดการสอน (2) ประเภทของชุดการสอน (3) องค์ประกอบของชุดการสอน (4) ความสำคัญของชุดการสอน (5) แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอน (6) ขั้นตอนการผลิตชุดการสอน (7) ประโยชน์ของชุดการสอน และ (8) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

1.1 ความหมายชุดการสอน

ชุดการสอน เป็นชุดเอนกประสงค์ คือ ใช้สอนได้เพียงเรื่องเดียว โดยมีการผสมสื่ออย่างมีระบบรองรับ มีเนื้อหาสาระครบในตัวเอง ที่ครอบคลุมการสอนของครูได้ครบวงจร (วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2541 : 60)

ชุดการสอน เป็นสื่อประสมที่ได้มาจากระบบการผลิตและการนำสื่อการสอนที่สอดคล้องกับ วิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2543 : 114)

ชุดการสอน เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม เป็นการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกันเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ต้องการ โดยอาจจัดขึ้นสำหรับการเรียนตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้นักเรียนได้เรียนรู้ อาจจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุในกล่อง ซองหรือกระเป๋า (สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ 2546 : 51)

ชุดการสอน เป็นสื่อการสอนที่ผู้สอนสร้างหรือจัดหามาให้ผู้เรียนใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยเน้นการเป็นสื่อประสม (Multi – Media) ซึ่งหมายถึงการใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมกันเพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ (นวลจิต เชาวศิริพิงศ์ 2544 : 191)

โดยสรุป ชุดการสอนหมายถึงสื่อประสมตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มีการจัดเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย เรื่อง วัตถุประสงค์ ที่มีการวางแผนการผลิตและการใช้อย่างเป็นระบบ ชุดการสอนอาจจะสร้างขึ้นสำหรับครูผู้สอนเพื่อใช้สอนผู้เรียน หรืออาจสร้างขึ้นสำหรับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการสอนนั้น

1.2 ประเภทของชุดการสอน

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านจำแนกประเภทชุดการสอนไว้ ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2543 : 114) ได้แบ่งชุดการสอนออกเป็น 4 ประเภท คือ

(1) ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและใช้สื่อการสอนทำหน้าที่แทน (2) ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้นักเรียนประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น ในการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น (3) ชุดการสอนตามเอกัตภาพหรือชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือบ้านก็ได้ เพื่อให้นักเรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของนักเรียน และ (4) ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับนักเรียนอยู่ต่างถิ่น ต่างเวลากัน มุ่งสอนให้นักเรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา

สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ (2546 : 52 – 53) ได้แบ่งชุดการสอนออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของครู เป็นชุดการสอนสำหรับนักเรียนกลุ่มใหญ่ หรือเป็นการสอนที่มุ่งเน้นการปูพื้นฐานให้ทุกคนรับรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้ช่วยลดเวลาในการอธิบายของผู้สอนให้พูดน้อยลง เพิ่มเวลาให้นักเรียนได้ปฏิบัติมากขึ้น โดยใช้สื่อที่มีอยู่พร้อมในชุดการสอนในการนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ สิ่งสำคัญคือสื่อที่นำมาใช้จะต้องให้นักเรียนได้เห็นชัดเจนทุกคนและมีโอกาสได้ใช้ครบทุกคนหรือทุกกลุ่ม (2) ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรมหรือชุดการสอนสำหรับการเรียนกลุ่มย่อย เป็นชุดการสอนสำหรับให้นักเรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ประมาณกลุ่มละ 4 – 8 คน โดยใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนโดยให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน และ (3) ชุดการสอนรายบุคคลหรือชุดการสอนตาม

เอกัตภาพ เป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ นักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความต้องการและความสนใจของตนเอง มีจุดประสงค์หลักคือมุ่งให้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาเพิ่มเติม นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้

โดยสรุป ประเภทของชุดการสอน จำแนกเป็นชุดการสอนประกอบการบรรยาย ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม ชุดการสอนรายบุคคล และ ชุดการสอนทางไกล

1.3 องค์ประกอบของชุดการสอน

ชัยขันธ์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล (2520 : 105 - 106) ได้กล่าวว่าชุดการสอนประกอบด้วยสื่อประสมในรูปของวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปนำมาบูรณาการ โดยใช้วิธีการจัดระบบเพื่อให้ชุดการสอนแต่ละชุดมีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จไปในตัวเอง ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยและเนื้อหาที่จัดระบบไว้แล้ว ชุดการเรียนอาจอยู่ในแฟ้มหรือกล่อง มีจำนวนเท่ากับหน่วยการสอนในแต่ละวิชา การผลิตชุดการสอนจึงต้องมีการจัดระบบที่เหมาะสม ชุดการสอนจะมีลักษณะอย่างไร และประกอบด้วยสื่อประเภทใดบ้างขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ อาจใช้สื่อที่มีราคาแพง เช่น ระบบบันทึกภาพฟิล์ม สไลด์ หรือสื่อราคาถูกลง เช่น วัสดุกราฟิก รูปภาพต่าง ๆ และใบหน้าที่จะสามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น ส่วนประกอบของชุดการเรียนมี 4 ส่วน ดังนี้

1.3.1 คู่มือและแบบฝึกปฏิบัติ สำหรับครูผู้ใช้ชุดการสอน และผู้เรียนที่ต้องเรียนจากชุดการสอน

1.3.2 คำสั่งหรือการมอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน

1.3.3 เนื้อหาสาระ อยู่ในรูปสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งกำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.3.4 การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า ฯลฯ และผลของการเรียนรู้ในรูปแบบของแบบทดสอบต่าง ๆ ส่วนประกอบทั้งหมดจะอยู่ในกล่องหรือซองโดยจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกต่อการใช้

โดยสรุป องค์ประกอบของชุดการสอนประกอบด้วย คู่มือและแบบฝึกปฏิบัติ คำสั่งหรือการมอบหมายงาน เนื้อหาสาระ และ การประเมินผล

1.4 ความสำคัญของชุดการสอน

ชัยขันธ์ พรหมวงศ์ (2543 : 117) ได้ให้ความสำคัญของชุดการสอนไว้ ดังนี้

1.4.1 ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ที่ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

1.4.2 ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม

1.4.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

1.4.4 ช่วยสร้างความพร้อมและมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถหยิบไปใช้ได้ทันที โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมการสอนล่วงหน้า

1.4.5 ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการสอน สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลา ไม่ว่าอาจารย์ผู้สอนจะมีสภาพหรือความขัดข้องทางอารมณ์มากนักน้อยเพียงใด

1.4.6 ทำให้การเรียนเป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน เนื่องจากชุดการสอนหรือชุดการเรียนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้แทนครู แม้ครูจะพูดหรือสอนไม่เก่ง ผู้เรียนก็สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจากชุดการเรียนที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาแล้ว

1.4.7 การสอนแทน ในกรณีครูขาด ครูคนอื่นสามารถสอนแทนโดยใช้ชุดการเรียนได้โดยไม่ต้องเตรียมการสอนมากนัก

โดยสรุป ชุดการสอนมีความสำคัญช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ช่วยสร้างความพร้อมและมั่นใจแก่ผู้สอน แก้ปัญหาในกรณีครูขาด ทำให้การเรียนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน

1.5 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอน

ชัยขงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุคา สีนสกุล (2520 : 103 - 105) ได้กล่าวถึงแนวคิดที่นำมาสู่ระบบการผลิตชุดการสอนหรือชุดการเรียนมีหลายแนว ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้คือ

1.5.1 แนวคิดแรก คือ ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งนักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยาามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ เอกัตตบุคคลมีความแตกต่างกันหลายด้าน กล่าวคือความสามารถด้านสติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม และความแตกต่างปลีกย่อยอื่น ๆ ในการนำเอาหลักความแตกต่างเหล่านี้มาใช้ในกระบวนการเรียนรู้อาจกระทำได้โดยการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล วิธีที่เหมาะสมที่สุดคือการจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาตามเอกัตตบุคคล การศึกษาโดยเสรี และการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถและความสนใจ โดยมีครูแนะนำช่วยเหลือ

ตามความเหมาะสม

1.5.2 แนวคิดที่สอง คือ ความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิมที่ยึด “ครู” เป็นแหล่งความรู้หลัก มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ การนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่าง ๆ โดยนิยมจัดในรูปแบบของชุดการสอน การเรียนด้วยวิธีนี้ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด ส่วนอีกสองในสามผู้เรียนจะศึกษาด้วยตนเองจากผู้ที่สอนเตรียมไว้ให้ในรูปแบบของชุดการสอน และผู้สอนชี้แหล่งและชี้ทางให้

1.5.3 แนวคิดที่สาม คือ การใช้วัสดุทัศนูปกรณ์ได้เปลี่ยนและขยายตัวออกไปเป็นสื่อการสอนซึ่งคลุมถึงการใช้สิ่งวัสดุอุปกรณ์ และกระบวนการ ได้แก่ การสาธิต ทดลอง และกิจกรรมต่าง ๆ เดิมนั้นการผลิตและการใช้สื่อการสอนมักออกมาในรูปแบบต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้ เป็นสื่อเดี่ยวมิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อการสอน การใช้สื่อหลายอย่างมาบูรณาการให้เหมาะสมและใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียนแทนการให้ครูเป็นผู้พูด “พูด” ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนอยู่ตลอดเวลา แนวโน้มใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการสอน อันจะมีผลต่อการใช้ของครู คือเปลี่ยนจากการใช้สื่อ “เพื่อช่วยครูสอน” คือครูเป็นผู้หยิบใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ เองมาเป็นใช้สื่อการสอน “เพื่อช่วยนักเรียนเรียน” คือให้นักเรียนได้หยิบสอยและใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยจัดสื่ออยู่ในรูปของชุดการสอน

1.5.4 แนวคิดที่สี่ คือ ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และ นักเรียนกับสภาพแวดล้อม เดิมนั้นความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียว ครูเป็นผู้นำและนักเรียนเป็นผู้ตาม ครูมิได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี นักเรียนจะมีโอกาสได้พูดก็ต่อเมื่อครูให้พูด การตัดสินใจส่วนใหญ่มักจะตามครู นักเรียนเป็นฝ่ายเอาใจครูมากกว่าครูเอาใจนักเรียน ในส่วนที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนต่อนักเรียนในห้องเรียนก็แทบจะไม่มีเลย เพราะครูส่วนใหญ่ไม่ชอบให้นักเรียนคุยกัน นักเรียนจึงไม่มีโอกาสฝึกฝนการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ นอกจากนี้ปฏิริยาระหว่างนักเรียนกับสภาพแวดล้อมก็มักอยู่กับเพียงซอล์กับกระดานดำ และแบบเรียนภายในห้องสี่เหลี่ยมแคบ ๆ แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตของขบวนการเรียนรู้จึงต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเปิดโอกาสให้เด็กได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดของพฤติกรรมศาสตร์ ซึ่งนำมาไว้ในรูปของชุดการสอน

1.5.5 แนวคิดสุดท้าย คือ การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนมาใช้ โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึงระบบการเรียน

การสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียน (1) ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (2) มีแนวทางทราบว่า การตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดได้ทันที (3) มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้นักเรียนภาคภูมิใจที่ทำถูกหรือคิดถูก อันจะทำให้พฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต และ (4) ได้ค่อยเรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถและความสนใจของนักเรียนเอง โดยไม่ต้องมีใครบังคับ การจัดสภาพการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ตามนัยดังกล่าวข้างต้นนี้จะต้องมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดหมายปลายทาง โดยการจัดการสอนแบบโปรแกรมในรูปของกระบวนการ และใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

โดยสรุป แนวคิดที่นำมาใช้ในการสร้างชุดการสอน คือ (1) แนวคิดทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) แนวคิดความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิมที่ยึดครูเป็นแหล่งความรู้หลัก เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน (3) แนวคิดการใช้สื่อการสอนหลายๆ อย่างมาบูรณาการกัน (4) แนวคิดเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนกับนักเรียน และ (5) จัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม และสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทราบผลการตัดสินใจ การทำงานของตนถูกหรือผิด มีการเสริมแรงทางบวก จัดลำดับการเรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถและความสนใจของนักเรียนเอง โดยไม่ต้องมีใครบังคับ

1.6 ขั้นตอนการผลิตชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล (2520 : 48 - 53) กล่าวไว้ว่าขั้นตอนการผลิตชุดการสอนแผนจุฬาแบ่งเป็นขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอน คือ (1) กำหนดหมวดหมู่ (2) กำหนดหน่วยการสอน (3) กำหนดหัวเรื่อง (4) กำหนดคมโนทัศน์และหลักการ (5) กำหนดวัตถุประสงค์ (6) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ (7) กำหนดแบบประเมินผล (8) เลือกและผลิตสื่อการสอน (9) หาประสิทธิภาพ และ (10) การใช้ชุดการสอน

1.6.1 กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชา หรือ บูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เหมาะสม

1.6.2 กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณ เนื้อหาวิชาที่จะให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง ครั้งละ 1-2 ชั่วโมง

1.6.3 กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดหัวเรื่องออกเป็นหน่วยการสอน

1.6.4 กำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดขึ้น จะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวบรวมแนวคิด สาร และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการนำเนื้อหามาสอนให้สอดคล้องกัน

1.6.5 กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยเขียนเป็นวัตถุประสงค์ก่อนแล้วจึงเขียนเป็นเชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

1.6.6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำ ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกม ฯลฯ

1.6.7 กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลได้ตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วนักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

1.6.8 เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ

1.6.9 หาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์จำเป็นต้องคำนึงถึงกระบวนการและผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและประกอบกิจกรรม

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังเรียน) คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนนิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความจำ และไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ เช่น ภาษา เพราะการเปลี่ยนพฤติกรรมต้องการระยะเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว

1.6.10 การใช้ชุดการสอน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2520 : 46 – 53) ได้กำหนดขั้นตอนการใช้ชุดการสอนที่ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จะสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอนและตามการศึกษาโดยมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นฐานความรู้เดิม
- 2) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
- 3) ชั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนบรรยายหรือแบ่งกลุ่มกิจกรรมการเรียนรู้ หากมีกิจกรรมต่อเนื่องให้กำหนดไว้หลังข้อนี้
- 4) ชั้นสรุปผลการสอน เพื่อสรุปมโนทัศน์และหลักการที่สำคัญของหน่วยที่สอน
- 5) ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้วว่าผู้เรียนมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด

โดยสรุป ขั้นตอนการผลิตชุดการสอนโดยใช้ระบบการผลิตแผนจุฬา แบ่งเป็นขั้นตอนการผลิต 10 ขั้นตอน คือ (1) กำหนดหมวดหมู่และเนื้อหาประสบการณ์ (2) กำหนดหน่วยการสอน (3) กำหนดหัวเรื่อง (4) กำหนดมโนทัศน์และหลักการ (5) กำหนดวัตถุประสงค์ (6) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ (7) กำหนดแบบประเมิน (8) เลือกและผลิตสื่อการสอน (9) หาประสิทธิภาพ และ (10) การใช้ชุด การสอน

1.7 ประโยชน์ของชุดการสอน

ชุดการสอนสามารถลดภาระการเตรียมการสอนให้กับครูผู้สอนได้เป็นอย่างดี เพราะในชุดการสอนจะมีคำแนะนำการใช้ไว้อย่างละเอียด เพียงแต่ครูผู้สอนจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ ตามคำแนะนำ และยังเป็นแนวทางการเพิ่มความสามารถด้านการสอนให้กับครูผู้สอนมากขึ้น ดังนั้นชุดการสอนจึงมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้ (วิชัย วงษ์ใหญ่ 2523: 181 - 182)

1.7.1 ช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.7.2 แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งเสริมการศึกษาเป็นรายบุคคล และความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียน

1.7.3 ช่วยจัดปัญหาการขาดแคลนครู โดยชุดการสอนทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้โดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ครูคนหนึ่งสามารถสอนนักเรียนได้จำนวนมากขึ้น

1.7.4 ช่วยในการจัดการศึกษานอกระบบ เพราะชุดการสอนสามารถนำไปใช้เรียนได้ทุกสถานที่ทุกเวลา

นอกจากนี้ ปรานี ปัญจากะ (อ้างถึงใน อรนุช ลิมตศิริ 2544 : 176) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ดังนี้

1.7.5 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้ เพราะชุดการสอนผลิตจากบุคคลที่มีความรู้ความชำนาญทางการศึกษาสาขาต่าง ๆ

1.7.6 ช่วยลดภาระของผู้สอน เพราะมีกำหนดขั้นตอนไว้พร้อมแล้วผู้สอนเพียงดำเนินการตามคำแนะนำที่บอกไว้ในคู่มือครูเท่านั้น

1.7.7 ช่วยผู้เรียนจำนวนมากให้ได้ความรู้ในแนวเดียวกัน เป็นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิชาเดียวกันแต่มีผู้สอนหลายคน

1.7.8 ช่วยให้ครูดำเนินการสอนตามวัตถุประสงค์ ซึ่งบอกไว้อย่างชัดเจนแน่นอน เป็นเชิงพฤติกรรม

1.7.9 ช่วยครูให้สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ในการทำงานกิจกรรมและใช้สื่อการสอนอย่างครบครัน

1.7.10 ช่วยครูให้สามารถประเมินผล เพื่อจัดผลการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.7.11 เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ใช้ความสามารถ ความต้องการ และการเรียนรู้ตามอัธยาศัยของแต่ละคน

1.7.12 ช่วยเสริมสร้างการเรียนแบบต่อเนื่อง เพราะชุดการสอนจะแยกออกเป็นรายวิชาแต่ละวิชาจะมีหน่วยการสอนเรียงตามลำดับ เมื่อนักเรียนศึกษาแต่ละหน่วยแล้วมีโอกาสติดตามหน่วยต่อไปได้

โดยสรุป ประโยชน์ของชุดการสอนช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล ขจัดปัญหาการขาดแคลนครู และนำไปใช้เรียนได้ทุกสถานที่ทุกเวลา

2. การสอนแบบอิงประสบการณ์

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบอิงประสบการณ์ ครอบคลุมรายละเอียด ดังนี้ (1) ความหมายของการสอนแบบอิงประสบการณ์ (2) ความเป็นมาของการสอนแบบอิงประสบการณ์ (3) ปรัชญาและจิตวิทยาที่ใช้ในการสอนแบบอิงประสบการณ์ (4) รูปแบบของการสอนแบบอิงประสบการณ์ (5) ขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์ (6) วิธีการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ (7) ผลกระทบจากการสอนแบบอิงประสบการณ์

2.1 ความหมายของการสอนแบบอิงประสบการณ์

การสอนแบบอิงประสบการณ์ (Experience - Base Approach - EBA) หมายถึง วิธีการสอนที่กำหนดประสบการณ์ที่คาดหวังเพื่อให้นักเรียนได้ เผชิญ ผจญ และเผชิญประสบการณ์ ด้วยการแสวงหาความรู้ที่เป็นเนื้อหาสาระสำคัญ ประกอบภารกิจงาน และทักษะความชำนาญ

จากแหล่งวิทยาการที่ได้มีการชี้แนะแหล่ง หรือจัดเตรียมไว้ให้บรรลุประสบการณ์
(ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2545 : 148)

โดยสรุป การสอนแบบอิงประสบการณ์ หมายถึง วิธีการสอนที่นักเรียนได้
แสวงหาความรู้ที่เป็นเนื้อหาสาระตามการประกอบภารกิจและงาน จากแหล่งวิทยาการหรือแหล่ง
เรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ให้บรรลุเป้าหมาย

2.2 ความเป็นมาของการสอนแบบอิงประสบการณ์

ศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้ริเริ่มคิดวิธีการสอนแบบอิงประสบการณ์
เมื่อ พ.ศ. 2540 ที่สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อให้เป็นวิธีการสอน
เต็มรูปที่ต่อยอดมาจากวิธีการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบกลุ่มอย่างเดียว การสอน
แบบอิงประสบการณ์จะใช้รูปแบบการเรียนรู้กับครู (Teacher Directed Learning - TDL) การเรียน
กับเพื่อน (Peer Directed Learning - PDL) และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self Directed Learning -
SDL) ทดลองใช้ครั้งแรกที่โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย การสอนแบบอิงประสบการณ์เป็น
การสอนที่กำหนดประสบการณ์ (แทนการกำหนดชุดเนื้อหา) ที่คาดหวังให้นักเรียนได้เผชิญ ผจญ
และเผชิญประสบการณ์ตามแนวทาง บริบท สถานการณ์ เส้นทางความรู้/ข้อมูล และสื่อที่กำหนด
เพื่อให้นักเรียน “ทำได้” มากกว่า “มุ่งให้รู้” โดยใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์เป็นเครื่องมือ
(วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2541 : 224 - 231)

โดยสรุป วิธีการสอนแบบอิงประสบการณ์เป็นวิธีการสอนที่ศาสตราจารย์
ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้ต่อยอดมาจากวิธีการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ ใช้รูปแบบการสอน 3
แบบ ได้แก่ (1) รูปแบบการเรียนรู้กับครู (2) รูปแบบการเรียนรู้กับเพื่อน และ (3) รูปแบบการ
เรียนรู้ด้วยตนเอง

2.3 ทฤษฎีและหลักการสอนแบบอิงประสบการณ์

ทฤษฎีและหลักการสอนของการสอนแบบอิงประสบการณ์ กล่าวใน 2 ประเด็น
คือ (1) ปรัชญาสำหรับการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ (2) จิตวิทยาสำหรับการสอนแบบอิง
ประสบการณ์

2.3.1 ปรัชญาสำหรับการสอนแบบอิงประสบการณ์ การสอนแบบอิงประสบ-
การณ์ ยึดปรัชญากลุ่มพัฒนาการนิยม (Progressivism) และกลุ่มสภาวะนิยม (Existentialism)
โดยมีกลุ่มสารนิยม (Essentialism) และ กลุ่ม จริย - สุนทรินิยม (Perennialism) สนับสนุน ดังที่
ศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2538 : 181 – 183) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ปรัชญาการสอนแบบอิงประสบการณ์

ปรัชญาการสอนกลุ่ม พัฒนาการนิยม	ปรัชญาการสอนกลุ่ม สภาพนิยม	ปรัชญาการสอนกลุ่ม สารนิยม	ปรัชญาการสอนกลุ่ม จริย - สุนทรียนิยม
หลักการ ครูในกลุ่มนี้เชื่อว่า การศึกษาควรเน้น ประสบการณ์ตรงจาก การลงมือกระทำ กิจกรรมด้วยตัวนักเรียน เอง เรียนเนื้อหาแต่ พอควร เน้นการปฏิบัติ	หลักการ ครูในกลุ่มนี้ยึดความ แตกต่างระหว่างบุคคล จัดสอนในระดับเปิดให้ นักเรียนก้าวหน้าไปตาม ความสามารถความสนใจ และความพร้อมของ นักเรียนแต่ละคน	หลักการ ครูในกลุ่มนี้เชื่อว่าเนื้อหา สาระในวิชาต่างมีความ สำคัญมาก ครูมีหน้าที่ และความรับผิดชอบที่จะ สอนให้นักเรียนมีความรู้ มากที่สุด	หลักการ ครูในกลุ่มนี้เชื่อว่า การศึกษาความรู้ทำให้ นักเรียนเป็นคนดี มี ศีลธรรม มีระเบียบวินัย เพื่อจะนำไปสู่ความ สุขนิรันดร์
พฤติกรรมการสอนของ ครู 1. เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้เรียนรู้โดย ลงมือประกอบกิจกรรม ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล หรือเป็นรายกลุ่ม 2. จัดกิจกรรมการเรียน ตามความสนใจและ ความพร้อมของนักเรียน 3. ครูไม่เชื่อว่าสอน นักเรียนได้ทุกอย่าง จึงพยายามกระตุ้นให้ นักเรียนได้มีโอกาส เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม	พฤติกรรมการสอนของครู 1. จัดการสอนตาม อัถภาพไม่บังคับนักเรียน ให้เรียน แต่เตรียมสื่อการ เรียนรายบุคคลให้ 2. ไม่จำกัดการเรียนเพียง แค่ในห้องเรียนหรือ โรงเรียน ถือว่าการเรียนรู้ เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาและ สถานที่ 3. ไม่กำหนดชั้นแต่เปิด โอกาสให้นักเรียนเรียนไป เรื่อย ๆ จนครบเนื้อหาตาม หลักสูตรกำหนด	พฤติกรรมการสอนของครู 1. ครูสอนด้วยการพูด หรือเขียนให้ลอกตาม กระดานดำ ครูเป็นผู้ รอบรู้ทุกอย่างและครูคิด ไม่ได้ 2. ครูมักวางอำนาจใน ห้องเรียน นักเรียนถูก บังคับให้เรียงแถวหันหน้า เข้าหาครู และตั้งใจฟังครู 3. ครูมีสิทธิลงโทษคุณค่า นักเรียนคนใดก็ได้ ทำหน้าที่เคร่งเครียด และพูดเสียงดัง	พฤติกรรมการสอน ของครู 1. ครูเน้นความเป็น ระเบียบเรียบร้อยของ ห้องเรียนและนักเรียน 2. ครูพยายามสอน นักเรียนให้เป็นคนดี และปฏิบัติตามคำสั่ง สอนของศาสตราจารย์ ศาสตราจารย์ต่าง ๆ 3. ครูพยายามสอนให้ นักเรียนชื่นชมศิลปะ ดนตรีทุกรูปแบบ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ปรัชญาการสอนกลุ่ม พัฒนาการนิยม	ปรัชญาการสอนกลุ่ม สภาพนิยม	ปรัชญาการสอนกลุ่ม สารนิยม	ปรัชญาการสอนกลุ่ม จริย - สุนทรินิยม
4. ครูไม่เน้นเนื้อหาวิชา จะสอนเฉพาะสิ่งที่ นักเรียนนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิต ประจำวันได้	4. ไม่กำหนดระเบียบวินัย แต่ให้นักเรียนช่วยกัน กำหนดระเบียบข้อบังคับ และบทลงโทษเอง	4. ครูชอบยืนอยู่หน้าชั้น เรียนตลอดเวลา ชอบถือ ไม้เรียวและการลงโทษใน รูปแบบอื่น ๆ	4. ครูในกลุ่มนี้เชื่อว่า การเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพควรเกิด จากการลงมือปฏิบัติ ใคร่ครวญจนเกิด ความรู้เฉพาะตน
5. จัดสื่อในรูปชุดการ สอน เน้นชุดการสอน ประเภทกิจกรรมกลุ่ม และชุดการสอน รายบุคคล	5. จัดเนื้อหาสาระให้อยู่ ในรูปของ “โมดูล” หรือ ชุดการสอนหน่วยย่อย เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูให้ความช่วยเหลือ น้อยที่สุด	5. สื่อการสอนที่ใช้มาก คือ แบบเรียน และ ซอล์กับกระดานดำ	
6. จัดบรรยากาศในชั้น เรียนอย่างมีอิสระ เปิด โอกาสให้นักเรียน ทำงานแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นได้อย่าง เต็มที่	6. จัดชั้นเรียนให้เป็นแบบ เปิด จัดโรงเรียนแบบเปิด โล่ง และจัดศูนย์การเรียนรู้ ไว้ให้นักเรียนได้ศึกษาหา ความรู้ตามความสนใจ ของนักเรียนเอง	6. ลักษณะสภาพ ห้องเรียนส่วนใหญ่จำกัด อยู่ในห้องสี่เหลี่ยม ไม่มี การจัดกระดานนิเทศหรือ ตกแต่งห้องเรียนให้น่าอยู่	
7. จัดห้องเรียนให้น่าอยู่ นำเรียนด้วยการจัดมุม หนังสือ และมุมต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการเสริมความรู้ ของนักเรียน	7. ครูมีหน้าที่เป็นผู้ แนะนำมากกว่าที่จะบอก ความรู้ให้นักเรียน	7. บรรยากาศทางจิตภาพ ของห้องเรียนส่วนใหญ่ เคร่งเครียดเพราะครูไม่ ชอบคุยกับนักเรียน	
	8. จัดบรรยากาศการเรียนรู้ แบบอิสระเสรี ครูเป็น กันเองกับนักเรียน และ คอยช่วยเหลือกันเหมือน พี่น้อง	8. การประเมินผลมักเน้น ความจำมากกว่า ความสามารถในด้านอื่น ครูถือว่าคะแนนสอบได้ สำคัญที่สุด	

โดยสรุป การสอนแบบอิงประสบการณ์ยึดหลักปรัชญากลุ่มพัฒนาการนิยม เน้นให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง กลุ่มสวภาพนิยม เน้นให้นักเรียนก้าวหน้าไปตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของนักเรียน กลุ่มสารนิยม เน้นเนื้อหาครูเป็นหลักความรู้หลัก และ กลุ่ม จริย – สุนทรินิยม เน้นให้นักเรียนเป็นคนดีมีศีลธรรม และมีระเบียบวินัยในตนเอง

2.3.2 จิตวิทยาสำหรับการสอนแบบอิงประสบการณ์ การสอนแบบอิงประสบการณ์ ยึดหลักจิตวิทยาผสมผสานกันระหว่างกลุ่มเชื่อมโยงนิยม (SR Theories) กลุ่มประสบการณ์นิยม (Gestalt/Field Theories) ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ชัยงค์ พรหมวงศ์ และ วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2539 : 50 – 60)

ตารางที่ 2.2 จิตวิทยาสำหรับการสอนแบบอิงประสบการณ์

จิตวิทยากลุ่มเชื่อมโยงนิยม	จิตวิทยากลุ่มประสบการณ์นิยม
การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้รับสิ่งเร้าและได้รับการเสริมแรง โดยครูมีหน้าที่หาสิ่งเร้าด้วยการพูดหรือบรรยายให้นักเรียนฟัง ครูสอนโดยการบรรยายสั้น ไม่มีสื่อการสอน	การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีปัญหาและมีความจำเป็นที่จะต้องเรียน ด้วยการลงมือปฏิบัติหรือประกอบกิจกรรม ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทั้งทางกาย จิตภาพ และทางสังคม

โดยสรุป การสอนแบบอิงประสบการณ์ยึดหลักจิตวิทยากลุ่มเชื่อมโยงนิยม และกลุ่มประสบการณ์นิยม

2.4 รูปแบบของการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยงค์ พรหมวงศ์ (2540 : 30) ได้กำหนดรูปแบบและวิธีการให้ประสบการณ์ไว้ 3 รูปแบบ คือ (1) การเรียนกับครู หรือ TDL (2) การเรียนกับเพื่อน หรือ PDL และ (3) การเรียนด้วยตนเอง หรือ SDL

2.4.1 การเรียนกับครู (Teacher – Directed Learning - TDL) เป็นการเรียนซึ่งได้รับการสอนจากครู ส่วนมากจะใช้วิธีการสอนแบบสาริตหรือบรรยาย โดยยึดครูเป็นศูนย์กลางในการเรียน หรือครูมีบทบาทในการเรียนการสอน การสอนของครูอาจใช้สื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ ประกอบเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเลือกสื่อการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น เนื้อหา สภาพนักเรียน ความถนัดของครู เวลาที่ทำการสอน และวัตถุประสงค์ในการสอน

2.4.2 การเรียนกับเพื่อน (Peerr – Directed Learning - PDL) เป็นเทคนิควิธีการสอนที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดเกี่ยวกับการกระจายบทบาทในการสอน การเรียนกับเพื่อนไม่ได้หมายถึงการให้ผู้เรียนขึ้นสอนหน้าชั้นเรียน ทำหน้าที่ให้ความรู้เหมือนครู แต่หมายถึงการให้ผู้เรียนได้ร่วมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นในชั้นเรียน และให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

2.4.3 การเรียนด้วยตนเอง (Self Directed Learning - SDL) เน้นการเรียนที่ผู้เรียนกำกับการเรียนเอง และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ ตลอดจนวิธีการบรรลุวัตถุประสงค์เหล่านั้นด้วยตนเอง กิจกรรมที่จัดขึ้นมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำ และจัดเตรียมอุปกรณ์ ตลอดจนสถานที่ศึกษาค้นคว้าไว้ให้พร้อม การที่ผู้เรียนได้เรียนและได้ทำงานที่ใจรัก ทำให้เกิดแรงกระตุ้นในการเรียน ผู้เรียนจะค่อย ๆ พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขตนเองสามารถศึกษาค้นคว้าและเรียนด้วยตนเอง การเรียนการสอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มีหลักอยู่ว่าแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันแต่ละด้าน คือ ความสามารถ สถิติปัญญา ความต้องการ และ ความสนใจ

โดยสรุป การสอนแบบอิงประสบการณ์ให้ความสำคัญกับ (1) การเรียนกับครู เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ครูมีบทบาทสำคัญ (2) การเรียนกับเพื่อนเป็นวิธีการเรียนที่นักเรียนช่วยกันแสวงหาความรู้ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก และ (3) การเรียนด้วยตนเอง เน้นการเรียนที่นักเรียนกำกับการเรียนด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำ จัดเตรียมอุปกรณ์ นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความสามารถของตนเอง

2.5 ขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยขันธ์ พรหมวงศ์ (2540 : 10) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์ จากวิธีการสอนที่เป็นการผสมผสานการสอนหลายแบบ แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ (1) ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ (2) ปฐมนิเทศการเผชิญประสบการณ์ (3) เผชิญประสบการณ์ (4) รายงานความก้าวหน้า (5) รายงานผลการเผชิญประสบการณ์ (6) สรุปผลประสบการณ์ และ (7) ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์

ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ เป็นการศึกษาประสบการณ์เดิมของนักเรียนก่อนที่จะเผชิญประสบการณ์นั้น ด้วยการทำแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์

ขั้นที่ 2 ปฐมนิเทศประสบการณ์ เป็นการอธิบายวัตถุประสงค์ของประสบการณ์ เสนอประสบการณ์ที่คาดหวัง เสนอสถานการณ์/ฉาก อธิบายภารกิจและงาน ที่แนะแหล่งเรียนรู้ สื่อ สิ่งอำนวยความสะดวก และระบุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เกิดกับนักเรียน

ขั้นที่ 3 เฝ้าดูประสบการณ์ เป็นการเข้าสู่กระบวนการเฝ้าดูประสบการณ์ด้วยการดำเนินการตามขั้นตอนของการเฝ้าดู ผงดู และเผด็จ จนกระทั่งเกิดประสบการณ์สมบูรณ์ขึ้น

ขั้นที่ 4 รายงานความก้าวหน้า เป็นการทำให้ทราบว่าภารกิจที่นักเรียนทำในขั้นเฝ้าดูประสบการณ์แต่ละประสบการณ์ได้ดำเนินการในขั้นตอนใด และมีปัญหาอุปสรรคอย่างไร

ขั้นที่ 5 รายงานผลการเฝ้าดูประสบการณ์ เป็นการรายงานผลงานที่นักเรียนได้เฝ้าดูประสบการณ์แต่ละประสบการณ์

ขั้นที่ 6 สรุปผลการเฝ้าดูประสบการณ์ เป็นการสรุปการเฝ้าดูประสบการณ์ โดยครูและนักเรียนช่วยกันสรุป

ขั้นที่ 7 ประเมินหลังเฝ้าดูประสบการณ์ เป็นการศึกษาคความก้าวหน้าของนักเรียนโดยทำแบบทดสอบหลังเฝ้าดูประสบการณ์

โดยสรุป ขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์มี 7 ขั้นตอน คือ (1) ประเมินก่อนเฝ้าดูประสบการณ์ (2) ปฐมนิเทศประสบการณ์ (3) เฝ้าดูประสบการณ์ (4) รายงานความก้าวหน้า (5) รายงานผลการเฝ้าดูประสบการณ์ (6) สรุปผลการเฝ้าดูประสบการณ์ และ (7) ประเมินหลังเฝ้าดูประสบการณ์

2.6 วิธีการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิธีการให้ประสบการณ์ในการสอนแบบอิงประสบการณ์มีหลากหลายวิธี ขึ้นอยู่กับความตั้งใจจริงของนักเรียน ความพร้อมเพียงของแหล่งความรู้ การจัดสภาพแวดล้อม และแม่แบบการสอนที่กำหนด (วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2541 : 226) สำหรับการเฝ้าดูประสบการณ์ในการวิจัยนี้ใช้วิธีการสอนที่ประกอบด้วยการเรียนรู้การสอนรายบุคคล การสอนแบบบรรยาย การเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม การสอนแบบสาธิต การสอนแบบฝึกปฏิบัติ การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง และการสอนแบบอภิปราย

2.6.1 การเรียนการสอนรายบุคคล ประสัคดิ์ หอมสนิท (2543 : 225 - 226) ได้กล่าวถึงวิธีการเรียนการสอนรายบุคคล ดังนี้

1) ความหมายของวิธีการเรียนการสอนรายบุคคล วิธีการเรียนการสอนรายบุคคล หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้แก่ผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ ความสนใจ วิธีการเรียน อัตราการเรียน เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนก้าวหน้าไปตามความสามารถ ตามความต้องการ และตามความสนใจของตนเอง ทั้งนี้ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน เป็นผู้แนะนำ ให้คำปรึกษา กำหนดสื่อการสอน แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรม วิธีการประเมินผล และรวบรวมผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน

2) ลักษณะที่สำคัญของวิธีการเรียนการสอนรายบุคคลมีดังนี้

(1) เป็นวิธีที่มุ่งเน้นที่วิธีการเรียนของผู้เรียน เพราะผู้เรียนที่แตกต่างกันย่อมต้องการวิธีการเรียนที่แตกต่างกัน การกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องหนึ่ง ๆ ในระยะเวลาหนึ่งด้วยวิธีการเดียวจึงไม่ใช่ลักษณะของวิธีการเรียนการสอนรายบุคคลที่แท้จริง

(2) การที่ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองแทนการเรียนจากผู้สอน สื่อการสอนมีบทบาทสำคัญมาก เพราะในวิธีการเรียนการสอนรายบุคคลผู้เรียนต้องเรียนจากสื่อการสอนต่าง ๆ เช่น ตำราเรียน หนังสือ เอกสารประกอบรายวิชา บทเรียนแบบโปรแกรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เทปบันทึกภาพ หรือสไลด์ประกอบเสียง เป็นต้น

(3) ประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ เกิดจากการกำกับตนเอง (Self – Directed) ดำเนินการเอง (Self – Administered) และจัดเวลาเรียนเอง (Self – Scheduled)

(4) วิธีการเรียนที่จัดเตรียมให้แก่ผู้เรียน ต้องเป็นวิธีที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนแสวงหาและเรียนรู้สิ่งที่เป็นประโยชน์ รู้จักแก้ปัญหา และ ตัดสินใจด้วยตนเอง

(5) การเรียนรู้เป็นประสบการณ์ที่ต่อเนื่องกัน การจัดวิธีเรียนจึงต้องคำนึงถึงประสบการณ์พื้นฐานของผู้เรียน เนื้อหาและประสบการณ์ต้องเริ่มจากสิ่งที่ย่างไปสู่สิ่งที่ยากขึ้น และจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมเป็นสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม

3) ข้อดีของวิธีการเรียนการสอนรายบุคคล มีดังนี้

(1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างอิสระ อีกทั้งทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง มีวินัยในตนเอง

(2) ทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ตามวิธีการที่ตนเองเป็นผู้เลือก ความภูมิใจในความสำเร็จจะทำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้อยู่เสมอ

(3) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ตามความสามารถและประสบการณ์เดิม

(4) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ไปตามอัตราความสามารถของตนเอง ผู้เรียนที่มีความสามารถสูงก็เรียนไปได้เร็วโดยไม่ต้องคอยผู้เรียนที่เรียนช้า

(5) ทำให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันด้านสถานภาพทางสังคม สามารถเรียนรู้ได้เหมือนกัน

(6) มีกระบวนการวัดและประเมินผลความรู้อย่างเที่ยงตรงและชัดเจน

4) ข้อจำกัดของวิธีการเรียนการสอนรายบุคคล มีดังนี้

(1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนไปได้ตามอัตราความสามารถของตนเอง เวลาเรียนของแต่ละคนจึงไม่เท่ากัน ดังนั้นอาจทำให้การจัดการเรียนการสอนเพื่อผู้เรียนทุกคน

ในชั้นทั้งชั้นอาจมีปัญหา

(2) การเลือกวิธีการเรียนของตนเอง เมื่อผู้เรียนมีสิทธิเลือกวิธีการเรียนของตนเอง หากเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมต่อตนเองแล้ว ย่อมส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเองในที่สุด

(3) หากผู้สอนไม่มีความรู้ในเรื่องการวินิจฉัยผลการเรียนและความต้องการของผู้เรียน ก็จะทำให้ไม่สามารถวินิจฉัยการเรียนของผู้เรียนได้ถูกต้อง

โดยสรุป วิธีการเรียนการสอนรายบุคคลเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้แก่ผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการควบคุมและช่วยเหลือในการเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนได้อย่างอิสระ ทำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้อยู่เสมอ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ไปตามอัตราความสามารถของตนเอง

2.6.2 การสอนแบบบรรยาย

1) ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการสอนแบบบรรยายไว้ ดังนี้

สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2541 : 56 - 57) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบรรยายไว้ว่า (1) ความหมายของการสอนแบบบรรยาย เป็นการสอนที่เป็นการสื่อความหมายทางเดียว คือผู้สอนเป็นผู้ให้ความรู้ ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับ คือฟัง และอาจจดบันทึกสาระสำคัญของเนื้อหาตามไปด้วย และ เป็นการสอนที่ให้ครูเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีโอกาสน้อยหรืออาจไม่มีโอกาสในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน (2) รูปแบบวิธีการสอนแบบบรรยายที่นิยมใช้กันแพร่หลายได้แก่ การบรรยายโดยผู้สอนอธิบายเนื้อหาสาระของบทเรียนโดยตลอด การบรรยายโดยใช้สื่อการสอนประกอบ และ การบรรยายเชิงอภิปราย

ทิสนา แคมณี (2550 : 327) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบรรยายไว้ว่า (1) ความหมาย วิธีสอนโดยใช้การบรรยายคือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการเตรียมเนื้อหาสาระแล้วบรรยาย คือ พูด บอก เล่า อธิบาย เนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนแก่ผู้เรียน และประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง (2) วัตถุประสงค์ วิธีการสอนโดยใช้การบรรยายเป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้เรียนรู้เนื้อหาสาระหรือข้อความรู้จำนวนมากพร้อม ๆ กัน ในเวลาที่จำกัด (3) องค์ประกอบสำคัญของวิธีสอน ได้แก่ มีผู้สอนและผู้เรียน มีเนื้อหาสาระหรือข้อความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ มีการบรรยายโดยผู้สอน และมีผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดจากการบรรยาย และ (4) ขั้นตอนสำคัญของการสอน ประกอบด้วยผู้สอนเตรียมเนื้อหาสาระที่จะบรรยาย ผู้สอนบรรยายเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2) เทคนิคและข้อเสนอแนะในการสอนแบบบรรยาย ทิสนา แคมณี (2550 : 327 - 328) กล่าวถึงเทคนิคและข้อเสนอแนะในการสอนแบบบรรยายไว้ ดังนี้

(1) การเตรียมการบรรยาย การบรรยายที่ดีต้องอาศัยการเตรียมการที่ดี ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาเนื้อหาสาระที่จะบรรยายให้เข้าใจแจ่มแจ้ง หากพบว่ามีจุดใดที่ตนยังไม่เข้าใจแจ่มแจ้งหรือมีข้อสงสัย ควรศึกษาค้นคว้าให้กระจ่างก่อน ต่อจากนั้นควรคัดเลือกเนื้อหาสาระใดมีความจำเป็นหรือมีประโยชน์ต่อผู้เรียนเพียงใด เนื้อหาใดไม่จำเป็นอาจตัดออก ต่อไปควรจัดลำดับเนื้อหาสาระว่าสิ่งใดควรพูดก่อนพูดหลัง และจะเชื่อมโยงกันอย่างไร เนื้อหาสาระแต่ละส่วนมีส่วนใดที่ยังคลุมเครือ ซึ่งควรหาตัวอย่างประกอบหรือควรใช้สื่อใดช่วย และควรแสวงหาเทคนิคในการนำเสนอเนื้อหาสาระแต่ละส่วนให้น่าสนใจ ทำทลายความคิดและเข้าใจได้ง่าย ซึ่งอาจจะเป็นการใช้คำถามกระตุ้น หรือการเล่าประสบการณ์ที่แปลกใหม่ หรือนำเสนอปัญหาที่ ทำทลายความคิดก่อนการบรรยาย ผู้สอนควรมีโครงร่างสำหรับการบรรยาย และมีเอกสารประกอบการบรรยายแจกให้แก่ผู้เรียน

(2) การบรรยาย เมื่อเริ่มการบรรยาย ผู้บรรยายควรเร้าความสนใจของผู้เรียน และพยายามรักษาความสนใจให้คงอยู่ตลอดการบรรยายด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น

ก. การใช้ปัญหาเป็นสิ่งเร้า เช่น ไข่มุก เหตุการณ์สำคัญ และกรณีตัวอย่างต่าง ๆ

ข. การใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความสามารถของตนในเรื่องนั้น

ค. การใช้สื่อประกอบ เช่น แผ่นโปร่งใส สไลด์คอมพิวเตอร์ เทปเสียง สื่อฉาย คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ง. การใช้การซักถามประกอบการบรรยาย

จ. การใช้กิจกรรมประกอบการบรรยาย เช่น การอภิปรายกลุ่มย่อย การสาธิต การแสดงบทบาทสมมติ การเล่นเกม การทดลองปฏิบัติ เป็นต้น

ฉ. การยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

ช. การใช้อารมณ์ขัน

ซ. การเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถามและแสดงความคิดเห็น

ฅ. การอภิปรายซักถามและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ก่อนยุติการบรรยาย ผู้บรรยายควรสรุปสาระสำคัญของการบรรยาย และควรเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถามหรือเปิดอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ต่อจากนั้นควรมีการทดสอบการเรียนรู้ของผู้เรียนในเรื่องที่บรรยายด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การสุ่มถามผู้เรียน หรือการให้ทำแบบทดสอบ เป็นต้น

3) ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบบรรยาย ทิศนา แคมณี (2550 : 329) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบบรรยายไว้ ดังนี้

- อื่น ๆ
- (1) ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การบรรยาย
- ก. เป็นวิธีการสอนที่ใช้เวลาน้อย เมื่อเทียบกับวิธีการสอนแบบ
 - ข. เป็นวิธีสอนที่ใช้กับผู้เรียนจำนวนมากได้
 - ค. เป็นวิธีสอนที่สะดวกไม่ยุ่งยาก
 - ง. เป็นวิธีสอนที่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้มาก

- (2) ข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การบรรยาย
- ก. เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีบทบาทน้อย จึงอาจทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการบรรยาย
 - ข. เป็นวิธีสอนที่อาศัยความสามารถของผู้บรรยาย ถ้าผู้บรรยายไม่มีศิลปะในการบรรยายที่ดึงดูดใจผู้เรียน ผู้เรียนอาจขาดความสนใจ และถ้าผู้สอนขาดการเรียบเรียงเนื้อหาสาระอย่างเหมาะสม ผู้เรียนอาจไม่เข้าใจ และไม่สามารถซักถามได้ถ้าผู้บรรยายไม่เปิดโอกาส
 - ค. เป็นวิธีสอนที่ไม่สนองตอบความต้องการและความแตกต่างระหว่างบุคคล

โดยสรุป การสอนแบบบรรยายเป็นวิธีการสอนที่ครูต้อง พูด บอก เล่า อธิบาย เนื้อหาสาระโดยใช้สื่อประกอบ การสอนแบบบรรยายช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้เรียนรู้เนื้อหาสาระพร้อมกันได้ในเวลาจำกัด เป็นการสอนที่ผู้เรียนมีบทบาทน้อยและไม่สนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.6.3 การเรียนการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยึดหลักการเรียนรู้ของกระบวนการกลุ่ม ดังนี้

1) ความหมายของการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม

การสอนแบบกลุ่มกิจกรรม หมายถึง การเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน เน้นการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 60)

การสอนแบบแบ่งกลุ่มทำกิจกรรม หมายถึง วิธีสอนที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยกันค้นคว้าหรือทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ เพื่อช่วยให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนยิ่งขึ้น นักเรียนจะเกิดการเรียนได้ดีเพราะได้ลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเอง (อาภรณ์ ใจเที่ยง 2540 : 108)

โดยสรุป การสอนแบบกลุ่มกิจกรรม หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ครูมอบหมายให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน

2) *วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็ก* ประสัคดิ์ หอมสนิท (2543 : 241) ได้กล่าวถึงวิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กไว้ ดังนี้

(1) *ความหมายของวิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็ก* การเรียนการสอนกลุ่มเล็ก เป็นกลวิธีหรือกิจกรรมที่จัดให้แก่ผู้เรียนเป็นกลุ่ม จำนวนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป และจำนวนสมาชิกมากที่สุดประมาณ 12 คน ไม่ควรเกิน 15 คน ได้ร่วมกันปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีเป้าหมายร่วมกัน

(2) *ลักษณะของวิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็ก* วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กไม่ว่าจะเป็นวิธีใดก็ตาม ยึดหลักการจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้ของกระบวนการกลุ่ม ซึ่ง ทิศนา เขมมณี (2522) ได้กล่าวถึงหลักการเรียนรู้ของกระบวนการกลุ่มไว้ว่า

ก. *หลักการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นจุดศูนย์กลาง* ซึ่งเน้นให้ครูพยายามจัดการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้ทั่วถึงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะการที่ผู้เรียนได้มีบทบาทต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อม ความกระตือรือร้นที่จะเรียน และเรียนอย่างมีชีวิตชีวา

ข. *หลักการสอนที่ยึดกลุ่มเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญ* เน้นให้ครูพยายามจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากกลุ่มให้มาก จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และเรียนรู้ที่จะปรับตัวให้สามารถอยู่และทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ดีขึ้น

ค. *หลักการสอนที่ยึดการค้นพบด้วยตนเอง* เป็นกระบวนการสำคัญในการเรียนรู้ ซึ่งเน้นให้ครูพยายามจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พยายามค้นหาและพบคำตอบด้วยตนเอง

ง. *หลักการสอนที่ยึดความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้* ว่าเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการแสวงหาความรู้และคำตอบนั้น ๆ ดังนั้น ครูจึงพยายามเน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ถึงกระบวนการต่าง ๆ ในการแสวงหาคำตอบด้วย ไม่ใช่มุ่งแต่ที่คำตอบอย่างเดียว

จ. *หลักการสอนที่ยึดความสำคัญของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน* ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายยิ่งขึ้น ดังนั้นครูจึงพยายามจัดการกระบวนการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดค้นหาแนวทางที่จะนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับจากการเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งพยายามติดตามผลการปฏิบัติของผู้เรียนด้วย

(3) แนวทางการใช้วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็ก การสอนแบบกลุ่มเล็ก ใช้ได้ทุกโอกาส ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะต้องทำงานร่วมกันกระบวนการและกิจกรรมในชั้นเรียน จะเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะกระบวนการคิด การวิเคราะห์ และกระบวนการแก้ปัญหา ตลอดจนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าเนื้อหาวิชานั้น ๆ แต่การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มเล็กนี้ หากมิได้มีการจัดอย่างมีประสิทธิภาพแท้จริงแล้วผู้เรียนจะเกิดความเบื่อหน่าย และไม่เห็นคุณค่าการเรียนรู้ที่เกิดกระบวนการสอน แต่กลับเห็นว่าเนื้อหาวิชาที่ได้รับนั้นน้อยไป แนวทางที่ช่วยให้การใช้วิธีการเรียนการสอนแบบนี้มีประสิทธิภาพคือ

- ก. ชี้ให้เห็นความสำคัญของการสอนแบบกลุ่มเล็ก
- ข. ช่วยผู้เรียนให้เห็นจุดประสงค์ของการศึกษาทุกครั้ง และหาวิธีการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น
- ค. ชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของการทำงานร่วมกับการอภิปรายและการฟังที่มีประสิทธิภาพ
- ง. ช่วยให้ผู้เรียนประเมินผลของการอภิปรายเป็นบางครั้งบางคราว เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงการก้าวหน้าของการเรียนรู้

(4) ขั้นตอนของกระบวนการกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้

- ก. **ขั้นจัดกลุ่ม** เป็นระยะที่สมาชิกสร้างความคุ้นเคย ผู้สอนจึงเป็นผู้นำกลุ่มที่จะให้สมาชิกรู้จักกัน และเกิดบรรยากาศที่เป็นมิตร
- ข. **ขั้นสร้างความคุ้นเคย** เป็นระยะที่สมาชิกได้ทำความรู้จักกัน แล้วกลุ่มจะเริ่มคิดถึงเป้าหมายและงานที่จะทำร่วมกัน ระยะนี้ผู้สอนกับผู้เรียนจะได้ตั้งเป้าหมายของการเรียนรู้และกิจกรรมที่จะทำร่วมกัน
- ค. **ขั้นระดมความคิด** สมาชิกพยายามร่างกฎเกณฑ์และหน้าที่ภายในกลุ่ม เสนอข้อคิดเห็นต่าง ๆ ระยะนี้ผู้สอนอาจปล่อยให้ผู้เรียนทำงานตามลำพังหรือร่วมกิจกรรม เช่น เป็นสมาชิกของกลุ่มคนหนึ่ง
- ง. **ขั้นกระชับความสัมพันธ์** ระยะนี้กลุ่มจะมีความสัมพันธ์แน่นแฟ้นขึ้น ทำงานด้วยความเห็นอกเห็นใจ และงานของกลุ่มดำเนินไปด้วยดี
- จ. **ขั้นสลายกลุ่ม** เป็นระยะสุดท้ายที่สมาชิกทำงานร่วมกันจนเป็นที่เรียบร้อยแล้วสลายตัว ระยะนี้ผู้สอนอาจใช้เวลาทบทวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปหรือแนะนำทางในการศึกษาต่อไป

(5) ประเภทของวิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็ก วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กมีหลายวิธี ดังนี้

ก. แบ่งตามสถานที่ ได้แก่ วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กในห้องเรียน วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กนอกห้องเรียน และ วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กกระบบเครือข่าย

ข. แบ่งตามลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กแบบกิจกรรมกลุ่ม วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กแบบอภิปรายกลุ่ม และ วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กแบบแก้ปัญหา

โดยสรุป วิธีการเรียนการสอนกลุ่มเล็กเป็นกิจกรรมที่จัดให้แก่ผู้เรียนเป็นกลุ่ม ชี้ดหลักการจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้ของกระบวนการกลุ่ม คือ (1) ให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ให้ทั่วถึงมากที่สุด (2) ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากกลุ่มให้มาก (3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พยายามค้นหาและพบคำตอบด้วยตนเอง (4) เน้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ถึงกระบวนการต่าง ๆ ในการแสวงหาคำตอบ และ (5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดค้นหาแนวทางที่จะนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับจากการเรียนไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.6.4 การสอนแบบสาธิต ทิศนา แจมณี (2550 : 330 – 332) ได้กล่าวถึงการสอนโดยใช้การสาธิตไว้ ดังนี้

1) ความหมายของการสอนแบบสาธิต หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการแสดงหรือทำสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ให้ผู้เรียนสังเกต แล้วให้ผู้เรียนซักถาม อภิปราย และ สรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกต การสาธิต

2) ขั้นตอนสำคัญของการสอน ได้แก่ (1) ผู้สอนแสดงการสาธิต ผู้เรียนสังเกตการสาธิต (2) ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายและสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสาธิต และ (3) ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) เทคนิคในการใช้วิธีการสอนแบบสาธิต

(1) การเตรียมการ ผู้สอนจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวพอสมควร เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างสะดวกและราบรื่น การเตรียมตัวที่สำคัญ คือ ผู้สอนควรมีการซ้อมการสาธิตก่อนเพื่อจะได้เห็นปัญหาและเตรียมแก้ไข และป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น ต่อไปจึงจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ที่จะใช้ในการสาธิต และจัดวางไว้อย่างเหมาะสมสะดวกแก่การใช้ นอกจากนี้ควรจัดเตรียมแบบสังเกตการสาธิต และเตรียมคำถามหรือประเด็นที่จะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิดและอภิปรายด้วย

(2) *ก่อนการสาธิต* ผู้สอนควรให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะสาธิตแก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจสิ่งที่สาธิตได้ดี โดยอาจใช้วิธีบรรยาย หรือเตรียมเอกสารที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนให้ผู้เรียน หรือใช้สื่อ เช่น วิกิทัศน์ หรือผู้สอนอาจมอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาเนื้อหาสาระที่จะสาธิตมาแล้วล่วงหน้า นอกจากนั้นควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกต หรือจัดทำแบบสังเกตการสาธิตให้ผู้เรียนใช้ในการสังเกต และผู้สอนอาจใช้เทคนิคการมอบหมายให้ผู้เรียนรายบุคคลสังเกตเป็นพิเศษเฉพาะจุด เฉพาะประเด็น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตั้งใจสังเกต และมีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง

(3) *การสาธิต* ผู้สอนอาจใช้วิธีการบรรยายประกอบการสาธิต การสาธิตควรเป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอน ใช้เวลาอย่างเหมาะสมไม่เร็วเกินไป ขณะสาธิตอาจใช้แผนภูมิ กระดานดำ หรือแผ่นโปร่งใสประกอบ และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม หรือซักถามผู้เรียนเป็นระยะ ๆ เพื่อกระตุ้นความคิดและความสนใจของผู้เรียน และในบางกรณีอาจให้ผู้เรียนบางคนมาช่วยในการสาธิตด้วย เทคนิคการสาธิตอีกเทคนิคหนึ่งคือการใช้การสาธิตเทียบแทนการบรรยายประกอบการสาธิต และอาจมีการสาธิตซ้ำหากผู้เรียนยังไม่เกิดความเข้าใจชัดเจน นอกจากนั้นผู้สอนอาจให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายแสดงการสาธิตด้วยก็ได้ ในกรณีที่การสาธิตมีสิ่งที่จะต้องเป็นอันตรายได้ ผู้สอนจะต้องสอนให้ผู้เรียนระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย และควรเตรียมการป้องกันและแก้ปัญหาไว้ด้วย

(4) *การอภิปรายสรุปการเรียนรู้* หลังจากการสาธิตแล้วผู้สอนควรให้ผู้เรียนรายงานสิ่งที่ได้สังเกตเห็นแลกเปลี่ยนกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม ผู้สอนควรเตรียมคำถามไว้กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดด้วย ผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดที่แต่ละคนได้รับการสาธิตของครูและร่วมกันสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับ

โดยสรุป การสอนแบบสาธิตคือการสอนที่ครูทำให้ดูเป็นตัวอย่าง หรือครูให้ผู้เรียนบางคนช่วยทำเป็นตัวอย่าง ทำให้ผู้เรียนได้เห็นลำดับขั้นตอนต่าง ๆ อย่างชัดเจน สำหรับเนื้อหาสาระที่เน้นขั้นตอนการปฏิบัติงาน และเนื้อหาสาระที่ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการอ่านหรือฟังการบรรยายเพียงอย่างเดียว

2.6.5 การสอนแบบฝึกปฏิบัติ

1) ความหมายของการสอนฝึกปฏิบัติ

การสอนฝึกปฏิบัติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกทักษะนักเรียนที่ยังทำงานไม่เป็น และฝึกฝนนักเรียนที่ทำงานเป็นแล้วให้เกิดความชำนาญยิ่งขึ้น เป็นการให้ประสบการณ์ตรงกับนักเรียน ที่มุ่งให้เกิดการผสมผสานกันระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ (กรมวิชาการ 2527 : 1)

การสอนฝึกปฏิบัติ หมายถึง การกระทำซ้ำเพื่อพัฒนาทักษะ โดยลงมือปฏิบัติจริงในสิ่งที่ได้เรียนมา ซึ่งการปฏิบัติย่อยๆ จะเป็นการกระทำซ้ำๆ ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อลงมือกระทำจริง และเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง (วีระ ไทยพานิช 2529 : 20)

การสอนฝึกปฏิบัติ หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองปฏิบัติฝึกการใช้ทฤษฎีโดยผ่านการสังเกต และการทดลอง ภายใต้สภาพที่ควบคุมไว้ (บุญชม ศรีสะอาด 2537 : 68)

การสอนฝึกปฏิบัติ หมายถึง กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรง เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือข้อเท็จจริงจากการสังเกตและทดลองเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม (กาญจนา เกียรติประวัติ 2524 : 86)

โดยสรุป การสอนแบบฝึกปฏิบัติ เป็นการให้ประสบการณ์ตรงกับผู้เรียน ซึ่งเกิดจากการผสมผสานกันระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ มุ่งให้เกิดทักษะและความชำนาญ ภายใต้สภาพการณ์ที่ควบคุมไว้

2) ความสำคัญของการสอนฝึกปฏิบัติ

กรมวิชาการ (2527 : 1) กล่าวถึงความสำคัญของการสอนฝึกปฏิบัติไว้ว่า ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ ฝึกฝนและปฏิบัติตามความรู้ ความเข้าใจ เกิดทักษะในการทำงาน นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ช่วยส่งเสริมนักเรียนเกิดความคิดริเริ่ม และพัฒนานิสัยในการทำงาน มีเจตคติที่ดี มั่นใจต่องานที่ปฏิบัติ และเพื่อให้องค์กรเห็นปัญหาและหาวิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 69) กล่าวถึงความสำคัญของการสอนฝึกปฏิบัติไว้ว่า เป็นการทำให้ผู้สอนมีอิสระที่จะให้ความช่วยเหลือ และการสอนแก่นักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือ นักเรียนศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติ จากสื่อที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนที่นักเรียนจะทำการสืบเสาะหาความรู้และค้นพบความรู้ และนักเรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีทักษะมากขึ้น

โดยสรุป การสอนฝึกปฏิบัติมีความสำคัญ คือ ทำให้ผู้สอนมีอิสระที่จะให้ความช่วยเหลือและการสอนแก่นักเรียน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ ฝึกฝนและปฏิบัติตามความรู้ ความเข้าใจ เกิดทักษะในการทำงาน นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ พัฒนานิสัยในการทำงาน มีเจตคติที่ดี

3) รูปแบบของการสอนฝึกปฏิบัติ นวลจิตต์ เชาว์กิริติพงษ์ (2544 : 210-211) เสนอรูปแบบการสอนฝึกปฏิบัติ 3 รูปแบบ ดังนี้

(1) สอนทฤษฎีก่อนปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

- ก. เนื้อหาของงานมีลักษณะซับซ้อน นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจหลักการพื้นฐาน เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติงานให้ได้ผลดี
- ข. ลักษณะของเนื้อหาการสอนภาคทฤษฎีสามารถแยกส่วนออกจากส่วนที่เป็นเนื้อหาภาคปฏิบัติได้อย่างชัดเจน
- ค. ต้องเป็นเรื่องใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนรู้มาก่อน หรือเป็นงานที่มีความยากกว่าความรู้เดิมที่นักเรียนมี
- ง. ผู้สอนต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ผลงานปฏิบัติ เพื่อยืนยันความรู้ทางทฤษฎี

(2) สอนปฏิบัติก่อนทฤษฎี มีลักษณะดังนี้

- ก. เนื้อหาของงานปฏิบัติมีลักษณะไม่ซับซ้อน หรือเป็นงานที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์มาบ้างแล้ว
- ข. ผู้สอนต้องการทบทวนหรือทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนในการทำงานปฏิบัติ หรือความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานชิ้นนั้น
- ค. ผู้สอนต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ โดยการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเองก่อน แล้วจึงเชื่อมโยงให้เกิดความรู้ ความเข้าใจทางทฤษฎีได้ชัดเจนขึ้นในภายหลัง
- ง. ผู้สอนต้องการให้นักเรียนแสดงฝีมือ ผลงาน หรือความคิดสร้างสรรค์ของตนอย่างมีอิสระเต็มที่ก่อนที่จะได้รับเนื้อหาความรู้จากผู้สอน

(3) สอนทฤษฎีและปฏิบัติพร้อม ๆ กัน มีลักษณะดังนี้

- ก. บทเรียนที่ต้องการสอนมีลักษณะเนื้อหาทฤษฎีและปฏิบัติไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน
- ข. เนื้อหาของงานปฏิบัติเป็นเรื่องที่มีความยากซับซ้อน ไม่สามารถแยกส่วนงานปฏิบัติเป็นงานย่อย ๆ ได้ชัดเจน หรือเป็นงานที่ต้องใช้เวลาทำอย่างต่อเนื่องจนผู้สอนไม่สามารถสาธิตการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบได้ หรือเป็นงานที่ต้องใช้วัสดุฝึกจำนวนมาก มีจำกัด ราคาแพง และเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ
- ค. นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ทฤษฎีและงานปฏิบัติในเรื่องนั้น ๆ มาบ้างแล้ว แต่ยังไม่มากพอจะลงมือปฏิบัติงานได้
- ง. เป็นงานเฉพาะกิจที่ผู้สอนและนักเรียนต้องช่วยกันทำงานหรือแก้ไขปัญหานั้น ๆ ไปพร้อมกัน

4) รูปแบบของการสอนฝึกปฏิบัติ ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2541 : 65 – 66) เสนอรูปแบบการสอนฝึกปฏิบัติไว้ ดังนี้

(1) แบบบรรยายย่อก่อนการปฏิบัติ เป็นการสอนโดยการอธิบาย ทฤษฎี หลักการ และวิธีการเกี่ยวกับการงานที่จะปฏิบัติให้ฟังพอสังเขป แล้วจึงให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

(2) แบบสาธิตการทำงานก่อนการปฏิบัติ เป็นการสอนขั้นตอนการทำงานให้นักเรียนได้เข้าใจ และสามารถปฏิบัติตามได้แล้วจึงลงมือปฏิบัติต่อไป

(3) แบบปฏิบัติโดยตรง ใช้กับนักเรียนที่มีประสบการณ์และเป็นการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกับงานเดิมที่ยังทำไม่สำเร็จ

(4) แบบปฏิบัติแล้วอภิปรายกลุ่ม เป็นการติดตามผลจากนักเรียนแล้ว เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกถึงข้อดีข้อเสียของทักษะที่ฝึก รวมทั้งวิจารณ์เสนอแนะในแนว ประยุกต์

(5) แบบปฏิบัติแล้วเขียนรายงาน เป็นการติดตามผลการปฏิบัติในรูปแบบของลายลักษณ์อักษร ซึ่งสามารถเก็บไว้อ้างอิงต่อไปในภายหลังได้

(6) แบบปฏิบัติตามชุดการสอนสำเร็จรูป เป็นรูปแบบการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งนับวันจะมีจำนวนและความสำคัญมากยิ่งขึ้น

(7) แบบปฏิบัติในรูปแบบโครงงาน ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องมาตรฐานฝีมือ ที่ต้องเป็นมาตรฐานเดียวกันของช่างอุตสาหกรรม หรือเพื่อเป็นการเพิ่มประสบการณ์ในความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่ได้ปฏิบัติโครงงานตามความสนใจ ความถนัด และความสามารถของตนเอง

โดยสรุป รูปแบบการสอนแบบฝึกปฏิบัติมี 3 รูปแบบ คือ สอนทฤษฎีก่อนปฏิบัติ สอนปฏิบัติก่อนทฤษฎี และ สอนทฤษฎีและปฏิบัติพร้อม ๆ กัน

2.6.6 การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง

1) ความหมายของการใช้สถานการณ์จำลอง

สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2541 : 113) ให้ความหมายของการใช้สถานการณ์จำลองไว้ว่า หมายถึง การนำเอาสถานการณ์จริงมาจัดใหม่ แต่พยายามให้มีสภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด แล้วให้ผู้เรียนอยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือปฏิบัติงาน การจัดสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนนี้จะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหา การควบคุมสถานการณ์ การตัดสินใจ ตลอดจนการทำงานเป็นกลุ่ม ภายใต้สภาพแวดล้อมสมจริง

ทักษะที่ได้รับจากการฝึกฝนดังกล่าว จะทำให้เขาคุ่นเคยและเมื่อเผชิญกับเหตุการณ์คล้ายกัน ก็จะสามารถควบคุมสถานการณ์นั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทิสนา แคมณี (2550 : 370) ให้ความหมายของการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองไว้ว่า หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนลงไปเล่นในสถานการณ์ที่มีบทบาท ข้อมูล และกติกการเล่น ที่สะท้อนความเป็นจริง และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่สถานการณ์นั้น โดยใช้ข้อมูลที่มีสภาพคล้ายข้อมูลในความเป็นจริง ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เล่นในลักษณะเดียวกันกับที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540 : 126) ให้ความหมายของวิธีสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองไว้ว่า หมายถึง การสร้างสถานการณ์ขึ้นมาให้ใกล้เคียงกับสภาพความจริง ซึ่งผู้เรียนอาจจะประสบในภายหลัง การเรียนด้วยสถานการณ์จำลองจะช่วยให้เกิดการถ่ายโยงความรู้ที่ดีและได้ผลมากที่สุด ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลองทำให้เกิดการเรียนรู้ และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

2) ขั้นตอนการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540 : 126 – 127) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) **ขั้นเตรียมการสอน** เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดสถานการณ์จำลอง กำหนดโครงสร้างของสถานการณ์จำลอง และกำหนดสื่อการสอน

ก. **การกำหนดจุดประสงค์** ครูผู้สอนควรเตรียมให้ชัดเจนว่าให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอะไรบ้าง เมื่อนักเรียนเรียนรู้จากสถานการณ์แล้ว ต้องการให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาใดได้เมื่อพบสถานการณ์นั้นแล้ว การกำหนดจุดประสงค์ไว้ชัดเจนจะช่วยให้การสร้างสถานการณ์จำลองทำได้ง่ายขึ้น

ข. **กำหนดสถานการณ์จำลอง** ครูควรพิจารณาเลือกสถานการณ์ที่เป็นจริงมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยเป็นสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ วินิจฉัย และตัดสินใจที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงซึ่งก่อให้เกิดการเรียนรู้ และทักษะที่ต้องการ

ค. **กำหนดโครงสร้างของสถานการณ์จำลอง**

ง. **กำหนดสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น**

(2) **ขั้นดำเนินการสอน** มีลำดับขั้นดังนี้

ก. **ผู้สอนเสนอสถานการณ์จำลอง** โดยอาจใช้วิธีเล่าให้ฟังถึงสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ให้ครูอุปภาพแล้วเล่าประกอบ ให้ดูภาพยนตร์สถานการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นต้น

ข. นักเรียนศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา อาจให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อยร่วมกันแสดงความคิดเห็น

ค. นักเรียนเสนอผลงานแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นตัวแทนกลุ่มหรือทั้งหมด

(3) **ชั้นอภิปรายและสรุปผล** เป็นการอภิปรายหลังจากจบสถานการณ์จำลอง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดทุกฝ่ายต้องร่วมกันอภิปราย โดยพยายามค้นหาว่าอะไรเกิดขึ้นและทำไมจึงเกิดสถานการณ์เช่นนั้น การอภิปรายจะช่วยให้ครูประเมินความสำเร็จและความล้มเหลวของสถานการณ์ และควรทำทันทีเมื่อจบสถานการณ์จำลองนั้น ๆ ลักษณะของการอภิปรายครูอาจใช้คำถามในลักษณะที่ประเมินผลผู้ร่วมกิจกรรม โดยให้อธิบายว่าเกิดความคิดอะไรบ้าง ในขณะที่เข้าไปร่วมกิจกรรมในสถานการณ์นั้น ๆ ได้กระทำอะไรจากความคิดนั้นไปบ้าง ใครเป็นผู้มีอิทธิพลมากที่สุด และใครเข้าร่วมกิจกรรมได้ดีที่สุด ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมอธิบายความรู้สึกที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นการประเมินผล ในการสรุปตอนท้ายควรอภิปรายเกี่ยวกับข้อดีข้อเสีย และสิ่งที่ควรปรับปรุง เพื่อจะใช้สถานการณ์จำลองนั้นซ้ำอีก

โดยสรุป การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง เป็นการนำเอาสถานการณ์จริงมาจัดใหม่ แต่พยายามให้มีสภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด แล้วให้ผู้เรียนอยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือปฏิบัติงาน ขั้นตอนการสอนมี 3 ขั้น คือ (1) ขั้นเตรียม เป็นการกำหนดจุดประสงค์ กำหนดสถานการณ์จำลอง กำหนดโครงสร้างของสถานการณ์จำลอง และกำหนดสื่อการสอน (2) ขั้นดำเนินการสอน เป็นการเสนอสถานการณ์จำลองของครู การศึกษาปัญหา แนวทางแก้ไขปัญหา และการเสนอผลงานแนวทางแก้ไขปัญหานักเรียน และ (3) ชั้นอภิปรายและสรุปผล เป็นการอภิปรายหลังการจบสถานการณ์จำลอง

2.6.7 การสอนแบบอภิปราย

1) **ความหมายของการสอนแบบอภิปราย** สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2541 : 91) ให้ความหมายการสอนแบบอภิปรายไว้ว่า เป็นวิธีการสอนที่นำเอาหัวข้อประเด็นหรือปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมาให้ผู้เรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ การสอนแบบอภิปรายนี้สามารถนำไปใช้ได้ทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย และเป็นการสอนที่มีกระบวนการไม่ยุ่งยากนัก จึงเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

โดยสรุป การสอนแบบอภิปรายเป็นการสอนที่นำเอาประเด็นหรือปัญหา มาให้ผู้เรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ได้ทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย

2) **ความสำคัญของการสอนแบบอภิปราย** สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2541 : 91 - 92) กล่าวถึงคุณค่าของการสอนแบบอภิปรายไว้ว่า ให้คุณค่าแก่ผู้เรียนทุกด้าน

คือ (1) ด้านความรู้ ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองและจากสมาชิกในกลุ่ม และกลุ่มอื่น ๆ ด้วย สามารถจัดลำดับความรู้ของตนเองเป็นหมวดหมู่ (2) ด้านเจตคติ เป็นการพัฒนาค่านิยมประชาธิปไตย และพัฒนาค่านิยมของผู้เรียนด้วย และ (3) ด้านทักษะการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับ ทักษะกระบวนการคิด ทักษะในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทักษะในการพูดและแสดงความคิดเห็น และ ทักษะในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

โดยสรุป การสอนแบบอภิปรายให้คุณค่าแก่ผู้เรียนด้าน ความรู้ เจตคติ และ ทักษะการเรียนรู้

3) การอภิปรายกลุ่มใหญ่ เป็นการอภิปรายที่ใช้สอนผู้เรียนทั้งชั้น มีรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ (สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข 2541 : 93 - 96)

(1) การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนนั้น

(2) การอภิปรายแบบซักถามทั้งชั้น การอภิปรายวิธีนี้ใช้เมื่อต้องการ

หลีกเลี่ยงการสอนแบบบรรยาย

(3) การอภิปรายซักถามท้ายชั่วโมง เป็นการอภิปรายซักถาม เปิด

โอกาสให้ผู้ฟังแสดงความคิดเห็น

โดยสรุป รูปแบบการสอนอภิปรายกลุ่มใหญ่ มีรูปแบบ คือ การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน การอภิปรายแบบซักถามทั้งชั้น และ การอภิปรายซักถามท้ายชั่วโมง

2.7 การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนแบบอิงประสบการณ์

2.7.1 ความหมายของการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียน

สภาพแวดล้อมทางการเรียน หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่มีการจัดขึ้นหรือที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ทั้งที่ปรากฏอยู่ในห้องเรียน ในโรงเรียน และ นอกโรงเรียน ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียนการสอน (จันทร์พิมพ์ สายสมร 2543 : 67)

การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนแบบอิงประสบการณ์ เป็นการจัดเตรียมบริบท/สถานการณ์ เป็นสิ่งสำคัญ ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมสถานที่ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของบริบทและสถานการณ์ ซึ่งได้แก่ มุมหนังสือ บริเวณรอบ ๆ ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องสมุด ฯลฯ ซึ่งเป็นแหล่งให้นักเรียนได้เผชิญประสบการณ์ (วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2541 : 231)

โดยสรุป การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนแบบอิงประสบการณ์ เป็นการจัดเตรียมบริบทและสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เผชิญประสบการณ์

2.7.2 ความสำคัญของการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียน

ตัวแปรสำคัญในการเรียนการสอนนอกจากผู้เรียนและผู้สอนแล้วยังมีสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน เนื่องจากมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการ

เรียนการสอน มีผลการศึกษาพบว่าสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนหลายประการ ดังนี้ (1) เป็นเงื่อนไขการเรียนรู้ (2) เป็นตัวกำหนดทิศทางการเรียนรู้ (3) เป็นสื่อการเรียนรู้ (4) เป็นตัวสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน และ (5) เป็นประโยชน์ต่อการเรียน (จันทร์พิมพ์ สายสมร 2543 : 67)

การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนช่วยสนับสนุนและอำนวยความสะดวกต่อการจัดการเรียนการสอน จูงใจให้นักเรียนใฝ่หาการเรียนรู้ เกิดความอยากเรียนอยากรู้ และเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ และปรีชา วิหคโต 2541 : 246 – 248)

โดยสรุป การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนมีความสำคัญในฐานะช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

2.7.3 หลักการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ นิคม ทาแดง และศรีสุดา จริยากุล (2543 : 755 – 757) กล่าวว่า การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนควรสร้างศูนย์ความสนใจไว้ในห้องเรียนหรือมุมวิชาการ ซึ่งนิยมจัดไว้ตามมุมห้องหรือตรงกลางผนังห้อง มีกล่องชุดการสอนวิชาต่าง ๆ ไว้เพื่อสะดวกต่อการที่ครูและนักเรียนจะนำไปใช้ และควรมีกระดานนิเทศเพื่อประคับผลงานของนักเรียน ซึ่งจะนำความภาคภูมิใจให้นักเรียนเอง และเป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หลักการจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนมีแนวทาง ดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ และปรีชา วิหคโต 2541 : 247 – 248)

1) *สภาพห้องเรียน* ควรจัดวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องเรียนให้ถูกหลักวิชา โดยเฉพาะการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน โดยอิงทฤษฎีทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ห้องเรียนไม่ควรมีเสียงรบกวน มีแสงสว่างเพียงพอ อากาศถ่ายเทได้สะดวกในห้องเรียนควรตกแต่งให้สวยงาม มีโต๊ะเก้าอี้อย่างเพียงพอ และมีขนาดเหมาะสมกับนักเรียน

2) *แบบเรียนและสื่อสิ่งพิมพ์* ควรมีปริมาณพอเพียงและเหมาะสมกับวัย ระดับความรู้ ความสนใจ และความต้องการของนักเรียน

3) *อุปกรณ์การศึกษาหรือสื่อ* ควรมีปริมาณพอเพียงและเหมาะสมกับวัย ทันสมัย และถูกต้อง

4) *กิจกรรมการเรียนการสอน* ควรจัดให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประกอบกิจกรรม ให้นักเรียนได้รับความรู้สึกในความสำเร็จ และได้รับการเสริมแรงทันที

5) *สภาพแวดล้อมควรสะอาด* จัดอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างมีระเบียบ จัดให้มีที่ว่างส่วนบุคคล และจัดสภาพห้องเรียนให้นักเรียนไม่รู้สึกแออัด

โดยสรุป หลักการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนควรสร้างศูนย์ความสนใจไว้ในห้องเรียน โดยจัดวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องเรียนให้ถูกหลักวิชา อิงทฤษฎีทาง

จิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน

2.8 ผลกระทบจากการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยขงศ์ พรหมวงศ์ (2545 : 151 - 152) กล่าวถึงผลกระทบจากการสอนแบบอิงประสบการณ์ไว้ ดังนี้ (1) ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิต โดยมุ่งให้ “ทำได้” มากกว่า “มุ่งให้รู้” แต่ไม่มีเป้าหมายเด่นชัดว่าจะนำความรู้ไปทำอะไร (2) เป็นการเลียนแบบธรรมชาติของชีวิตจริงที่เมื่อมีปัญหาที่ต้องประสบ นักเรียนก็จะขวนขวายหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ได้กระบวนการทำงานที่สามารถนำติดตัวไปใช้ได้ (3) บทบาทครูและนักเรียนเปลี่ยนไป นักเรียนมีความรับผิดชอบในการแสวงหาความรู้มาใช้ในการเผชิญประสบการณ์จากผู้รู้และแหล่งความรู้ต่าง ๆ ครูทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงาน ให้คำปรึกษา ให้ข้อมูล ตามที่นักเรียนร้องขอและประเมินการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่นักเรียนต้องเผชิญ และ (4) ระบบการสอนแบบอิงประสบการณ์จะเป็นการเรียนการสอนที่เป็นสากล และเป็นระบบแห่งอนาคต

โดยสรุป ผลกระทบจากการสอนแบบอิงประสบการณ์ คือ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิต เป็นการเลียนแบบธรรมชาติของชีวิตจริง ทำให้ได้กระบวนการทำงานที่สามารถนำไปใช้ได้ บทบาทครูและนักเรียนเปลี่ยนไป เป็นระบบการเรียนการสอนที่เป็นสากล และเป็นระบบแห่งอนาคต

3. ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ครอบคลุมรายละเอียด ดังนี้ (1) ความหมายของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (2) องค์ประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ (3) ขั้นตอนการผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

3.1 ความหมายของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เป็นชุดสื่อประสมที่จัดเตรียมไว้สำหรับกำหนดแนวทางการเผชิญประสบการณ์ เพื่อให้นักเรียนทราบประสบการณ์หลัก รอง ภารกิจและงาน และรายละเอียดขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแผนเผชิญประสบการณ์ โดยใช้ข้อมูลจากประมวลสาระ และแหล่งความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้การเผชิญประสบการณ์สำเร็จลุล่วง (วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2541 : 224)

โดยสรุป ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เป็นชุดสื่อประสมที่จัดเตรียมไว้สำหรับการเผชิญประสบการณ์

3.2 องค์ประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ประกอบด้วย คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ประมวลสาระ สื่ออื่น ๆ และคู่มือเผชิญประสบการณ์ (วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2541 : 231)

3.2.1 คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เป็นการชี้แนะแนวทางการใช้ชุดการสอนให้ผู้ใช้ทราบ ประกอบด้วย 3 ภาค ได้แก่

ภาค 1 บทนำ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ รายละเอียดวิชา หลักสูตร การเตรียมตัวของครูและนักเรียน แผนผังการจัดห้องเรียน บริบท และสิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้า

ภาค 2 รายละเอียดประสบการณ์ ประกอบด้วย แผนการสอนแบบอิงประสบการณ์ แผนเผชิญประสบการณ์ แผนกำกับประสบการณ์ แผนผลิตสื่อ ชุดประสบการณ์ เครื่องมือประเมินประสบการณ์ ได้แก่ แบบสังเกตวัดการปฏิบัติงาน แบบสังเกตพฤติกรรมกลุ่ม แบบสอบถามความคิดเห็น และ ภาคผนวก

ภาค 3 คู่มือเผชิญประสบการณ์ (สำหรับนักศึกษา) ประกอบด้วย แบบประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์พร้อมเฉลย แผนเผชิญประสบการณ์ แบบฝึกปฏิบัติพร้อมเฉลย แบบประเมินหลังเผชิญประสบการณ์พร้อมเฉลย และภาคผนวก (ถ้ามี)

3.2.2 ประมวลสาระและสื่ออื่น ๆ ประกอบด้วยแผนผังความคิด คำโครงเนื้อหา แนวคิด วัตถุประสงค์ เนื้อหาตามหัวเรื่อง และ ภาพประกอบ

3.2.3 สื่อเสริม เป็นสื่อประกอบการเผชิญประสบการณ์ ใช้เป็นสื่อเสริมประมวลสาระ ได้แก่สื่อโสตทัศนเพื่อการสอน

3.2.4 คู่มือเผชิญประสบการณ์ (สำหรับนักเรียน) ประกอบด้วยแบบประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ แผนเผชิญประสบการณ์ แบบฝึกปฏิบัติ แบบประเมินหลังเผชิญประสบการณ์และภาคผนวก (ถ้ามี)

โดยสรุป องค์ประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ประกอบด้วย

(1) คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (2) ประมวลสาระ (3) สื่อเสริม และ (4) คู่มือเผชิญประสบการณ์

3.3 ขั้นตอนการผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

การผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มีขั้นตอนที่สำคัญ 11 ขั้นตอน ดังนี้ (วาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2541 : 225 - 228)

3.3.1 **ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหา (หลักสูตร/วิชา)** เป็นการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยอย่างน้อย 15 หน่วย หน่วยที่ใช้ผลิตชุดการสอน 1 หน่วย ใช้เวลาในการเรียน 1 สัปดาห์สำหรับใน 1 ภาคการศึกษา

3.3.2 **ขั้นที่ 2 กำหนดชุดประสบการณ์** เป็นการกำหนดหน่วยประสบการณ์เป็น 15 หน่วยประสบการณ์ ซึ่งมีวิธีการและข้อคำนึงถึง ดังนี้

1) วิธีการกำหนดหน่วยประสบการณ์ มีดังนี้

(1) การอิงหน่วยเนื้อหา โดยการเติมอาการนามไว้หน้าเนื้อหา คือ เติม (นาม + คำกริยา) ไว้หน้า เช่น การฝึกปฏิบัติการกราบ การไหว้ การฝึกปฏิบัติคำนวณภาษีเงินได้ หรือบูรณาการประสบการณ์ใหม่ที่มีอาการนำหน้า

(2) แยกหน่วยประสบการณ์ เมื่อได้หน่วยประสบการณ์ 15 หน่วยแล้ว แยกหน่วยประสบการณ์เป็นหน่วยประสบการณ์หลักอย่างน้อย 2 ประสบการณ์หลัก

(3) พิจารณาแต่ละประสบการณ์หลักแล้วแยกเป็นประสบการณ์รองอย่างน้อย 2 ประสบการณ์รอง

(4) ใส่รหัสหมายเลขของหน่วยประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก และประสบการณ์รอง

2) ข้อคำนึงในการกำหนดหน่วยประสบการณ์ มีดังนี้

(1) ชื่อหน่วยประสบการณ์อาจซ้ำกับชื่อหน่วยเนื้อหา แต่ควรเปลี่ยนเป็นการกระทำ (Action Word)

(2) ชื่อประสบการณ์และประสบการณ์รองต้องมีคำนำหน้า

(3) ต้องมีการกำหนดหน่วยประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก และประสบการณ์รองเป็นชั่วโมง

(4) ควรใส่รหัสประสบการณ์ โดยขีดหมายเลขหน่วยเป็นหลัก เช่น 7.1.1 หมายถึง หน่วยประสบการณ์ที่ 7 ประสบการณ์หลักที่ 1 ประสบการณ์รองที่ 1

(5) ชื่อหน่วยประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก และประสบการณ์รองไม่ควรเป็นชื่อเดียวกัน

3.3.3 **ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์และกำหนด ภารกิจ/งาน** เป็นการนำประสบการณ์รองมาแยกเป็นขั้นตอนย่อย 2 ระดับ คือ ภารกิจ และงาน

1) ภารกิจ (Job) เป็นกิจกรรมหลักที่ต้องทำตามระดับจากต้นไปจนจบ การกำหนดภารกิจให้กำหนดเป็นภารกิจ 1 2 3.....หรือ Job (1) Job (2) Job (3).....Job (N)

2) งาน (Task) เป็นกิจกรรมย่อยที่ต้องทำเพื่อให้บรรลุแต่ละภารกิจ การกำหนดงานให้ระบุกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำตามลำดับเป็นงาน 1 2 3.....หรือ Task (1) Task (2) Task (3).....Task (N) ในการเขียนภารกิจและงานให้ใช้คำกริยา ไม่ต้องมีอาการนามประกอบ

3.3.4 ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์และกำหนดเนื้อหาสาระสำหรับแต่ละ ภารกิจ/งาน เป็นการจำแนกเนื้อหาเป็นหัวข้อย่อยตามภารกิจและงาน

3.3.5 ขั้นที่ 5 การเลือกรูปแบบและวิธีการให้ประสบการณ์ เป็นการกำหนดรูปแบบและวิธีการให้ประสบการณ์ให้สอดคล้องกับภารกิจและงาน

1) รูปแบบการให้ประสบการณ์ มี 3 รูปแบบ คือ (1) การเรียนกับครู (Teacher Directed Learning - TDL) (2) การเรียนกับเพื่อน (Peer Directed Learning - PDL) และ (3) การเรียนด้วยตนเอง (Self Directed Learning - SDL)

2) วิธีการให้ประสบการณ์ มีวิธีการให้ประสบการณ์ที่หลากหลาย ได้แก่ กลุ่มสัมพันธ์ (Group Process) สถานการณ์จำลอง (Simulation) เกม (Game) วิทยานิพนธ์ (Case Studies) การสอนแบบอิงปัญหา (Problem - Based Teaching) การทดลอง (Experiment) การสอนแบบโครงการ (Projects Teaching) การฝึกงาน (On The Job Training) และการปฏิบัติจริง (Real Life Practices) เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ

3.3.6 ขั้นที่ 6 กำหนดบริบทและสถานการณ์สำหรับเผชิญประสบการณ์ เป็นการระบุบริบทและสถานการณ์ในหน่วยประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก และประสบการณ์รอง

บริบท (Setting) เป็นเงื่อนไขที่ผู้ที่เกี่ยวข้อง สิ่งที่ต้องมี สถานที่ เวลา ที่ ประสบการณ์จะต้องเกิดขึ้น (อะไร ใคร ที่ไหน อย่างไร)

สถานการณ์ (Situation) เป็นเหตุการณ์ เรื่องย่อที่เกี่ยวข้องหรือนำไปสู่ ประสบการณ์ (การผูกเรื่องต้องสอดคล้องกับความเป็นจริง)

การกำหนดบริบทและสถานการณ์ มีแนวทางดังนี้ (1) การกำหนดบริบท และสถานการณ์ หน่วยประสบการณ์ให้กำหนดบริบทและสถานการณ์ของหน่วยประสบการณ์ และเขียนในแผนการสอนแบบอิงประสบการณ์ (2) การกำหนดบริบทและสถานการณ์สำหรับ ประสบการณ์หลักให้กำหนดบริบทและสถานการณ์ของประสบการณ์หลักในแผนเผชิญ ประสบการณ์ โดยเขียนบรรยายสั้น ๆ เพื่อแสดงว่านักเรียนต้องทำอะไร (ในประสบการณ์รอง) มี รายละเอียดอย่างไร (ภารกิจ/งาน) ที่ไหน เมื่อไร และต้องเตรียมการอย่างไร (3) การกำหนด บริบทและสถานการณ์สำหรับประสบการณ์รอง ให้สรุปบริบทและสถานการณ์อย่างย่อ โดย เขียนเวลาและสถานที่เผชิญประสบการณ์อย่างเดียวในแผนเผชิญประสบการณ์

3.3.7 ขั้นที่ 7 การเลือกและผลิตสื่อสำหรับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ สื่อสำหรับชุดประสบการณ์ประกอบด้วยสื่อหลักและสื่อเสริม สื่อหลัก ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเสริม ได้แก่ สื่อโสตทัศนเพื่อการสอน ก่อนเลือกและผลิตสื่อควรศึกษาทบทวนภารกิจและงาน กำหนดเนื้อหาสื่อหลักและสื่อเสริมในแต่ละภารกิจและงาน จากนั้นจึงเลือกผลิตสื่อหลักและสื่อเสริมในแต่ละหน่วยประสบการณ์ การผลิตสื่อสำหรับชุดประสบการณ์ เป็นการระบุสื่อที่ใช้ในชุดประสบการณ์ว่าเป็นสื่อประเภทใด และระบุว่า เป็นสื่อที่มีอยู่แล้วหรือต้องผลิตใหม่

3.3.8 ขั้นที่ 8 การเขียนแผนการสอนแบบอิงประสบการณ์ แผนเขียนประสบการณ์ แผนกำกับประสบการณ์ และแผนผลิตสื่อการสอน

1) การเขียนแผนการสอนแบบอิงประสบการณ์ เป็นการเขียนแผนหน่วยประสบการณ์ที่ได้ศึกษาวิเคราะห์มาแล้วให้อยู่ในรูปสิ่งจัดแนวคิดล่วงหน้า ประกอบด้วย หน่วยประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ประสบการณ์รอง วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ ขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ สื่อและแหล่งประสบการณ์ และ การประเมิน

2) การเขียนแผนเผชิญประสบการณ์ เป็นการเขียนแผนเผชิญประสบการณ์รอง ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ประสบการณ์และบริบท รายละเอียดของการเผชิญประสบการณ์ครอบคลุมประสบการณ์รอง ภารกิจ งาน ขั้นตอน/วิธีการ เนื้อหา/ข้อมูล บริบท สื่อ/แหล่งความรู้ สิ่งอำนวยความสะดวก และ ประเมิน

3) การเขียนแผนกำกับประสบการณ์ เป็นการระบุขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์ มี 7 ขั้นตอน (1) ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ (2) ปฐมนิเทศประสบการณ์ (3) เผชิญประสบการณ์ (4) รายงานความก้าวหน้า (5) รายงานผลการเผชิญประสบการณ์ (6) สรุปผลการเผชิญประสบการณ์ และ (7) ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์

4) การเขียนแผนผลิตสื่อการสอน เป็นการระบุรายละเอียดของสื่อการสอนที่มีอยู่แล้วหรือต้องผลิตใหม่ที่ครอบคลุม ประเภทสื่อ ชื่อเรื่อง ความยาวของสื่อ วัตถุประสงค์ สรุปเนื้อหา (Synopsis) แหล่งที่มาของสื่อ ขั้นตอนการผลิต และทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตสื่อการสอน

3.3.9 ขั้นที่ 9 การจัดสิ่งอำนวยความสะดวก เส้นทางการเรียน และออกแบบสถานที่เผชิญประสบการณ์

1) สิ่งอำนวยความสะดวก หมายถึง สิ่งที่จะช่วยให้การเผชิญประสบการณ์บรรลุตามที่ตั้งไว้ ได้แก่ สิ่งของต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองหรือใช้ร่วมกับสื่อเช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ ปลั๊กไฟ

2) เส้นทางการเรียน เป็นการลำดับขั้นการเรียนที่นักเรียนต้องผ่านการ

เผชิญประสบการณ์ต่าง ๆ มักเขียนในรูปแบบแผนภูมิ (Flowchart)

3) การออกแบบสถานที่เผชิญประสบการณ์ เป็นการกำหนดสถานที่เผชิญประสบการณ์ การเขียนแผนที่เส้นทางการเรียนของอาคารที่เกี่ยวข้อง การเขียนแผนผังการจัดชั้นเรียน

(1) การกำหนดสถานที่เผชิญประสบการณ์ ได้แก่ ห้องเรียน ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ

(2) การเขียนแผนที่เส้นทางการเรียนของอาคารที่เกี่ยวข้อง เป็นการเขียนอาคารที่ห้องเรียนตั้งอยู่ และอาคารอื่นที่นักเรียนต้องไปค้นคว้าตามสื่อและแหล่งความรู้ที่กำหนดไว้ ในแผนเผชิญประสบการณ์ โดยเขียนเส้นทาง ถนน ชื่ออาคาร และ ลูกศรอย่างชัดเจน

(3) การเขียนแผนผังการจัดชั้นเรียน ประกอบด้วย ประตูทางเข้าออก หน้าต่าง กระจกบานดำ โต๊ะครู มุมหนังสือ โต๊ะปฏิบัติการ และตำแหน่งของการเผชิญประสบการณ์แบบนักเรียนกำกับการเรียนเอง (SDL) เรียนกับเพื่อน (PDL) และเรียนกับครู (TDL) รวมทั้งประกอบกิจกรรมอื่น ๆ ที่ระบุไว้ในแผนเผชิญประสบการณ์

3.3.10 **ขั้นที่ 10 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์** เป็นกระบวนการนำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เพื่อให้ทราบว่าชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มีคุณภาพ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

3.3.11 **ขั้นที่ 11 การปรับปรุงชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์** เป็นการนำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว ปรับปรุงในด้านประสบการณ์รอง ภารกิจ/งาน สื่อ เพื่อให้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มีคุณภาพสูงขึ้น

โดยสรุป การผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ มีขั้นตอน 11 ขั้นตอน ดังนี้ (1) การวิเคราะห์เนื้อหา (หลักสูตร/วิชา) (2) การกำหนดชุดรูปแบบประสบการณ์ที่คาดหวัง (3) การวิเคราะห์และกำหนด ภารกิจ/งาน (4) การวิเคราะห์และกำหนดเนื้อหาสาระสำหรับแต่ละภารกิจ/งาน (5) การเลือกรูปแบบและวิธีการใช้ประสบการณ์ (6) การกำหนดบริบทและสถานการณ์ สำหรับเผชิญประสบการณ์ (7) การเลือกและผลิตสื่อสำหรับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (8) การเขียนแผนการสอนแบบอิงประสบการณ์ แผนเผชิญประสบการณ์ และแผนผลิตสื่อการสอน (9) การจัดสิ่งอำนวยความสะดวก เส้นทางการเรียน และออกแบบสถานที่เผชิญประสบการณ์ (10) การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ (11) การปรับปรุงชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

4. สื่อการสอนแบบอิงประสบการณ์

สื่อการเรียนการสอนเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการผลิตหรือเลือกใช้สื่อที่มีอยู่ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอน วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับสื่อที่ใช้ในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ครอบคลุมสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก ได้แก่ ประมวลสาระ และแบบฝึกปฏิบัติ และ สื่อเสริม ได้แก่ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย และสื่อสามมิติ ได้แก่ ของจำลอง และสื่อของจริง

4.1 ประมวลสาระ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2540 : 220) ได้กำหนดส่วนประกอบของประมวลสาระในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ไว้ ดังนี้ (1) คำนำ ประกอบด้วยที่มาของชุดประสบการณ์ วัตถุประสงค์ของประมวลสาระ และขอบข่ายเนื้อหาในประมวลสาระ และ (2) เนื้อหาสาระ ประกอบด้วย แผนผังแนวคิด ส่วนนำ ความจำเป็นที่ต้องเรียน ขอบข่ายสาระ และวัตถุประสงค์ เนื้อหาตามหัวข้อพร้อมภาพประกอบ และส่วนสรุป

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2540 : 168) ผู้พัฒนาตำราทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัย - ธรรมาราช ได้กำหนดส่วนประกอบของตำราทางไกลหรือประมวลสาระไว้ดังนี้ (1) แผนการสอนระดับหน่วย ประกอบด้วย ชื่อชุดวิชาและชื่อหน่วย ชื่อตอน แนวคิด วัตถุประสงค์ กิจกรรม สื่อการสอน และการประเมิน (2) แผนการสอนระดับตอน ประกอบด้วย ชื่อชุดวิชา และชื่อหน่วย ตอนที่และเลขหมาย และ (3) เนื้อหาสาระ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เขียนประมวลสาระโดยยึดแนวทางการเขียนของศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ที่ได้พัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และตำราทางไกลหรือประมวลสาระ ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช

4.1.1 ความหมายของประมวลสาระ ประมวลสาระเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าตำราทางไกล ใช้สำหรับการสอนระดับปริญญาโทของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่ออกแบบให้นักเรียนเรียนได้ตามลำพัง ด้วยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดให้ในส่วนหนึ่งส่วนใดหรือท้ายสุดของเรื่อง ให้ได้รับแนวตอบที่เป็นผลย้อนกลับทันที ได้รับการเสริมแรงและประสบการณ์ที่เป็นความภูมิใจในการศึกษา และให้นักเรียนได้เรียนรู้ไปทีละน้อยตามลำดับขั้น (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 161)

โดยสรุป ประมวลสาระเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่ออกแบบให้นักเรียนเรียนได้ตามลำพัง ด้วยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดให้ เพื่อให้ได้รับแนวตอบที่เป็นผลย้อนกลับทันที

4.1.2 ความสำคัญของประมวลสาระ ช่วยให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และพึ่งพาความช่วยเหลือจากผู้สอนน้อยที่สุด ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้เป็นอย่างดี และมีระบบการประเมินที่จะประกันคุณภาพของนักเรียนในแต่ละวิชา (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 148)

โดยสรุป ประมวลสาระทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ให้นักเรียน สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และพึ่งพาความช่วยเหลือจากผู้สอนน้อยที่สุด ให้ความรู้ครบถ้วน

4.1.3 การผลิตประมวลสาระ ประกอบด้วย การเขียนแผนผังแนวคิด การเขียนแผนการสอน การเขียนเนื้อหาสาระ และการกำหนดภาพประกอบในประมวลสาระ

1) การเขียนแผนผังแนวคิด ครอบคลุม ความจำเป็นที่ต้องเขียนแผนผังแนวคิด ความหมายของแผนผังแนวคิด และวิธีเขียนแผนผังแนวคิด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 172 – 175)

(1) ความจำเป็นที่ต้องเขียนแผนผังแนวคิด เพื่อช่วยประกันว่านักเรียนจะสามารถเสนอเนื้อหาสาระที่สมคูลและครบถ้วนบริบูรณ์ ไม่ลืมประเด็นสำคัญ

(2) ความหมายของแผนผังแนวคิด เป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของแนวคิดหรือ “Concept” ในระดับ ตอน หัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อย ทั้งที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในตอนเดียวกันและความสัมพันธ์กับแนวคิดในตอนอื่น ๆ เพื่อแสดงลำดับและความต่อเนื่องของแนวคิด ช่วยในการเสนอเนื้อหาให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์และมีลำดับขั้นตอนต่อเนื่องอย่างเหมาะสม

(3) วิธีเขียนแผนผังแนวคิด ผู้เขียนอาจเขียนลงบนแผ่นกระดาษโดยนำเรื่องที่จะเขียนเป็นหน่วยมาแบ่งเป็นเรื่องที่ย่อยลงไป แล้วกำหนดให้มีชื่อแทนแนวคิดของเรื่องย่อย ซึ่งเรื่องย่อยที่แยกออกมานี้จะเริ่มจากชื่อหน่วยลงมาจนถึงชื่อตอน หัวเรื่อง หัวเรื่องย่อยและหัวข้อต่าง ๆ การเขียนแผนผังแนวคิดมี 2 วิธี คือ เขียนในรูปแบบจำลองและเขียนในรูปแบบโครงสร้างเรียงความ

ก. การเขียนแผนผังแนวคิดในรูปแบบจำลอง เป็นการนำชื่อเรื่องในระดับตอน หัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อย ใส่กรอบสี่เหลี่ยมหรือวงกลม เสร็จแล้วโยงส่วนที่สัมพันธ์กัน และกำหนดลำดับขั้นโดยใส่หมายเลขกำกับเช่นเดียวกับการเขียนแบบจำลองระบบ

ข. การเขียนแผนผังแนวคิดในรูปแบบโครงสร้างเรียงความ เป็นการเขียนชื่อเรื่องของตอน หัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อย เรียงตามลำดับ การลำดับแนวคิดจะเริ่มจาก

ระดับตอนก่อน โดยเขียนชื่อตอนแล้วจึงเขียนหัวเรื่องของแต่ละตอน เว้นช่องระหว่างหัวเรื่องไว้ จากนั้นเขียนรายละเอียดของหัวเรื่อง

2) การเขียนแผนการสอน เป็นการกำหนดขั้นตอนการสอน เพื่อให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดเนื้อหาสาระแก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มี 2 ประเภท คือ แผนการสอนระดับหน่วย หรือแผนการสอนประจำหน่วย และแผนการสอนระดับตอน หรือแผนตอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 168 – 169)

(1) แผนการสอนระดับหน่วย ประกอบด้วยองค์ประกอบและแนวทางการเขียนแผนการสอนระดับหน่วย

ก. องค์ประกอบแผนการสอนระดับหน่วย ต้องกำหนดไว้ให้ชัดเจน คือ ชื่อชุดวิชาและชื่อหน่วย ชื่อตอน แนวคิด วัตถุประสงค์ กิจกรรม สื่อการสอน และการประเมิน

ข. แนวทางการเขียนแผนการสอนระดับหน่วย ต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหาเป็นตอน หัวเรื่องและหัวเรื่องย่อยเสียก่อน จึงลงมือเขียนแผนการสอนประจำหน่วย ต้องเขียนแผนการสอนประจำหน่วยก่อนที่จะลงมือเขียนเนื้อหาสาระ เมื่อเขียนแผนการสอนประจำหน่วยแล้วต้องกลับมาทบทวนปรับปรุงให้เหมาะสมกับเนื้อหา แนวคิด วัตถุประสงค์ และกิจกรรมที่ได้เสนอไปแล้ว และต้องควบคุมการเขียนเนื้อหาสาระให้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยไม่หลงหรือเขียนออกนอกกลุ่มนอกทาง

(2) แผนการสอนระดับตอน เป็นส่วนนำของแต่ละตอน โดยบรรจุ หัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ของตอน เพื่อให้นักเรียนทราบเรื่องที่จะเรียนล่วงหน้า

ก. องค์ประกอบแผนการสอนระดับตอน ประกอบด้วยชื่อชุดวิชา หน่วย ตอนที่และเลขหมาย ชื่อตอนอยู่บรรทัดถัดไป มีข้อความ “โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ก่อน แล้วจึงศึกษาเรื่องที่....) และภายในกรอบประกอบด้วยหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์

ข. แนวทางการเขียนแผนการสอนระดับตอน มีสิ่งที่ควรคำนึง ดังนี้ การเขียนหัวเรื่องแต่ละตอนอาจแบ่งเป็น 2-6 หัวเรื่อง โดยอาจกำหนดหัวเรื่องเป็นแบบง่าย แบบตายตัว แบบบูรณาการ หรือแบบยึดระดับสติปัญญาก็ได้ การเขียนแนวคิดควรให้ 1 หัวเรื่อง มีแนวคิดอย่างน้อย 1 แนวคิด และการเขียนวัตถุประสงค์ต้องเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เช่นเดียวกับวัตถุประสงค์ในระดับหน่วย แต่มีความจำเพาะเจาะจงมากกว่าวัตถุประสงค์ที่สังเกตหรือวัดได้

3) การเขียนเนื้อหาสาระ ครอบคลุม การเกริ่นนำ การเสนอเนื้อหา และการสรุปเนื้อหา (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 128 – 129)

(1) การเกริ่นนำ เป็นการดึงความสนใจนักเรียนมาสู่เรื่องที่จะเรียน ด้วยการชี้ให้เห็นสภาพการณ์ที่อยู่รอบตัว ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีระหว่างผู้เขียนกับนักเรียน อาจเล่าประสบการณ์ของผู้เขียน หรือตั้งคำถามให้ชวนคิด เพื่อให้นักเรียนเปิดใจรับความรู้ใหม่

(2) การเสนอเนื้อหา เป็นขั้นการนำเสนอเนื้อหาตามลำดับ ระดับ หัวเรื่อง หรือระดับหัวข้อย่อย โดยนำข้อความที่เป็นแนวคิดหรือความคิดรวบยอดจากแผนการสอนมาใช้ เพราะในแผนการสอนมีคำหลัก (Keywords) ซึ่งจะนำคำหลักแต่ละคำมากำหนดเป็นหัวข้อในแต่ละหัวข้อ ผู้เขียนต้องเขียนแนวคิดรอง (Sub – Concept) ที่เป็นข้อความหลัก (Main Idea) ซึ่งมีคำหลักอยู่ด้วย และใช้คำหลักนั้นมาเป็นหัวข้อเพื่อเสนอเนื้อหาต่อไป

(3) การสรุปเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า การสรุปเนื้อหาทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนสูงกว่าที่เรียนจากบทเรียนที่ไม่มีการสรุป

(4) การกำหนดภาพประกอบในประมวลสาระ ครอบคลุม ความหมาย วัตถุประสงค์การใช้ ขนาด การให้รายละเอียดของภาพ และแนวทางในการกำหนดภาพประกอบ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 195 – 197)

ก. ความหมายของภาพประกอบ หมายถึง ภาพถ่าย ภาพเขียน หรืองานลายเส้นในรูปแบบต่างๆ ที่ได้ไว้ในประมวลสาระ โดยมีจุดมุ่งหมายช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและเนื้อหาสาระชัดเจนยิ่งขึ้น

ข. วัตถุประสงค์ของการใช้ภาพประกอบ มีดังนี้ (1) เพื่อให้เห็นลักษณะรูปร่างของสิ่งที่เรากล่าวถึง เพื่อช่วยบรรยายลักษณะให้เด่นชัดขึ้น โดยเฉพาะรูปร่างลักษณะที่นักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อน (2) เพื่อเร้าใจให้เกิดอารมณ์ ความสนใจ และคล้อยตามในสิ่งที่เขียน (3) เพื่อวิเคราะห์ให้เห็นขั้นตอน กระบวนการหรือโครงสร้างภายใน (4) เพื่อแสดงจำนวนเช่นกราฟในทางสถิติ แทนตัวเลขในรูปกราฟแท่ง กราฟวงกลม

ค. ขนาดและการให้รายละเอียดของภาพประกอบ โดยทั่วไป กำหนดขนาดมาตรฐานของภาพไว้ 4 ขนาด คือ ภาพเต็มหน้า ภาพครึ่งหน้าแนวนอน ภาพ 1/3 ของหน้าแนวนอน และภาพ 1/4 ของหน้าแนวตั้ง

ง. แนวทางในการกำหนดภาพประกอบ ในการกำหนดภาพประกอบทำได้ 2 แนวทาง คือ กำหนดภาพพร้อมกับการเขียนเรื่องนั้น และเขียนหน่วยเสร็จเรียบร้อยก่อนแล้วจึงกำหนดภาพ

โดยสรุป การผลิตประมวลสาระประกอบด้วย (1) การเขียนแผนผังแนวคิด (2) การเขียนแผนการสอน (3) การเขียนเนื้อหาสาระ และ (4) การกำหนดภาพประกอบในประมวลสาระ

4.2 แบบฝึกปฏิบัติ

4.2.1 ความหมายของแบบฝึกปฏิบัติ แบบฝึกปฏิบัติ หรือ “Work Book” เป็นเอกสารที่จัดเตรียมไว้ให้นักเรียนได้ศึกษาควบคู่กับประมวลสาระ ในการเรียนแต่ละหน่วยเพื่อประเมินตนเองก่อนเรียน บันทึกสาระสำคัญของแต่ละหัวเรื่อง ทำกิจกรรมที่กำหนดให้ เขียนรายงานผลกิจกรรมภาคปฏิบัติ และทำแบบประเมินตนเองหลังเรียน (ชัยขงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 163)

โดยสรุป แบบฝึกปฏิบัติเป็นเอกสารที่จัดเตรียมไว้ให้นักเรียน ได้ศึกษาควบคู่กับประมวลสาระ ในแต่ละหน่วยประสบการณ์

4.2.2 ความสำคัญของแบบฝึกปฏิบัติ ชัยขงค์ พรหมวงศ์ (2530 : 162 - 163) กล่าวถึงความสำคัญของแบบฝึกปฏิบัติไว้ ดังนี้

- 1) เมื่อศึกษาประมวลสาระไปแล้ว นักเรียนควรมีที่บันทึกสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียนเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น
- 2) การที่จะให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง จึงต้องใช้แบบฝึกปฏิบัติเป็นเครื่องมือ ที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ มิใช่อ่านผ่านหรืออ่านแล้วคิดแต่อ่านแล้วต้องใคร่ครวญแล้วลงตอบดู และตรวจสอบคำตอบในตอนหลัง
- 3) การที่จะแยกประมวลสาระและแบบฝึกปฏิบัติออกจากกัน เพื่อให้แบบฝึกปฏิบัติเป็นสมบัติส่วนตัวของนักเรียน นักเรียนจะหวงแหนมิให้คนอื่นหยิบยืม
- 4) สามารถปรับปรุงแบบฝึกปฏิบัติได้โดยไม่ต้องรื้อโครงสร้างของประมวลสาระ

โดยสรุป แบบฝึกปฏิบัติมีความสำคัญช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นเครื่องมือบันทึกสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียน

4.2.3 องค์ประกอบของแบบฝึกปฏิบัติ ชัยขงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2540 : 163) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของแบบฝึกปฏิบัติไว้ ดังนี้ (1) คำชี้แจงการใช้แบบฝึกปฏิบัติ (2) แบบประเมินตนเองก่อนเรียน (3) กระดาษคำตอบแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน อยู่แผ่นเดียวกัน (4) การบันทึกสาระสำคัญและกิจกรรมต่าง ๆ โดยเว้นที่ไว้ให้

นักเรียนบันทึกทางซ้ายมือและทำกิจกรรมทางขวามือ บางครั้งก็เว้นที่บันทึกสาระสำคัญก่อนตามด้วยกิจกรรม (5) แบบประเมินตนเองหลังเรียน และ (6) เฉลยแบบประเมินตนเองก่อนและหลังเรียน

โดยสรุป องค์ประกอบของแบบฝึกปฏิบัติประกอบด้วย คำชี้แจง แบบประเมินก่อนเรียน กระดาษคำตอบ การบันทึกสาระสำคัญ แบบประเมินหลังเรียน และ เฉลยแบบประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน

4.2.4 แนวทางในการกำหนดเนื้อหาที่ให้นักศึกษาระบุสาระสำคัญและการกำหนดที่ให้นักศึกษาตอบภารกิจและงาน (ชัยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ 2540 : 163 - 164)

1) **แนวทางในการกำหนดเนื้อหาที่ให้นักศึกษาระบุสาระสำคัญ** ผู้เขียนอาจกำหนดที่ให้นักศึกษานำบันทึกสาระสำคัญของแต่ละหัวเรื่อง โดยมีแนวปฏิบัติ ดังนี้ (1) ให้เขียนเรื่องที่และชื่อหัวเรื่องกำกับไว้ทุกครั้ง (2) ให้มีข้อความ “บันทึกสาระสำคัญ” หลังจากชื่อหัวเรื่อง (3) แต่ละหัวเรื่องอาจมีหัวข้อย่อยลงไปอีก จึงควรเว้นที่บันทึกสาระสำคัญให้พอเหมาะ แล้วเขียนหัวข้อย่อยกำกับไว้ด้วย และ (4) ไม่ควรเว้นเนื้อหาไว้มากเกินไป แต่ละหัวเรื่องควรเว้นที่ให้นักศึกษาระบุสาระสำคัญเพียง 1-2 คอลัมน์ หรือไม่เกิน 1 หน้า

2) **แนวทางในการกำหนดเนื้อหาที่ให้นักศึกษาตอบภารกิจและงาน** มีแนวปฏิบัติ ดังนี้ (1) ควรมีข้อความชี้แนะลักษณะภารกิจและงานที่ทำโดยลอกคำสั่งของภารกิจและงานที่เขียนไว้ในประมวลสาระ แล้วเว้นที่ดีเส้นให้นักศึกษาตอบ ในกรณีที่หัวเรื่องเดียวมีมากกว่า 1 ภารกิจและงาน อาจแบ่งส่วนให้เท่ากัน หรือเพิ่มคอลัมน์ในหน้าถัดไป (2) ในแต่ละภารกิจและงานหากมีมากกว่าหนึ่งข้อควรเขียนข้อกำกับไว้ (3) กำหนดเนื้อหาที่พอเหมาะกับที่ให้นักศึกษาตอบ และ (4) ภารกิจและงานที่นักศึกษาต้องทำรายงานส่งครู ควรมีสำเนาให้นักศึกษาเพื่อฝึกส่งครูชุดหนึ่ง และเหลือติดไว้ในแบบฝึกปฏิบัติด้วย

โดยสรุป แนวทางในการกำหนดเนื้อหาที่ให้นักศึกษาระบุสาระสำคัญ ให้เขียนเรื่องที่และชื่อหัวเรื่องกำกับ มีข้อความ “บันทึกสาระสำคัญ” หากมีข้อย่อยให้เขียนหัวข้อย่อยกำกับไว้ และ เว้นที่ว่างที่ให้นักศึกษาให้เหมาะสม แนวทางในการกำหนดเนื้อหาที่ให้นักศึกษาตอบภารกิจและงาน ควรมีข้อความชี้แนะลักษณะภารกิจและงานที่ทำ ภารกิจและงานที่มีมากกว่า 1 ข้อ ควรเขียนข้อกำกับไว้ กำหนดเนื้อหาที่เหมาะสมกับคำตอบ และ หากมีการส่งรายงานควรมีสำเนาไว้

4.2.5 ขั้นตอนการผลิตแบบฝึกปฏิบัติ มีแนวทางการผลิตดังนี้

1) **การเขียนแบบฝึกปฏิบัติ** ส่วนประกอบที่ต้องมีในแบบฝึกปฏิบัติ ได้แก่ คำชี้แจงในแต่ละประสบการณ์รอง แผนเผชิญประสบการณ์ บันทึกสาระสำคัญของแต่ละภารกิจและงานที่กำหนดให้ทำ ดังนี้ (1) ชี้แจงเป็นการกำหนดสิ่งที่ผู้เรียนควรปฏิบัติ (2) แผนการเผชิญ

ประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบทิศทาง เป้าหมาย และบทบาทของตนเองในการเรียน และ

(3) บันทึกสาระสำคัญของแต่ละตอน หลังจากผู้เรียนศึกษาจากประมวลสาระแล้วอาจมีที่ว่างให้ผู้เรียนได้จดประเด็นที่สำคัญไว้ศึกษาต่อไป

2) การจัดพิมพ์ ควรทำเป็นเล่มเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนสนใจ และรู้สึกว่าแบบฝึกปฏิบัติเป็นสมบัติส่วนตัวของผู้เรียน การจัดพิมพ์ควรจัดพิมพ์ลงในกระดาษ A4

3) การตกแต่งด้วยการเข้าเล่มและทำปก เพื่อให้สวยงามน่าหยิบใช้

โดยสรุป ขั้นตอนการผลิตแบบฝึกปฏิบัติประกอบด้วย การเขียนแบบฝึกปฏิบัติ การจัดพิมพ์ และการเข้ารูปเล่ม

4.3 สไลด์คอมพิวเตอร์

4.3.1 ความหมายของสไลด์คอมพิวเตอร์ หมายถึง การเสนอข้อความเป็นรูปภาพ ประกอบกันหลายๆ ภาพ โดยนำเสนอเรื่องราวผ่านจอคอมพิวเตอร์ หรือผ่านจอภาพอื่น ๆ เพื่อใช้ประกอบการบรรยายสำหรับเรื่องราวที่นำเสนอ นั้นเราจะเรียกว่า Presentation (นิวัตติ โชติวงษ์ 2540 : 19)

4.3.2 คุณลักษณะของสไลด์คอมพิวเตอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (1) นำเสนอได้ทั้งข้อความ เสียง และภาพที่เหมือนจริง (2) ย่อหรือขยายภาพได้ และ (3) เพิ่มหรือลดจำนวนสไลด์ขณะนำเสนอได้

4.3.3 รูปแบบการนำเสนอสไลด์คอมพิวเตอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์มีรูปแบบการนำเสนอดังต่อไปนี้ (1) กำหนดเวลาในการนำเสนอ สไลด์คอมพิวเตอร์สามารถกำหนดเวลาในการนำเสนอในแต่ละสไลด์ได้โดยการกำหนดเป็น วินาที/ภาพ และ (2) ไม่กำหนดเวลาในการนำเสนอ สไลด์คอมพิวเตอร์สามารถเลื่อนภาพได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

4.3.4 การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ นิวัตติ โชติวงษ์ (2540: 51 – 53) ได้กล่าวถึงการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Micorsoft PowerPoint ไว้ 2 ลักษณะ คือ (1) สร้างตามแม่แบบสำเร็จรูป และ (2) สร้างบนสไลด์ว่าง

1) สร้างตามแม่แบบสำเร็จรูป คือ การนำเอารูปแบบที่มีอยู่แล้วมาใช้งาน ผู้ใช้จะกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ เช่น ชนิดตัวหนังสือ ขนาดข้อความ การจัดวางตำแหน่งข้อความ สีของข้อความ สีพื้น ลวดลายหลายแบบสามารถเลือกได้จากแม่แบบสำเร็จรูป

2) สร้างบนสไลด์ว่าง คือ สไลด์ที่ว่างไม่ได้มีการกำหนดสีพื้นหรือลวดลายใด ๆ ลงไปในสไลด์ ผู้ใช้ต้องสร้างสรรค์งานทุกอย่างด้วยตนเอง ออกแบบงานเอง

4.3.5 ข้อดี และข้อจำกัดของสไลด์คอมพิวเตอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์มีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

1) **ข้อดีของสไลด์คอมพิวเตอร์** มีดังนี้ (1) ข้อความและภาพจะสวยงาม น่าชม มีการเคลื่อนไหวน่าติดตาม (2) สร้างง่าย สร้างได้รวดเร็ว (3) ประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับแผ่นโปร่งใส หรือสไลด์ที่ถ่ายจากฟิล์ม (4) จัดเก็บง่าย โดยอาจจะใส่ลงในแผ่นดิสก์ ซีดีรอม หรือเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ในเครื่องคอมพิวเตอร์

2) **ข้อจำกัดของสไลด์คอมพิวเตอร์** มีดังนี้ (1) ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือหลักในการนำเสนอ (2) สมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องความเร็วสูง หน่วยความจำมาก และ (3) เคลื่อนย้ายเครื่องมื่ออุปกรณ์ในการนำเสนอลำบาก

โดยสรุป สไลด์คอมพิวเตอร์มีข้อดีคือ ความสวยงามน่าชม มีการเคลื่อนไหว สร้างง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย เก็บรักษาง่าย แต่มีข้อจำกัดคือ ต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูง เคลื่อนย้ายเครื่องมื่ออุปกรณ์ลำบาก

4.4 มัลติมีเดีย

4.4.1 ความหมายของมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียหรือสื่อประสม หมายถึง การนำสื่อการสอนหลายอย่างมา สัมพันธ์กันเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ในลักษณะที่สื่อแต่ละชิ้นส่งเสริมสนับสนุนกันและกัน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2544 : 111)

มัลติมีเดีย คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงและนำเสนอในรูปแบบข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ โดยเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อการท่องเที่ยวในเรื่อง การมีปฏิสัมพันธ์ การสร้าง และการสื่อสาร (ชิน ภู่วรรณ 2542 : 19)

มัลติมีเดียหรือสื่อประสม หมายถึงการใช้หรือการแสดงสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ รูปภาพ แพนผัง เสียง วิดีทัศน์ ในระบบดิจิทัล ซึ่งมีรูปแบบการแสดงผลที่หลากหลาย ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (กระทรวงศึกษาธิการ 2548 : 4)

มัลติมีเดีย หมายถึง การนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่าง ๆ มาผสมผสาน เข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหวหรืออะนิเมชัน (Animation) เสียง (Sound) และวิดีโอ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อ สื่อความหมายกับผู้ใช้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) และได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ การใช้งาน (ทวิศักดิ์ กาญจนสุวรรณ 2546 : 2 – 3)

โดยสรุป มัลติมีเดีย หมายถึงสื่อประสมที่นำเสนอเนื้อหาสาระด้วยการ ประยุกต์สื่อหลายประเภทรวมกัน ได้แก่ เสียง วิดีทัศน์ กราฟิก ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว มา ใช้ร่วมกันในระบบคอมพิวเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพ

4.4.2 ความสำคัญของมัลติมีเดีย กรมวิชาการ (2544 : 17) กล่าวถึงความสำคัญของมัลติมีเดียไว้ ดังนี้ (1) ช่วยให้การออกแบบการเรียนตอบสนองต่อแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น (2) ช่วยเสริมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน (3) มัลติมีเดียในรูปแบบของซีดีรอม ใช้ง่าย เก็บรักษาง่าย พกพาได้สะดวก และสามารถทำสำเนาได้ง่าย (4) เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ความต้องการ และความสะดวกของตัวเอง (5) มีโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนที่ง่ายต่อการใช้งาน ทำให้สร้างมัลติมีเดียใช้ได้เอง (6) ผู้สอนสามารถใช้มัลติมีเดียเพื่อสอนเนื้อหาใหม่ เพื่อการฝึกฝน เพื่อเสนอสถานการณ์จำลอง และเพื่อสอนการคิดแก้ปัญหา (7) ช่วยสนับสนุนให้มีสถานที่เรียนไม่จำกัดอยู่เพียงห้องเรียนเท่านั้น นักเรียนอาจเรียนรู้ที่บ้าน ที่ห้องสมุด หรือภายใต้สภาพแวดล้อมอื่น ๆ ตามเวลาที่ตนเองต้องการ (8) มัลติมีเดียที่มีคุณภาพ นอกจากจะช่วยให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนของโรงเรียน หรือหน่วยงานแล้ว ความก้าวหน้าของระบบเครือข่ายยังช่วยเสริมให้การใช้มัลติมีเดียเป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษาอื่น ๆ อีกด้วย

โดยสรุป มัลติมีเดียมีความสำคัญช่วยในการออกแบบการเรียน ช่วยเสริมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ เวลา และสถานที่ตามต้องการ มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน

4.4.3 ข้อดีของมัลติมีเดีย ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ (2546 : 8 - 12) กล่าวถึงข้อดีของมัลติมีเดียไว้ ดังนี้ (1) ใช้งานง่าย (2) ผู้ใช้สามารถควบคุมและเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึง ตามความต้องการ (3) ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง (4) สามารถสื่อความหมายและเรื่องราวต่าง ๆ ทำให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น (5) ประหยัดค่าใช้จ่าย ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า และ (6) ผู้เรียนได้ประโยชน์และเพลิดเพลินในการเรียนรู้

4.4.4 ข้อจำกัดของมัลติมีเดีย กรมวิชาการ (2544 : 18 - 20) กล่าวถึงข้อจำกัดของมัลติมีเดียไว้ ดังนี้ (1) การผลิตมัลติมีเดียยังขาดการบริหารจัดการ การประสานงานที่ดี และความชัดเจนด้านลิขสิทธิ์ (2) มัลติมีเดียที่เป็นภาษาไทยที่มีคุณภาพมีน้อย ส่วนที่เป็นภาษาอังกฤษก็มีราคาสูง (3) แบบประเมินสื่อมีหลากหลายในรูปแบบและหัวข้อประเมิน และแบบประเมินสื่อประเภทนี้ยังไม่แพร่หลาย และ (4) ขาดแคลนนักประเมินที่มีความรู้ความเข้าใจการประเมินคุณภาพมัลติมีเดีย

โดยสรุป ข้อดีของมัลติมีเดีย คือ ใช้งานง่าย สามารถควบคุมและเข้าถึงข้อมูลได้สะดวก เพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้มาก ประหยัดค่าใช้จ่าย และมีความเพลิดเพลินในการเรียน ส่วนข้อจำกัดของมัลติมีเดีย ยังขาดการบริหารจัดการที่ดี และขาดผู้ประเมินที่มีความรู้ความเข้าใจ

4.4.5 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย ขึ้น ภู่วรรณ (2542 : 24 - 34) จำแนกองค์ประกอบของมัลติมีเดียได้ ดังนี้

1) **ข้อความ** เป็นส่วนเกี่ยวข้องกับเนื้อหา สามารถนำเสนอได้ง่ายที่สุด มีการพัฒนารูปแบบข้อความพร้อมกับคอมพิวเตอร์ ลักษณะข้อความที่ปรากฏในมัลติมีเดียประกอบด้วย (1) ข้อความพิมพ์ เป็นข้อความพิมพ์ในรูปเอกสารทั่วไป (2) ข้อความสแกน เป็นข้อความที่อยู่ในรูปแบบรูปภาพหรือ Image (3) ข้อความอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการแทนข้อความให้อยู่ในรูปที่แทนในสื่อที่ใช้ประมวลผลได้ และ (4) ไฮเปอร์เท็กซ์ เป็นข้อความที่เก็บในรูปแบบข้อความอิเล็กทรอนิกส์ และมีการเชื่อมโยงกัน สามารถนำมาประมวลผลและแสดงผลในลักษณะเชื่อมโยงกัน

2) **ภาพ** เป็นส่วนที่ใช้สื่อความหมาย มีสีสันและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในวงกว้าง สามารถดึงดูดความสนใจ ภาพที่ปรากฏในมัลติมีเดียประกอบด้วย (1) บิตแมพ เป็นการเก็บรูปภาพเป็นพิกเซล แต่ละพิกเซลคือจุดเล็ก ๆ ที่แสดงเป็นสี ข้อมูลจะเก็บเป็นพิกเซล ดังนั้นใน 1 ภาพ จึงต้องเก็บข้อมูลจำนวนมาก (2) คลิปอาร์ต เป็นภาพที่เก็บไว้ในห้องสมุดภาพ สามารถเรียกมาใช้ได้ง่าย (3) ภาพถ่าย เป็นภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิทัล วิดีทัศน์ หรือภาพจากการสแกน (4) ไฮเปอร์พิกเจอร์ เป็นภาพที่ปรากฏในมัลติมีเดียที่สามารถเชื่อมโยง หรือกระตุ้นให้เกิดการทำงานบางอย่างเช่น เมื่อคลิกแล้วจะเป็นหน้าต่างวิดีโอ เป็นต้น

3) **เสียง** เป็นส่วนประกอบของการนำเสนอ ลักษณะของเสียงประกอบด้วย (1) คลื่นเสียงแบบออดิโอ มีการบันทึกเป็น .wav .au การบันทึกตามลูกคลื่นเสียง โดยมีการแปลงสัญญาณให้เป็นดิจิทัล (2) เสียง CD เป็นรูปแบบบันทึกที่มีคุณภาพ (3) MIDI เป็นเสียงที่ใช้แทนเครื่องดนตรีชนิดต่าง ๆ สามารถเก็บข้อมูลและให้วงจรรีเลย์ทรอนิกส์สร้างเสียงตามตัวโน้ตเสมือนการเล่นของเครื่องดนตรีนั้น ๆ และ (4) ไฮเปอร์ออดิโอ เป็นการนำสัญญาณเสียงไปกระตุ้นหรือผสมกับการทำงาน เพื่อการนำเสนอที่สลับซับซ้อนขึ้น

4) **วิดีโอ** เป็นภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียง ให้รายละเอียดการเคลื่อนไหวเสมือนจริง วิดีโอประกอบด้วย (1) ดิจิตอลวิดีโอ เป็นการนำสัญญาณเช่น mp3, avi, mov มาตัดต่อและผสมเสียง แล้วจัดเก็บในรูปแบบการบีบอัดให้เล็กลง (2) สัญญาณถ่ายทอดสด เป็นการนำสัญญาณวิดีโอจากการถ่ายทอดรายการจริงแพร่สัญญาณไปยังปลายทางที่ต้องการ

โดยสรุป องค์ประกอบของมัลติมีเดียประกอบด้วย ข้อความ ภาพ เสียง และวิดีโอ

4.4.6 **หลักการผลิตมัลติมีเดีย** สุรเชษฐ์ เวชพิทักษ์ และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์ (2546 : 16 – 19) ได้กล่าวถึงหลักการผลิตมัลติมีเดียไว้ ดังนี้

1) ข้อความ ประกอบด้วย

(1) **รูปแบบและขนาดตัวอักษร** เลือกรูปแบบและขนาดตัวอักษรให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน นักเรียนที่จัดอยู่ในเกณฑ์กลุ่มผู้อ่านช้า ขนาดของตัวอักษรต้องใหญ่กว่านักเรียนในกลุ่มที่อ่านคล่อง

(2) **ความหนาแน่นของตัวอักษร** ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชอบจอภาพที่มีความหนาแน่นของตัวอักษรประมาณ 40 - 50 ของพื้นที่หน้าจอมากที่สุด

(3) **สีข้อความ** เป็นตัวกระตุ้นประสาทการรับรู้ที่สำคัญ การใช้สีที่เหมาะสมจะช่วยให้อ่านง่ายและสบายตา การกำหนดสีข้อความต้องพิจารณาสีพื้นหลังประกอบเสมอ เรียกว่า “คู่สี” ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ชอบสีคู่อักษรขาวหรือเหลืองบนพื้นน้ำเงิน อักษรเขียวบนพื้นสีดำ และอักษรสีดำบนพื้นสีเหลือง หากใช้พื้นเป็นสีเทาคู่สีที่นักเรียนชอบ คือ สีฟ้า สีแดง สีม่วง และสีดำ หลักการเกี่ยวกับสีที่สำคัญอีกข้อหนึ่ง คือ ควรใช้พื้นหลังเป็นสีเข้มมากกว่าสีอ่อน เนื่องจากสีเข้มช่วยลดความสว่างของจอภาพ ทำให้รู้สึกสบายตากว่าการใช้สีอ่อนเป็นพื้นหลัง และช่วยลดความล้าของสายตาเมื่อต้องมองจอภาพเป็นเวลานาน

(4) **การวางรูปแบบข้อความ** การนำเสนอข้อความให้อ่านง่าย สบายงาม น่าสนใจ ทำได้หลายวิธี โดยทั่วไปใช้หลักการออกแบบงานกราฟิกทั่วไปที่คำนึงถึงความสมดุลของหน้าจอโดยรวม และความเรียบง่าย ความสมดุลของหน้าจอโดยรวม คือ การเฉลี่ยน้ำหนักขององค์ประกอบทั้งฉบับบนจอภาพทั้งซ้าย ขวา บน และล่าง อย่างเหมาะสม ความเรียบง่ายเป็นคุณสมบัติสำคัญของการออกแบบสื่อทุกประเภท

2) **ภาพนิ่ง** การออกแบบมัลติมีเดียและสื่อการสอนทุกชนิดจะใช้ภาพประกอบการอธิบาย ซึ่งช่วยลดความแตกต่างของนักเรียน เช่น เพศ ภูมิหลัง พื้นฐานทางวัฒนธรรม พื้นฐานทางสังคมให้น้อยลง ช่วยให้ความเข้าใจของนักเรียนเป็นไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น ผลการวิจัยพบว่า ภาพสีเหมือนจริงให้การรับรู้ได้มากที่สุด ในขณะที่ภาพขาวดำเหมือนจริงให้ประสิทธิภาพสูงสุดในกลุ่มภาพขาวดำด้วยกัน ส่วนในกลุ่มภาพสี ภาพสีเหมือนจริงยังคงให้ประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้มากที่สุด

3) **ภาพเคลื่อนไหว** มี 2 ประเภท ได้แก่ (1) ภาพเคลื่อนไหว 2 มิติ หรือ 2D และ (2) ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ หรือ 3D การใช้ภาพเคลื่อนไหวช่วยให้มัลติมีเดียมีความน่าสนใจ แต่ไม่ได้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการใช้ภาพนิ่ง

4) **เสียง** หลักการใช้เสียงประกอบมัลติมีเดีย ได้แก่ (1) เสียงบรรยาย ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อเรื่องและระดับของนักเรียน มีความชัดเจนถูกต้อง ไม่ควรออกแบบให้มีเสียงอ่านข้อความที่เป็นเนื้อหาเว้นแต่จะมีจุดประสงค์เฉพาะ และ (2) เสียงดนตรี ควรตรวจสอบ

เรื่องลิขสิทธิ์ของคนตรีที่นำมาใช้ กรณีใช้เสียงคนตรีเป็นเสียงคนตรีพื้นหลัง (Background Music) ไม่ควรให้เสียงคนตรีดังจนรบกวนการเรียนรู้ของนักเรียน

โดยสรุป หลักการผลิตมัลติมีเดีย ประกอบด้วย (1) ข้อความ มีรูปแบบและขนาดเหมาะสมกับนักเรียน มีความหนาแน่น 40 – 50 ของพื้นที่หน้าจอ ใช้สีเหมาะสมอ่านง่ายดูสบายตา การนำเสนออ่านง่าย สวยงาม (2) ภาพนิ่ง ใช้สีเหมือนจริงดีที่สุด (3) ภาพเคลื่อนไหวแบบ 2D และ 3D ช่วยให้มัลติมีเดียมีความน่าสนใจ และ (4) เสียง ใช้เสียงบรรยาย หรือเสียงคนตรี

4.5 สื่อสามมิติเพื่อการสอน

สารโจน์ นิลคำ และพงศ์ศิษณุ ไทยสีหราช (2543 : 305 - 307) ได้กล่าวถึงสื่อสามมิติเพื่อการสอนไว้ ดังนี้

4.5.1 ประเภทของสื่อสามมิติ สื่อสามมิตินี้อยู่ด้วยกันหลายประเภท ครอบคลุมของจริง และของจำลอง ดังนี้

1) ของจริง เป็นสื่อการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนสามารถมองเห็น สัมผัส ได้ยินเสียง ได้ลองลิ้มรส หรือสูดดมกลิ่น ของจริงมีมากมายที่สามารถนำมาใช้ในห้องเรียนได้ เช่น สัตว์ แมลง เปลือกหอย ต้นไม้ อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น

2) ของจำลอง เนื่องจากของจริงบางอย่างนำมาใช้ในห้องเรียนไม่ได้ เพราะมีขนาดใหญ่เกินไป เล็กเกินไป ชับซ้อนเกินไป หรืออาจมีอันตรายกับผู้เรียน จึงจำเป็นต้องใช้ของจำลองแทน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ดี

โดยสรุป สื่อสามมิติครอบคลุมสื่อของจริงและของจำลอง สื่อของจริงช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงด้วยตนเอง ของจำลองใช้แทนของจริงที่ไม่สามารถนำมาใช้ในห้องเรียนได้

4.5.2 ขั้นตอนการออกแบบสื่อสามมิติเพื่อการสอน ขั้นตอนการออกแบบสื่อสามมิติเพื่อการสอนมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์การผลิต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิต สื่อสามมิติที่สร้างขึ้นต้องทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2) กำหนดประเภทของสื่อ สื่อสามมิติครอบคลุมสื่อของจริงและของจำลอง สื่อสามมิติแต่ละประเภทมีคุณสมบัติต่างกัน

3) กำหนดรายละเอียดของเนื้อหา เลือกประเภทเนื้อหาบรรจุลงในสื่อสามมิติ ครอบคลุมเนื้อหาที่เป็น ความรู้ ความเข้าใจ อารมณ์ ทักษะคิด และทักษะความชำนาญ จำแนกเนื้อหาเป็นประเด็น อาจมีทั้งประเด็นหลักและประเด็นรอง

4) กำหนดรายละเอียดทางกายภาพและการผลิต

(1) กำหนดรายละเอียดทางกายภาพ สื่อสามมิติเป็นสื่อที่มีรูปทรง มีตัวตนที่มองเห็นได้ จับต้องได้ จึงต้องกำหนดรูปทรง พื้นผิว สี สัน และขนาด โดยยึดหลักบนพื้นฐานให้เสมือนจริง มิฉะนั้นผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ไม่ถูกต้องได้

(2) การกำหนดรายละเอียดการผลิต ครอบคลุมการกำหนด สถานที่ บุคลากร อุปกรณ์และวัสดุในการผลิต

ก. กำหนดสถานที่ ต้องมีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน เครื่องมือ การใช้วัสดุอุปกรณ์ การป้องกันผลกระทบที่เกิดจากการผลิต เช่นผลกระทบด้านเสียง ฝุ่น คิว เป็นต้น

ข. กำหนดบุคลากรในการผลิต กำหนดบุคลากรเป็นฝ่ายต่าง ๆ ได้แก่ นักเนื้อหา นักเทคโนโลยีการสอน ช่างศิลป์ ช่างไฟฟ้า เป็นต้น

ค. กำหนดอุปกรณ์ในการผลิต พิจารณาจากประเภทของสื่อ ซึ่งมีรายละเอียดบอกคุณลักษณะของอุปกรณ์ไว้ในแบบแล้ว

ง. กำหนดวัสดุในการผลิต กำหนดควบคู่ไปกับอุปกรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดบอกคุณลักษณะของวัสดุไว้ในแบบแล้ว

จ. กำหนดวิธีการผลิต การกำหนดรายละเอียดในการผลิตเกี่ยวข้องกับการกำหนดแนวทางการผลิต และการกำหนดขั้นตอนในการผลิต

โดยสรุป ขั้นตอนการออกแบบสื่อสามมิติเพื่อการสอนมี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของการผลิต (2) การกำหนดประเภทของสื่อสามมิติ (3) การกำหนดรายละเอียดของเนื้อหา และ (4) การกำหนดรายละเอียดทางกายภาพและการผลิต

4.5.3 การกำหนดแนวทางการผลิตสื่อสามมิติเพื่อการสอน สื่อสามมิติบางประเภทผลิตง่าย สามารถให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการผลิตได้ด้วย แต่บางประเภทผลิตยากต้องใช้อุปกรณ์มาก และผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ในการผลิตสื่อประเภทนั้นก่อนข้างสูง ผู้ออกแบบสื่อจึงต้องกำหนดแนวทางการผลิตว่าจะผลิตสื่อชิ้นเองทั้งหมด ผลิตเองเพียงบางส่วน หรือจ้างผลิตทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมในด้านต่าง ๆ ทั้ง บุคลากร อุปกรณ์ งบประมาณ สถานที่ และเวลา

โดยสรุป การกำหนดแนวทางการผลิตสื่อสามมิติเพื่อการสอน มีแนวทางคือ ผลิต เองทั้งหมด ผลิตเองบางส่วน และจ้างผลิตทั้งหมด

4.5.4 การกำหนดขั้นตอนการผลิตสื่อสามมิติเพื่อการสอน ขั้นตอนการผลิตสื่อสามมิติประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) **ขั้นวางแผนผลิตสื่อสามมิติ** ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) **กำหนดวัตถุประสงค์** การออกแบบสื่อสามมิติจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ที่ทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

(2) **กำหนดแหล่งข้อมูล** เมื่อได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการผลิตแล้ว จึงหาข้อมูลที่เป็นเนื้อหาสาระจากแหล่งใดบ้าง

2) **ขั้นเตรียมการผลิตสื่อสามมิติเพื่อการสอน** ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

(1) **การเตรียมเนื้อหา** นำเนื้อหาหาวิเคราะห์จำแนกเป็นประเด็นหลัก และประเด็นรอง ประเด็นหลักจะเป็นรายละเอียดที่ถ่ายทอดในสื่อสามมิติ

(2) **การเตรียมบุคลากร** ในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับการติดต่อ การนัดหมาย วัน เวลา สถานที่ ที่จะผลิตสื่อกับบุคลากรฝ่ายต่าง ๆ ที่ได้กำหนดเอาไว้แล้ว

(3) **การเตรียมวัสดุอุปกรณ์** ต้องเตรียมให้พร้อมก่อนที่จะลงมือผลิตตามที่ได้กำหนดไว้

(4) **การเตรียมงบประมาณ** ผู้ออกแบบสื่อต้องประมาณการค่าใช้จ่ายว่าจะต้องใช้งบประมาณในแต่ละส่วนเป็นจำนวนเท่าใด เตรียมให้พร้อมก่อนถึงเวลาผลิต

(5) **การเตรียมการด้านอื่น ๆ** เมื่อมีงบประมาณ บุคลากร วัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ผลิตสื่อพร้อมแล้ว ก่อนลงมือผลิตสื่อต้องเตรียมสถานที่ ทำตารางการผลิต เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้ทราบหน้าที่ที่จะต้องปฏิบัติ ตารางการผลิตเป็นเครื่องมือช่วยควบคุมการปฏิบัติงานให้บรรลุในเวลาที่กำหนดไว้

3) **ขั้นผลิตสื่อสามมิติเพื่อการสอน** หลังจากเตรียมการในส่วนต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วก็ลงมือผลิต ขั้นการผลิตครอบคลุม การทดสอบ ปรับปรุง และตกแต่งให้สวยงาม

4) **ขั้นประเมินสื่อสามมิติเพื่อการสอน** เป็นขั้นตอนที่จำเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งของการออกแบบสื่อ เพื่อจะได้ทราบว่าสื่อที่ออกแบบและผลิตขึ้นมามีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ ต้องปรับปรุงแก้ไขสิ่งใดบ้าง ในขั้นนี้อาจมีแบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับคุณภาพของสื่อโดยผู้เรียนเป็นผู้ประเมิน

โดยสรุป การกำหนดขั้นตอนการผลิตสื่อสามมิติเพื่อการสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผนผลิต ขั้นเตรียมการผลิต ขั้นผลิต และ ขั้นประเมิน

5. การทดสอบประสิทธิภาพ

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการครอบคลุม (1) ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ (2) ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพ (3) การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (4) วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ (5) ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ และ (6) แนวทางการทดสอบประสิทธิภาพ

5.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุคา สีนสกุล (2520 : 134) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ว่า เป็นการตรวจสอบคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เพื่อให้ทราบว่าชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยนำชุดไปทดลองใช้เบื้องต้น ปรับปรุง และนำไปใช้จริง จนแน่ใจว่าชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด การทดลองใช้เบื้องต้น หมายถึง การนำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การทดลองใช้จริง หมายถึง การนำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงแล้วทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียน หรือในสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริงเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา เป็นอย่างน้อย

โดยสรุป การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เป็นการนำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุง แล้วจึงนำไปใช้สอนจริง

5.2 ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541 : 494) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพว่า มีความจำเป็นหลายประการที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพ คือ

5.2.1 เป็นหลักประกันคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่ทดสอบประสิทธิภาพก่อนเมื่อผลิตออกมาเป็นจำนวนมากแล้วไม่ดี จะเป็นการสิ้นเปลือง เวลา แรงงาน และเงินทอง

5.2.2 สร้างความมั่นใจให้กับครูผู้สอน ครูผู้สอนเกิดความมั่นใจว่าชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ที่นำไปใช้นั้นมีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง

5.2.3 ผู้ผลิตมีความมั่นใจ ในเนื้อหาสาระและวิธีการนำเสนอเห็นว่ามิประโยชน์จริง ทำให้ผู้ผลิตได้ประสบการณ์และแนวทางผลิตนวัตกรรมประเภทเดียวกันในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

โดยสรุป ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ คือ เป็นหลักประกันคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ สร้างความมั่นใจให้กับครูผู้สอนและผู้ผลิต

5.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล (2520 : 135) กล่าวถึงการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ดังนี้

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตพึงพอใจ หากมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ก็มีคุณค่าที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน และคุ้มค่าการลงทุนผลิตเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่องหรือกระบวนการ และพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรือผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

5.3.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือการประเมินผลพฤติกรรมย่อยหลายพฤติกรรมเรียกว่ากระบวนการ (Process) ของนักเรียนที่วัดผลจากการประกอบกิจกรรมแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม

5.3.2 ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือการประเมินผลลัพธ์ (Products) ของนักเรียน โดยใช้ผลการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่านักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยคะแนนกระบวนการของนักเรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายถึง เมื่อเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์แล้ว นักเรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดและปฏิบัติงานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 และ ทำการทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาสาระที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80 85/85 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2541 : 494 - 495)

โดยสรุป การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และเกณฑ์ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) กำหนดตามความพอใจของผู้สอน ปกติเนื้อหาสาระที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80 85/85 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

5.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541 : 495) ได้กำหนดสูตรคำนวณหาประสิทธิภาพไว้ 2 สูตร ดังนี้

5.4.1 สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$	คือ	คะแนนรวมของผู้เรียนจากกระบวนการ เป็นผลรวมของคะแนนที่ได้จาก แบบฝึกหัด ผลการปฏิบัติงาน และประเมินพฤติกรรมกลุ่ม
N	คือ	จำนวนนักศึกษา
A	คือ	คะแนนเต็มของคะแนนกระบวนการ เป็นผลรวมของคะแนนเต็มของ แบบฝึกหัด ผลการปฏิบัติงาน และประเมินพฤติกรรมกลุ่ม

5.4.2 สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ
N	คือ	จำนวนนักศึกษา
B	คือ	คะแนนเต็มของคะแนนการทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้มักใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5 ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ ก่อนจะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรือคะแนนหลังเผชิญประสบการณ์เป็นเท่าใด ตัวอย่างเช่น 78/83 หมายถึงคะแนนเฉลี่ยของกระบวนการนักเรียนทั้งหมดได้ร้อยละ 78 คะแนนเฉลี่ยของผลลัพธ์หรือการทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 83

5.5 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541 : 496 – 497) ได้กล่าวถึงแนวทางการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เมื่อผลิตขึ้นเป็นต้นแบบแล้วต้องนำไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

5.5.1 แบบเดี่ยว นำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 3 คน ที่มีระดับสติปัญญา 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละ 1 คน ปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบเดี่ยวจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก ต้องปรับปรุงข้อบกพร่องที่พบจากการทดสอบก่อนนำไปทดสอบแบบกลุ่มต่อไป

5.5.2 แบบกลุ่ม นำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ได้ปรับปรุงจากการทดสอบแบบเดี่ยวแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 6 - 12 คน ที่มีระดับสติปัญญา 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละเท่า ๆ กัน ทำการทดสอบประสิทธิภาพ ปกติคะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณร้อยละ 10 นั่นคือค่า E_1/E_2 จะมีค่าประมาณ 70/70

5.5.3 แบบภาคสนาม นำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ได้ปรับปรุงจากการทดสอบแบบกลุ่มแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้น หาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ค่าประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ควรสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ไม่

เกินร้อยละ 2.5 สมมติว่าตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 ผลการทดสอบมีประสิทธิภาพมีค่า 79/81 ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ แต่ถ้าค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์เช่น 84/85 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นเป็น 85/85 ได้

โดยสรุป การทดสอบประสิทธิภาพมี 3 ขั้นตอน คือ แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม เมื่อได้ทดสอบแต่ละขั้นตอนแล้วต้องทำการปรับปรุงก่อนนำไปทดสอบในขั้นต่อไป นักเรียนที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มต้องเป็นตัวแทนของนักเรียนทั้งหมด และมีระดับสติปัญญา เก่ง ปานกลาง อ่อน มีจำนวนเท่ากันในแต่ละระดับ

5.6 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชัยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล (2520 : 142)

กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ให้ถือว่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับ .05 นั่นคือ ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ไม่ควรต่ำหรือสูงกว่าร้อยละ 2.5 การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ จะยอมรับได้เมื่อมีค่าเท่ากับเกณฑ์ หรือสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

5.6.1 สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกินร้อยละ 2.5 ขึ้นไป ต้องปรับกิจกรรมและแบบทดสอบแล้วทดลองใหม่ หากค่ายังสูงเกินร้อยละ 2.5 ต้องปรับเกณฑ์ให้สูงขึ้น

5.6.2 เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เท่ากับหรือสูงต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกินร้อยละ 2.5

5.6.3 ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 2.5

โดยสรุป ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มี 3 ระดับ คือ (1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อค่าประสิทธิภาพมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกินร้อยละ 2.5 ขึ้นไป (2) เท่าเกณฑ์ เมื่อค่าประสิทธิภาพเท่ากับหรือสูงต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกินร้อยละ 2.5 และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อค่าประสิทธิภาพมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต่ำกว่าร้อยละ 2.5

6. การเรียนการสอนวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
ครอบคลุม (1) คำอธิบายรายวิชา (2) วัตถุประสงค์รายวิชา (3) สารและมาตรฐานการเรียนรู้
(4) ขอบข่ายเนื้อหาสาระ (5) กระบวนการเรียนรู้ และ (6) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

6.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้าง ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คำสั่ง การป้อนข้อมูล วงจรการใช้งานควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ วงจรควบคุมระบบนิวเมติกส์ การแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม

6.2 วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องกลและอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมงานควบคุมประเภทต่างๆ เพื่อให้มีกึณนิสัยในการทำงาน

6.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

6.3.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานช่างไฟฟ้ากำลัง มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สาขางานช่างไฟฟ้ากำลัง

สาร	มาตรฐาน
สารที่ 1 งานพื้นฐานวิชาชีพช่างไฟฟ้า	มาตรฐานที่ 1 ต่อและทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มาตรฐานที่ 2 ต่อและทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ มาตรฐานที่ 3 ต่อวงจรและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
สารที่ 2 งานติดตั้งไฟฟ้า	มาตรฐานที่ 1 เขียน อ่านแบบ และประมาณการวัสดุ มาตรฐานที่ 2 เดินสายไฟฟ้าติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่าง อุปกรณ์ป้องกัน และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน มาตรฐานที่ 3 ตรวจสอบแก้ไขวงจรและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า มาตรฐานที่ 4 บีกเสา พาดสาย ยึดโยงเสาไฟฟ้า มาตรฐานที่ 5 ติดตั้งสายไฟฟ้าภายนอก และติดตั้งโคมถนน มาตรฐานที่ 6 ติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐาน
สาระที่ 3 งานเครื่องกลไฟฟ้า	<p>มาตรฐานที่ 1 ทดสอบคุณลักษณะเครื่องกำเนิดและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง</p> <p>มาตรฐานที่ 2 ซ่อม บำรุงรักษา และทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า</p> <p>มาตรฐานที่ 3 ซ่อม บำรุงรักษา และทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ</p> <p>มาตรฐานที่ 4 ซ่อม บำรุงรักษา และทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ</p>
สาระที่ 4 งานควบคุมไฟฟ้า	<p>มาตรฐานที่ 1 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยสวิตช์และแมกเนติกคอนแทคเตอร์</p> <p>มาตรฐานที่ 2 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยการโปรแกรม</p> <p>มาตรฐานที่ 3 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์</p>
สาระที่ 5 งานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ	<p>มาตรฐานที่ 1 ซ่อมบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น</p> <p>มาตรฐานที่ 2 ติดตั้งและตรวจสอบเครื่องปรับอากาศ</p> <p>มาตรฐานที่ 3 ซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ</p>

6.3.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

จากตารางที่ 2.3 วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104 - 2114 เป็นวิชาในหมวดวิชาชีพเฉพาะ สาระที่ 4 งานควบคุมไฟฟ้า มาตรฐานที่ 2 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยการโปรแกรม จำนวน 2 หน่วยกิต จำนวนเวลาเรียน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวม 72 ชั่วโมง ต่อ 1 ภาคเรียน

6.4 ขอบข่ายเนื้อหาสาระ

วิชาการโปรแกรมและควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า มีขอบข่ายเนื้อหาสาระจำแนกออกเป็น 15 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีเนื้อหาสาระ คือ (1) วิศวกรรมการควบคุม (2) โครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ปฏิบัติการศึกษารายวันประกอบภายนอกของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) ปฏิบัติการศึกษาร่วมกัน (6) ปฏิบัติการศึกษาคู่หู (7) ปฏิบัติการศึกษาคู่หู และ (8) ปฏิบัติการศึกษางานของตัวแสดงสถานะการทำงาน

หน่วยที่ 2 การทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีเนื้อหาสาระ คือ (1) ตัวแสดงสถานะการทำงาน (2) ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) การทำงานของหน่วยอินพุต (4) การทำงานของหน่วยเอาต์พุต (5) ปฏิบัติการเตรียมความพร้อมเริ่มต้นใช้งาน (6) ปฏิบัติการลบคำสั่งทั้งหมดออกจากหน่วยความจำ (7) ปฏิบัติการค้นหาคำสั่ง (8) ปฏิบัติการแทรกคำสั่ง (9) ปฏิบัติการลบบางส่วนของคำสั่ง (10) ปฏิบัติการดูสถานะภายใน (11) ปฏิบัติการ Force เอาต์พุต และ (11) ปฏิบัติการอ่านค่า Scan Time

หน่วยที่ 3 การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น มีเนื้อหาสาระ คือ (1) ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม (2) แลคเคอร์ไคอะแกรม (3) พื้นที่หน่วยความจำของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) การเขียนคำสั่งภาษาแลคเคอร์ไคอะแกรม

หน่วยที่ 4 การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพื้นฐาน มีเนื้อหาสาระ คือ (1) การใช้คำสั่ง LD, AND, OR, NOT, OUT, END (2) การใช้คำสั่งต่อเชื่อมกลุ่มคอนแทคแบบอนุกรม (3) การใช้คำสั่งต่อเชื่อมกลุ่มคอนแทคแบบขนาน (4) เทคนิคการเขียนโปรแกรม (5) การปรับแลคเคอร์ไคอะแกรมใหม่ (6) การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรมใหม่ (7) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง LD, AND, OR, NOT, OUT, END (8) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง AND LD (9) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง OR LD (10) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมจากแลคเคอร์ไคอะแกรมเป็นบล็อก (11) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมจากแลคเคอร์ไคอะแกรมใหม่ และ (12) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยการใช้คำสั่ง KEEP

หน่วยที่ 5 การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งต่อแยก มีเนื้อหาสาระ คือ (1) คำสั่ง IL/ILC (2) คำสั่ง TR (3) คำสั่ง JMP/JME (4) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง IL/ILC (5) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง TR (6) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง JMP/JME และ (7) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่ง IL/ILC คำสั่ง TR และ JMP/JME ตามแลคเคอร์ไคอะแกรม ที่กำหนดให้

หน่วยที่ 6 การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งตั้งเวลาและคำสั่งนับ มีเนื้อหาสาระ คือ

- (1) การใช้คำสั่งตั้งเวลา (2) การใช้คำสั่งนับ (3) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง TIM
- (4) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง TIMH (5) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมการขยายเวลาด้วยการใช้คำสั่ง TIM หลายครั้ง (6) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง CNT (7) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง CNTR และ (8) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมการขยายเวลาด้วยคำสั่ง CNT

หน่วยที่ 7 การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพิเศษ มีเนื้อหาสาระ คือ (1) คำสั่ง

- ทำงานชั่วคราว (2) คำสั่งเปรียบเทียบ (3) คำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล (4) คำสั่งทำงานเรียงลำดับ
- (5) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งทำงานชั่วคราว (6) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งเปรียบเทียบ (7) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล และ (8) ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งทำงานเรียงลำดับ

หน่วยที่ 8 การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต มีเนื้อหาสาระ คือ (1) การต่ออุปกรณ์

- อินพุต (2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต (3) ปฏิบัติการต่ออุปกรณ์อินพุต และ (4) ปฏิบัติการต่ออุปกรณ์เอาต์พุต

หน่วยที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว มีเนื้อหาสาระ คือ (1) การควบคุม

- วงจรถูกตั้งตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) การควบคุมวงจรถูกตั้งทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ปฏิบัติการควบคุมวงจรถูกตั้งตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) ปฏิบัติการควบคุมวงจรถูกตั้งทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

หน่วยที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ มีเนื้อหาสาระ คือ

- (1) การควบคุมวงจรถูกตั้งทางเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) การควบคุมวงจรถูกตั้งทางเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ปฏิบัติการควบคุมวงจรถูกตั้งทางเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) ปฏิบัติการควบคุมวงจรถูกตั้งทางเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

หน่วยที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

- มีเนื้อหาสาระ คือ (1) การควบคุมวงจรถูกตั้ง - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) การควบคุมวงจรถูกตั้งลิฟต์มอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ปฏิบัติการควบคุมวงจรถูกตั้ง - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) ปฏิบัติการควบคุมวงจรถูกตั้งลิฟต์มอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

หน่วยที่ 12 การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง มีเนื้อหาสาระ คือ (1) ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง (2) การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างด้วยเซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ ร่วมกับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ปฏิบัติการควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ และ (4) ปฏิบัติการควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกอาคาร ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้

หน่วยที่ 13 การควบคุมสัญญาณไฟจราจร มีเนื้อหาสาระ คือ (1) ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมสัญญาณไฟจราจร (2) การควบคุมสัญญาณไฟจราจรคนข้ามถนน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) การควบคุมสัญญาณไฟจราจรสี่แยก ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ปฏิบัติการควบคุมสัญญาณไฟจราจรคนข้ามถนน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ และ (5) ปฏิบัติการควบคุมสัญญาณไฟจราจรสี่แยก ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้

หน่วยที่ 14 การควบคุมวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า มีเนื้อหาสาระ คือ (1) ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า (2) การควบคุมวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้าใช้ Double Solenoid Valve (3) การควบคุมวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้าใช้ Single Solenoid Valve และ (4) ปฏิบัติการควบคุมวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า กระบอกสูบ 2 ทาง 3 ตัว ใช้ Double Solenoid

หน่วยที่ 15 การพัฒนาโปรแกรมควบคุมโหลดไฟฟ้า มีเนื้อหาสาระ คือ (1) ความหมายและความสำคัญของการพัฒนาโปรแกรม (2) หลักและวิธีการการพัฒนาโปรแกรม (3) เทคนิคการใช้คำสั่ง (4) การเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ และ (5) ปฏิบัติการพัฒนาโปรแกรมควบคุมโหลดไฟฟ้า จากโปรแกรมที่กำหนดให้

โดยสรุป วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เป็นรายวิชาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุง 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคำสั่งและการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และการควบคุมโหลดไฟฟ้าแบบโปรแกรมได้ ครอบคลุมการเรียนรู้ด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ 15 หน่วยการเรียนรู้

6.5 กระบวนการเรียนรู้วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

การจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า มีวิธีการจัดการเรียนรู้ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (กรมวิชาการ 2545 : 127 – 130)

6.5.1 วิธีการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้ (1) จัดการเรียนรู้ให้ครบองค์รวมของการพัฒนาตามศักยภาพของผู้เรียน จนเกิดทักษะในการทำงาน และได้ชิ้นงาน (2) จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานตามกระบวนการเรียนรู้ จนเกิดทักษะในการทำงาน และได้ชิ้นงาน (3) จัดการเรียนรู้ทั้งในชั้นเรียน และนอกชั้นเรียน (4) จัดการเรียนรู้โดยกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดงานที่มีความหมายกับผู้เรียน และ (5) จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนโดยคำนึงถึงความต้องการ ความสนใจ ความพร้อม และ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

6.5.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้ (1) จัดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (2) จัดการเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า (3) จัดการเรียนรู้จากประสบการณ์ และ (4) จัดการเรียนรู้จากการทำงานกลุ่ม

โดยสรุป กระบวนการเรียนรู้วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า มีวิธีการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้สามารถนำความรู้ทางทฤษฎีไปทำให้เกิดการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม

6.6 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ควรดำเนินการ ดังนี้ (กรมวิชาการ 2545 : 131)

- 1) ต้องวัดผลและประเมินผล ทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ และกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 2) วิธีการวัดผลและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
- 3) ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลตามความเป็นจริง และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่แล้ว
- 4) ผลการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผล และข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
- 5) การวัดผลและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรง เป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด และโอกาสของการประเมิน

โดยสรุป วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ควรวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยไม่พบบางงานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า มีเพียงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ในกลุ่มวิชาชีพที่มีเนื้อหาประเภททฤษฎีพีสัย ทักษะพีสัย และจิตพีสัย ที่ทำให้ผู้เรียนมี ความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น มีตัวอย่างงานวิจัยดังนี้

สุภพงษ์ วงศ์สมิตกุล (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอน แบบอิงประสบการณ์ เรื่อง การเพาะเห็ด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ สร้างขึ้นทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 นักเรียนมีความก้าวหน้า ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียน ด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์อยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

เจษฎา ประดิษฐ์สาร (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนแบบ อิงประสบการณ์ วิชาช่างเดินสายไฟฟ้าในอาคาร เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 2 เขตพื้นที่การศึกษาชุมพร เขต 2 ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ใน ระดับเห็นด้วย

อภิธร แก้วอุคร (2551 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนแบบอิง ประสบการณ์ กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี วิชางานช่าง เรื่อง การออกแบบและปฏิบัติ งานไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตพื้นที่การศึกษายุทธยานี ผลการวิจัยพบว่าชุดการ สอนแบบอิงประสบการณ์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนมี ความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

โดยสรุป งานวิจัยที่เกี่ยวกับกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับมัธยมศึกษา พบว่าวิธีการเรียนการสอน รูปแบบการเรียนการสอน สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน และการจัด สภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น ผู้เรียนมี ความรู้ทางทฤษฎีและสามารถนำไปปฏิบัติได้ ผู้วิจัยจึงได้แนวคิดและวิธีการจากงานวิจัยที่ได้ศึกษา นำมาเป็นแนวทางพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ สาขางานช่างไฟฟ้ากำลัง สาระที่ 4 งานควบคุมไฟฟ้า มาตรฐานที่ 2 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยการโปรแกรม รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ (3) ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ในการดำเนินการวิจัยครอบคลุมหัวข้อดังนี้ (1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน จำนวน 4 สถานศึกษา และมีจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 180 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 28 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 **สุ่มสถานศึกษา** ได้วิทยาลัยเทคนิคน่าน จากสถานศึกษาทั้งหมดใน อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน จำนวน 4 แห่ง ที่มีการจัดการเรียนการสอนสาขางานช่างไฟฟ้ากำลัง ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพเหมือนกัน และนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

1.2.2 **อำนาจนักศึกษา** ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 มีจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 76 คน ได้จัดกลุ่มการเรียนของนักศึกษาเป็น 4 กลุ่ม จัดระดับผลการเรียนนักศึกษาทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้ระดับผลการเรียนรายวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าซึ่งมีเนื้อหาวิชาประเภทเดียวกัน ซึ่งมีระดับผลการเรียนระหว่าง 1 – 4 นักศึกษาที่เรียนเก่งมีระดับผลการเรียน 3.5 – 4 นักศึกษาที่เรียนปานกลางมีระดับผลการเรียน 2 - 3 และนักศึกษาที่เรียนอ่อนมีผลการเรียนอยู่ในระดับ 1 – 1.5 จำนวนนักศึกษาแต่ละระดับผลการเรียนแสดงเป็นรายกลุ่ม ปรากฏดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนระดับผลการเรียนของนักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แสดงเป็นรายกลุ่ม

กลุ่มการเรียน	ระดับผลการเรียน	จำนวนนักศึกษา (คน)
1	เก่ง	5
	ปานกลาง	9
	อ่อน	5
2	เก่ง	1
	ปานกลาง	9
	อ่อน	9
3	เก่ง	3
	ปานกลาง	9
	อ่อน	7
4	เก่ง	9
	ปานกลาง	8
	อ่อน	2

1.2.3 **สุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองแบบเดี่ยว** จำนวน 3 คน โดยการจับสลากจากนักศึกษากลุ่ม 2 - 4 ได้ตัวอย่างที่มีผลการเรียนระดับ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละ 1 คน

1.2.4 **สุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองแบบกลุ่ม** จำนวน 6 คน โดยการจับสลากจากนักศึกษากลุ่ม 2 - 4 ได้ตัวอย่างที่มีผลการเรียนระดับ เก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละ 2 คน

1.2.5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองภาคสนาม ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 1 จำนวน 19 คน เป็นนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่งจำนวน 5 คน ระดับผลการเรียนปานกลางจำนวน 9 คน และ ระดับผลการเรียนอ่อนจำนวน 5 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ประเภท ได้แก่ (1) ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (2) แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็น นักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

2.1 ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยยึดระบบการผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ของศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ มี 3 หน่วยประสบการณ์ คือ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ และ หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า ทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร และตำรา ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และเนื้อหาสาระรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ขั้นที่ 2 ผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ โดยยึดระบบการผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาสาระรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มาจำแนกเนื้อหา ปากฎดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การจำแนกกลุ่มเนื้อหา หน่วยเนื้อหา และประเภทเนื้อหา

กลุ่มเนื้อหา	หน่วยเนื้อหา	ประเภทเนื้อหา
1. โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. การศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
	2. การทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
2. คำสั่ง การป้อนข้อมูล	3. การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น	พุทธิพิสัย
	4. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
	5. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งต่อแยก	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
	6. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งตั้งเวลาและคำสั่งนับ	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
3. วงจรการใช้งาน	7. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพิเศษ	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
	8. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
4. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
	10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
	11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
5. การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ	12. การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
	13. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
6. วงจรควบคุมระบบนิวเมติกส์	14. การควบคุมวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย
7. การแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม	15. การพัฒนาโปรแกรมควบคุมโหลดไฟฟ้า	พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย

2. กำหนดชุดประสบการณ์ โดยนำกลุ่มเนื้อหาจำแนกเป็น 15 หน่วย
เนื้อหาและกำหนดเป็นหน่วยประสบการณ์ ปรากฏดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การจำแนกหน่วยเนื้อหา และหน่วยประสบการณ์

หน่วยเนื้อหา	หน่วยประสบการณ์
1. การศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. การเขียนโครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
2. การทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	2. การเขียนลำดับขั้นการทำงานและฝึกปฏิบัติการเริ่มต้นใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
3. การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น	3. การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น
4. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพื้นฐาน	4. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพื้นฐาน
5. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งต่อแยก	5. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งต่อแยก
6. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งตั้งเวลาและคำสั่งนับ	6. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งตั้งเวลาและคำสั่งนับ
7. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพิเศษ	7. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพิเศษ
8. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	8. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต
9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว
10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ	10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า	11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
12. การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง	12. การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง
13. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร	13. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร
14. การควบคุมวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า	14. การควบคุมวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า
15. การพัฒนาโปรแกรมควบคุมโหลดไฟฟ้า	15. ปฏิบัติการพัฒนาโปรแกรมควบคุม

ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยประสบการณ์มา 3 หน่วยประสบการณ์ โดยเลือกแบบเจาะจงกลุ่มเนื้อหาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งมีประเภทเนื้อหาที่เป็นพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย และเป็นกลุ่มเนื้อหาสำคัญที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานของหลักสูตร ที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานอื่น ๆ ในกลุ่มสาระเดียวกัน ปรากฏดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สาระที่ 4 และมาตรฐาน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545
(ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง

สาระ	มาตรฐาน
สาระที่ 4 งานควบคุมไฟฟ้า	มาตรฐานที่ 1 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยสวิตช์และแมกเนติกคอนแทกเตอร์
	มาตรฐานที่ 2 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยการโปรแกรม
	มาตรฐานที่ 3 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มเนื้อหาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า มี 3 หน่วยประสบการณ์ ดังนี้ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ และหน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

จากนั้นนำหน่วยประสบการณ์ทั้ง 3 หน่วย มากำหนดเป็นประสบการณ์หลักและประสบการณ์รอง โดย 1 หน่วยประสบการณ์ มี 2 ประสบการณ์หลัก 1 ประสบการณ์หลักมี 2 ประสบการณ์รอง ใช้เวลาในการเรียน 4 ชั่วโมงต่อ 1 หน่วยประสบการณ์ ปรากฏดังตารางที่ 3.5 – 3.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.5 การจำแนกประเภทหลักและประเภทรอง หน่วยประเภทรองที่ 9

หน่วยประเภทรอง	ประเภทหลัก	ประเภทรอง
9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	9.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	9.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		9.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 3.6 การจำแนกประเภทหลักและประเภทรอง หน่วยประเภทรองที่ 10

หน่วยประเภทรอง	ประเภทหลัก	ประเภทรอง
10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับเรียงลำดับ	10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	10.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		10.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	10.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 3.7 การจำแนกประเภทภาระหลักและประเภทภาระรอง หน่วยประสพการณ์ที่ 11

หน่วยประสพการณ์	ประสพการณ์หลัก	ประสพการณ์รอง
11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า	11.1 การควบคุมวงจรสตาร์ – เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม-เมเบิลคอนโทรลเลอร์	11.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ – เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิล-คอนโทรลเลอร์	11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ – เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 11.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิล-คอนโทรลเลอร์ 11.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

3. วิเคราะห์และกำหนด ภารกิจ/งาน ใน 1 หน่วยประสพการณ์รอง

จะมีการกิจอย่างน้อย 2 - 4 ภารกิจ และม้งานอย่างน้อย 2 - 7 งาน

หน่วยประสพการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ประสพการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีภารกิจและงานดังนี้

ภารกิจ ได้แก่ (1) ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) ดำเนินการควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (6) รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งาน ได้แก่ (1) ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุม วงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อ่านประมวลผลสาระเรื่องความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึก สาระสำคัญ (2) ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (3) จัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และดำเนินการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล-เลอร์ และ (5) นำเสนอผลงาน วิพากษ์ และสรุปผล

หน่วยประสพการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสพการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มี ภารกิจและงาน ดังนี้

ภารกิจ ได้แก่ (1) ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการ ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ศึกษาเรื่องขั้นตอนการ ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) ดำเนินการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (6) รายงาน ผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งาน ได้แก่ (1) ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุม วงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อ่านประมวลผลสาระเรื่องความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึก สาระสำคัญ (2) ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (3) จัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และดำเนินการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์ และ (5) นำเสนอผลงาน วิพากษ์ สรุปผล และทำแบบฝึกหัด

หน่วยประสพการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ประสพการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์ มีภารกิจและงาน ดังนี้

ภารกิจ ได้แก่ (1) ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) ดำเนินการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (6) รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งาน ได้แก่ (1) ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (2) ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (3) จัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และดำเนินการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (5) นำเสนอผลงานวิพากษ์ และสรุปผล

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีภารกิจและงาน ดังนี้

ภารกิจ ได้แก่ (1) ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) ดำเนินการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (6) รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งาน ได้แก่ (1) ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อ่านประมวลสาระเรื่อง

ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม-
เมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (2) ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงาน
เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (3) จัดหา
และตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วย
โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ
ดำเนินการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ
(5) นำเสนอผลงาน วิพากษ์ สรุปผล และทำแบบฝึกหัด

หน่วยประสพการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้น
ด้วยการลดกระแสไฟฟ้า ประสพการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีภารกิจและงาน ดังนี้

ภารกิจ ได้แก่ (1) ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการ
ควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ศึกษาเรื่อง
ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
(3) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย
โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-
เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) ดำเนินการควบคุมวงจร สตาร์-
เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (6) รายงานผลการปฏิบัติงานการ
ควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งาน ได้แก่ (1) ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจร
สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อ่านประมวลสาระเรื่อง
ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม-
เมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (2) ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-
เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (3) จัดหาและ
ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย
โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ
ดำเนินการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ
(5) นำเสนอผลงาน วิพากษ์ และสรุปผล

หน่วยประสพการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้น
ด้วยการลดกระแสไฟฟ้า ประสพการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วย
โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีภารกิจและงาน ดังนี้

ภารกิจ ได้แก่ (1) ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) ดำเนินการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (6) รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งาน ได้แก่ (1) ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (2) ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และบันทึกสาระสำคัญ (3) จัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และดำเนินการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (5) นำเสนอผลงาน วิพากษ์ สรุปผล และทำแบบฝึกหัด

4. วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหาสาระ โดยกำหนดให้สอดคล้องกับภารกิจและงาน ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาสาระในแต่ละหน่วยประสบการณ์ ดังนี้

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว แบ่งเป็น 4 หัวเรื่อง คือ (1) ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ แบ่งเป็น 4 หัวเรื่อง คือ (1) ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า แบ่งเป็น 4 หัวเรื่อง คือ (1) ความหมายและส่วนประกอบของการ

ควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลีปรिंगมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลีปรึงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

5. เลือกรูปแบบและวิธีการให้ประสบการณ์ ใช้รูปแบบการให้

ประสบการณ์ 3 รูปแบบ คือ การเรียนกับครู (TDL) การเรียนกับเพื่อน (PDL) และการเรียนด้วยตนเอง (SDL)

การเรียนกับครู หรือ TDL (Teacher Directed Learning) ได้แก่ การให้คำแนะนำในขณะที่นักศึกษาปฏิบัติแต่ละภารกิจและงาน การบรรยายเนื้อหาสาระ การสาธิต การปฏิบัติงาน การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การอภิปราย การวิพากษ์ผลงาน การสรุปผลงาน การตรวจสอบและประเมินผลงาน และ การตรวจแบบฝึกหัด

การเรียนกับเพื่อน หรือ PDL (Peer Directed Learning) ได้แก่ การจัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับดำเนินการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า การดำเนินการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า การนำเสนอผลงาน การวิพากษ์งาน การสรุปผล

การเรียนด้วยตนเอง หรือ SDL (Self Directed Learning) ได้แก่ การชมมัลติมีเดีย อ่านประมวลสาระ บันทึกสาระสำคัญ และ การทำแบบฝึกหัด

สำหรับวิธีการให้ประสบการณ์ในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ได้แก่ การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบสาธิต การสอนแบบอภิปราย การสอนฝึกปฏิบัติ การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง รูปแบบการให้ประสบการณ์ในแต่ละหน่วยประสบการณ์มีรายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 รูปแบบการให้ประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 - 11

หน่วยประสบการณ์	หัวเรื่อง	รูปแบบการให้ประสบการณ์
9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	SDL TDL และ PDL
	9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	SDL TDL และ PDL

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

หน่วยประสบการณ์	หัวข้อ	รูปแบบการให้ประสบการณ์
10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ	10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	SDL TDL และ PDL
	10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	SDL TDL และ PDL
11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า	11.1 การควบคุมวงจร สตาร์ – เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	SDL TDL และ PDL
	11.2 การควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	SDL TDL และ PDL

6. กำหนดบริบทสำหรับเผชิญประสบการณ์ บริบทที่ใช้ได้แก่ห้องเรียน ซึ่งเป็นห้องเรียนเฉพาะสำหรับการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยมุมต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษาได้เผชิญประสบการณ์ ดังนี้

1) มุมหนังสือ จัดไว้ที่ชั้น 5 ของตู้หน้าเปิด 6 ชั้น เป็นแหล่งที่นักศึกษาสามารถใช้ศึกษา ค้นคว้า อ้างอิง ในการเรียนแบบอิงประสบการณ์ การศึกษาเพิ่มเติมนักศึกษาค้นคว้าประกอบการทำรายงาน ประกอบด้วย ประมวลสาระ หนังสือเรียนประจำรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า คู่มือการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อต่าง ๆ และวารสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีการควบคุมไฟฟ้าปัจจุบัน

2) มุมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้จัดหาคอมพิวเตอร์พร้อมโต๊ะจำนวน 6 ชุด จัดไว้เป็นโซน เพื่อให้ให้นักศึกษาใช้เรียนรู้ด้วยตนเองด้วยสื่อฉายที่จัดเตรียมไว้ให้ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 – 11 ทุกหน่วยประสบการณ์มีสื่อเหมือนกัน ได้แก่ สไลด์คอมพิวเตอร์ ปฐมนิเทศ มัลติมีเดียส่วนประกอบของการควบคุมทุกประสบการณ์หลัก สไลด์คอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการควบคุมทุกประสบการณ์หลัก มัลติมีเดียการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ทุกประสบการณ์หลัก และ สไลด์คอมพิวเตอร์รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

3) มุมแสดงผลงาน จัดไว้ที่ชั้น 2 - 4 ของตู้หน้าเปิด 6 ชั้น เป็นมุมที่ใช้แสดงผลงานของนักศึกษา เป็นสื่อของจำลอง ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากการทำโครงการเกี่ยวกับการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้แก่ สื่อของจำลองการทำงานของระบบสายพานลำเลียงควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สื่อของจำลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและสัญญาณไฟจราจร ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ชั้น 6 ของตู้หน้าเปิด 6 ชั้น จัดแสดงโล่รางวัลและเกียรติบัตรที่ได้รับจากการแข่งขันตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ส่วนสื่อของจำลองที่ใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุมลิฟต์ 4 ชั้น จัดไว้เป็นโซนเฉพาะหลังมุมคอมพิวเตอร์

4) มุมวัสดุอุปกรณ์ เป็นมุมที่จัดไว้เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วยตู้ประตูกระจกบานเลื่อน 6 ชั้น ใช้เก็บสายเสียบวงจร แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V โหลดจำลองสำหรับฝึกออกแบบและควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ ชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับซ่อมบำรุงชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

5) มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นมุมที่จัดไว้เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษาครุภัณฑ์โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยตู้ประตูกระจกบานเลื่อน 6 ชั้น จัดแบ่งพื้นที่แต่ละชั้นเป็น 6 ส่วน แต่ละส่วนใช้เก็บครุภัณฑ์โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ส่วนละ 1 ตัว ตามหมายเลขประจำเครื่อง

7. กำหนดสถานการณ์ สถานการณ์จำลอง คือ บริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้เปลี่ยนระบบการควบคุมจากแบบกลไกไฟฟ้าเป็นโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าของบริษัท จึงต้องเข้ารับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ ดังนี้

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 ทำหน้าที่ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

1 ตัว ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรสตาร์ทตรงสำหรับพัดลมระบายอากาศและวงจรกลับทางหมุนสำหรับปิดเปิดประตู

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 ทำหน้าที่ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

2 ตัว ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือสำหรับสายพานลำเลียงม้วนสายไฟฟ้าเข้าโกดัง และวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติสำหรับสายพานลำเลียงม้วนทองแดงเข้าสายการผลิต

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 ทำหน้าที่ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

3 เฟส ขนาดใหญ่ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจร สตาร์ท – เดลต้า โดยอัตโนมัติ สำหรับเครื่องอัดอากาศขนาด 50 แรงม้า และวงจรสลิปริงมอเตอร์ขนาด 40 แรงม้า

สำหรับบริดแห่งทองแดง

8. จัดทำแผนการเผชิญประสพการณ์ ได้แก่ แผนการสอนแบบอิงประสพการณ์ แผนเผชิญประสพการณ์ แผนกำกับประสพการณ์ และแผนผลิตสื่อการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง มีรายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แผนการสอนประกอบชุดการสอนแบบอิงประสพการณ์

แผนการสอนแบบอิงประสพการณ์	แผนเผชิญประสพการณ์	แผนกำกับประสพการณ์	แผนผลิตสื่อการสอน
1. แผนการสอนแบบอิงประสพการณ์หน่วยประสพการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	1. แผนเผชิญประสพการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. แผนกำกับประสพการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. แผนผลิตสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ ประสพการณ์หลักที่ 9.1 – 9.2 2. แผนผลิตสื่อประมวลสาระประสพการณ์หลักที่ 9.1 – 9.2 3. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประสพการณ์หลักที่ 9.1 4. แผนผลิตสื่อสไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประสพการณ์หลักที่ 9.1 5. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประสพการณ์หลักที่ 9.1 6. แผนผลิตสื่อ โหลดจำลอง หมายเลข 1 – 2 ประสพการณ์หลักที่ 9.1 – 9.2
	2. แผนเผชิญประสพการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	2. แผนกำกับประสพการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

แผนการสอน แบบอิงประสบการณ์	แผนเผชิญประสบการณ์	แผนกำกับ ประสบการณ์	แผนผลิตสื่อการสอน
			7. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรกลับทางหมุน ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 9.2
			8. แผนผลิตสื่อสไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจร กลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเม-เบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 9.2
			9. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 9.2
2. แผนการสอน แบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ ที่ 10 การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน เรียงลำดับ	3. แผนเผชิญ ประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ที่ 10.1 การควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วยโปรแกรม- เมเบิลคอนโทรลเลอร์	3. แผนกำกับ ประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ที่ 10.1 การควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วยโปรแกรม- เมเบิลคอนโทรลเลอร์	10. แผนผลิตสื่อสไลด์ คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ ประสบการณ์หลักที่ 10.1 – 10.2
	4. แผนเผชิญ ประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ที่ 10.2 การควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์	4. แผนกำกับ ประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ที่ 10.2 การควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์	11. แผนผลิตสื่อประมวลสาระ ประสบการณ์หลักที่ 10.1 – 10.2
			12. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 10.1

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

แผนการสอน แบบอิงประสบการณ์	แผนเผชิญประสบการณ์	แผนกำกับ ประสบการณ์	แผนผลิตสื่อการสอน
			13. แผนผลิตสื่อสไลด์ คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอนการ ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์ หลักที่ 10.1
			14. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์ หลักที่ 10.1
			15. แผนผลิตสื่อโหลดจำลอง หมายเลข 3 – 4 ประสบการณ์ หลักที่ 10.1 – 10.2
			16. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดย อัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์ หลักที่ 10.2
			17. แผนผลิตสื่อสไลด์ คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอนการ ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม- เมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 10.2

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

แผนการสอน แบบอิงประสบการณ์	แผนเผชิญประสบการณ์	แผนกำกับ ประสบการณ์	แผนผลิตสื่อการสอน
3. แผนการสอน แบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ ที่ 11 การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลด กระแสไฟฟ้า	5. แผนเผชิญ ประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ที่ 11.1 การควบคุม วงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์	5. แผนกำกับ ประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ที่ 11.1 การควบคุม วงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์	18. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 10.2
	6. แผนเผชิญ ประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ที่ 11.2 การควบคุม วงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	6. แผนกำกับ ประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ที่ 11.2 การควบคุม วงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	19. แผนผลิตสื่อสไลด์ คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ ประสบการณ์หลักที่ 11.1 – 11.2 20. แผนผลิตสื่อประมวลสาระ ประสบการณ์หลักที่ 11.1 – 11.2 21. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจร สตาร์ – เคลด้า โดย อัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์ หลักที่ 11.1
			22. แผนผลิตสื่อสไลด์ คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 11.1
			23. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 11.1

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

แผนการสอน แบบอิงประสบการณ์	แผนเผชิญประสบการณ์	แผนกำกับ ประสบการณ์	แผนผลิตสื่อการสอน
			24. แผนผลิตสื่อโหลดจำลอง หมายเลข 5 – 6 ประสบการณ์หลักที่ 11.1 – 11.2
			25. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 11.2
			26. แผนผลิตสื่อสไลด์ คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล- เลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 11.2
			27. แผนผลิตสื่อมัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล- เลอร์ ประสบการณ์หลักที่ 11.2

1) เขียนแผนการสอนแบบอิงประสบการณ์ เป็นแผนหลักของการสอนแบบอิงประสบการณ์ ประกอบด้วยหน่วยประสบการณ์ ประสบการณ์หลัก ประสบการณ์รอง วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ ขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ สื่อและแหล่งประสบการณ์ และการประเมิน

2) เขียนแผนเผชิญประสบการณ์ เป็นการกำหนดรายละเอียดในการเผชิญประสบการณ์หลัก และประสบการณ์รอง ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ และ สิ่งที่พึงระวังในการเผชิญประสบการณ์

3) เขียนแผนกำกับประสบการณ์ เป็นการระบุขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์ มี 7 ขั้นตอน คือ (1) ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ (2) ประเมินทิศ

ประสบการณ์ (3) เเชิญประสบการณ์ (4) รายงานความก้าวหน้า (5) รายงานผลการเชิญประสบการณ์ (6) สรุปผลการเชิญประสบการณ์ และ (7) ประเมินหลังเชิญประสบการณ์ ในแต่ละขั้นตอนมีการระบุชื่อ สถานที่ และระยะเวลากำกับ

4) เขียนแผนผลิตสื่อการสอน เป็นการระบุรายละเอียดของสื่อการสอนที่มีอยู่แล้วหรือต้องผลิตใหม่ ครอบคลุม ชื่อหน่วยประสบการณ์ ความยาวของสื่อ ประเภทสื่อ ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์ สรุปเนื้อหา แหล่งที่มาของสื่อ ขั้นตอนการผลิต และทรัพยากรที่ต้องใช้

9. ผลิตสื่อสำหรับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ผลิตสื่อสำหรับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ คือ (1) สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ (2) ประมวลสาระ (3) มัลติมีเดียประกอบการเชิญประสบการณ์ (4) สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเชิญประสบการณ์ และ (5) โหลดจำลอง

1) การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศเป็นสื่อที่ใช้ในการปฐมนิเทศก่อนที่จะเชิญประสบการณ์ มีจำนวน 3 เรื่อง ครอบคลุม 3 หน่วยประสบการณ์ ปรากฏตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 รายชื่อเรื่องสไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ

หน่วยประสบการณ์	เรื่อง	เวลา (นาที)
9	ปฐมนิเทศหน่วยประสบการณ์หลักที่ 9.1 – 9.2	10
10	ปฐมนิเทศหน่วยประสบการณ์หลักที่ 10.1 – 10.2	10
11	ปฐมนิเทศหน่วยประสบการณ์หลักที่ 11.1 – 11.2	10

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศมีวิธีการผลิต ดังนี้ (1) จัดทำข้อความและภาพกราฟิก โดยครอบคลุมขนาด ความชัดเจน ความถูกต้อง และการเรียงลำดับ (2) ตกแต่งภาพเลือกใช้ภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล ทำการตกแต่งให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ต้องการนำเสนอ (3) สร้างการนำเสนอ ครอบคลุมการนำเสนอให้มีความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อความ ภาพกราฟิก และภาพถ่าย สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ต้องการนำเสนอ และ (4) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อความประกอบภาพบริบท และสื่อต่าง ๆ ที่ใช้เชิญประสบการณ์ และตรวจสอบความสอดคล้องของข้อความและภาพที่นำเสนอเกี่ยวกับ บริบท สถานการณ์ และสื่อต่าง ๆ ที่ใช้เชิญประสบการณ์

2) การผลิตประมวลสาระ ประมวลสาระเป็นสื่อหลักในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ มีจำนวน 3 เรื่อง ปรากฏดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 รายชื่อประมวลสาระ

หน่วย	เรื่อง	จำนวนหน้า
9	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	28
10	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ	28
11	การควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า	31

การผลิตประมวลสาระแต่ละเรื่องมีวิธีการผลิต ดังนี้ (1) เขียนแผนผังแนวคิดในรูปแผนภูมิ ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ ตอน และหัวเรื่อง (2) เขียนแผนการสอนประจำตอนและหัวเรื่อง ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (3) เขียนเนื้อหาสาระตรงกับหัวเรื่อง ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ การให้เนื้อหาสาระประกอบด้วย การเกริ่นนำ อธิบายเนื้อหาสาระ และสรุป (4) กำหนดภาพประกอบ โดยระบุประเภทของภาพ ขนาดของภาพ และคำอธิบายรายละเอียดของภาพ (5) จัดวางภาพประกอบในเนื้อหาสาระ ปรับแต่งขนาดของภาพให้เหมาะสม มีความคมชัด มีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์ (6) ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้ให้ถูกต้องตามหลักภาษา และตรวจสอบความสอดคล้องของคำอธิบายกับภาพประกอบ (7) ตรวจสอบความถูกต้องในการพิมพ์ ให้ถูกต้องตามรูปแบบ ให้เป็นรูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเล่ม และ (8) จัดพิมพ์และเข้ารูปเล่ม

3) การผลิตมัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์ มัลติมีเดียเป็นสื่อเสริมที่ใช้ประกอบการเผชิญประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ผลิตมัลติมีเดียจำนวน 12 เรื่อง ครอบคลุม 6 ประสบการณ์หลัก ของ 3 หน่วยประสบการณ์ ในแต่ละประสบการณ์หลัก มี 2 เรื่อง ได้แก่ เรื่องส่วนประกอบของการควบคุม และเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ปรากฏดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 รายชื่อเรื่องมัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์

ประสบการณ์หลัก	เรื่อง	เวลา (นาที)
9.1	1. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกตั้งตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
	2. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถูกตั้งตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
9.2	3. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
	4. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
10.1	5. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
	6. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถูกทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
10.2	7. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
	8. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถูกทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
11.1	9. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูก สตาร์ท – เคลลด์้าโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
	10. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถูก สตาร์ท – เคลลด์้าโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
11.2	11. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกสลีปรังมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
	12. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถูกสลีปรังมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5

การผลิตมัลติมีเดียแต่ละเรื่องมีวิธีการผลิต ดังนี้ (1) จัดทำภาพและข้อความ
ครอบคลุม ขนาด ความชัดเจน ความถูกต้อง และการเรียงลำดับ (2) บันทึกเสียง บันทึกเสียง
ตามบท ครอบคลุม ความชัดเจนเสียง และการออกเสียง (3) เลือกการนำเสนอ ครอบคลุมการ
นำเสนอภาพ ข้อความ และเสียง ให้มีความสอดคล้องกันตามบท (4) สร้างความเชื่อมโยงของ
การนำเสนอในแต่ละเฟรม และ (5) ตรวจสอบความถูกต้อง

4) การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์
สไลด์คอมพิวเตอร์เป็นสื่อเสริมที่ใช้ประกอบการเผชิญประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ผลิตจำนวน 6 เรื่อง
ครอบคลุม 6 ประสบการณ์หลัก ของ 3 หน่วยประสบการณ์ ประสบการณ์หลักละ 1 เรื่อง
ได้แก่ เรื่องส่วนขั้นตอนการควบคุม ปรากฏดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 รายชื่อเรื่องสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์

ประสบการณ์ หลัก	เรื่อง	เวลา (นาที)
9.1	1. ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
9.2	2. ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
10.1	3. ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
10.2	4. ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
11.1	5. ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ท – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5
11.2	6. ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	5

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์มีวิธีการผลิต ดังนี้
(1) จัดทำข้อความและภาพกราฟิก โดยครอบคลุม ขนาด ความชัดเจน ความถูกต้อง และการ
เรียงลำดับ (2) ตกแต่งภาพ เลือกใช้ภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล ทำการตกแต่งให้มีความคมชัด

เห็นรายละเอียดที่ต้องการนำเสนอ มีขนาดเหมาะสม (3) ผสมภาพกับข้อความ นำเสนอให้มีความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อความ ภาพกราฟิก และภาพถ่าย สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ต้องการนำเสนอ และ (4) ตรวจสอบความถูกต้อง ครอบคลุมความถูกต้องของ ข้อความ ภาพ ความสอดคล้องของข้อความและภาพ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมกับเนื้อหา การสื่อความหมาย

5) การผลิตโหลดจำลอง โหลดจำลองเป็นสื่อเสริมที่ใช้ประกอบการเผชิญประสบการณ์ภาคปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ผู้วิจัยได้ผลิตจำนวน 72 แผง ครอบคลุม 6 ประสบการณ์หลัก ของ 3 หน่วยประสบการณ์ ประสบการณ์หลักละ 12 แผง ปรากฏดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 รายชื่อโหลดจำลอง

ประสบการณ์หลักที่	เรื่อง	จำนวน (แผง)
9.1	1. โหลดจำลองหมายเลข 1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง	12
9.2	2. โหลดจำลองหมายเลข 2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน	12
10.1	3. โหลดจำลองหมายเลข 3 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	12
10.2	4. โหลดจำลองหมายเลข 4 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	12
11.1	5. โหลดจำลองหมายเลข 5 การควบคุมวงจร สตาร์ท – เคลด้าโดยอัตโนมัติ	12
11.2	6. โหลดจำลองหมายเลข 6 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์	12

การผลิตโหลดจำลองมีวิธีการผลิต ดังนี้ (1) เตรียมส่วนหน้าและส่วนหลังของโหลดจำลอง ตัดแผ่น พี.วี.ซี ให้ได้ขนาดตามแบบและจำนวนตามปริมาณที่ต้องการ (2) สร้างภาพวงจรบนแผ่น พี.วี.ซี ส่วนหน้า ด้วยการทำซิลสกรีนวงจรควบคุมด้วยแมคเนติกคอนแทคเตอร์และจุดต่อสายอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต โหลดจำลองหมายเลข 1 – 6 อย่างละ 12 แผง (3) ติดตั้งอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต บนส่วนหน้าของโหลดจำลอง ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ (4) เดินสายวงจรไฟฟ้า ตาม Wiring Diagram ของโหลดจำลองแต่ละชนิด ใช้การบัดกรีเชื่อมสายไฟฟ้ากับจุดต่อสายทุกจุด (5) สร้างชิ้นส่วนของส่วนประกอบ ได้แก่ ขายึดแผ่น พี.วี.ซี ส่วนหน้าและส่วน

หลังเข้าด้วยกัน (6) ประกอบโหลดจำลอง ประกอบชิ้นส่วนของส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันตามแบบ ชันเป็นเกลียวที่ใช้ยึดส่วนประกอบให้แน่น (7) ตรวจสอบการทำงาน ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ด้วยมัลติมิเตอร์ เพื่อเป็นหลักประกันความถูกต้องและความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ รวมถึงตรวจสอบการยึดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ให้มั่นคงแข็งแรง และ (8) ทดสอบการทำงานด้วยการใช้ในสถานการณ์เดียวกับการใช้เผชิญประสบการณ์ เพื่อหาจุดบกพร่องแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข

10. จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก ได้แก่ คอมพิวเตอร์ของครู เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ ปลั๊กไฟ ส่วนสิ่งอำนวยความสะดวกที่ได้ติดตั้งถาวรไว้แล้วควรตรวจสอบให้พร้อมใช้งานเสมอ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ในมุมคอมพิวเตอร์ จอภาพ โต๊ะ เก้าอี้ ระบบไฟฟ้า โต๊ะปฏิบัติการ ระบบไฟฟ้าในมุมคอมพิวเตอร์

11. จัดเตรียมสถานที่สำหรับการเผชิญประสบการณ์ ได้แก่ ห้องเรียน การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แผนผังการจัดห้องเรียนปรากฏในบทที่ 5 (ต้นแบบชิ้นงาน) ประกอบด้วย

- 1) มุมหนังสือ เป็นมุมที่จัดเตรียมสื่อสิ่งพิมพ์ทุกชนิดที่ใช้ประกอบการเผชิญประสบการณ์ และเป็นแหล่งศึกษาค้นคว้า
- 2) มุมคอมพิวเตอร์ เป็นมุมที่จัดไว้เพื่อให้นักศึกษาใช้เรียนรู้ด้วยตนเองด้วยสื่อฉายที่จัดเตรียมไว้ให้ ในการทบทวนเนื้อหา และศึกษานอกเวลาเรียน
- 3) มุมแสดงผลงาน เป็นมุมที่จัดไว้เพื่อ (1) แสดงผลงานของนักศึกษาที่ได้จากการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เพื่อให้นักศึกษาได้เห็นความสำคัญของการควบคุมแบบโปรแกรมได้ และ (2) จัดแสดงเกียรติยศผลงานที่เกิดจากการเรียนการสอน ที่ได้รับการแข่งขันตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน เพื่อเป็นแรงบันดาลใจให้นักศึกษาได้ตระหนักถึงเกียรติยศที่ต้องรักษาไว้
- 4) มุมวัสดุอุปกรณ์ เป็นมุมที่จัดไว้เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์
- 5) มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นมุมที่จัดไว้เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษาครุภัณฑ์โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

12. การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ในชั้นทดลองใช้เบื้องต้นมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และ การทดลองแบบภาคสนาม

13. ปรับปรุงชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หลังจากผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพแต่ละขั้นตอนแล้ว ได้ทำการปรับปรุงก่อนการทดลองในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบและปรับปรุงชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบและปรับปรุงก่อนการทดสอบประสิทธิภาพ ดังนี้

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 1 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ จากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (แบบประเมินคุณภาพปรากฏในภาคผนวก ข) สรุปได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ และผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ปรากฏดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 การตรวจสอบคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ/สิ่งที่แก้ไข	การปรับปรุง
1	ประมวลสาระ	1. ภาพแสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม แสดงด้วยสัญลักษณ์ ไม่มีภาพอุปกรณ์ของจริง 2. ไม่มีข้อความอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต 3. ขั้นตอนการควบคุม ด้วยโปรแกรม-แมเบิลคอนโทรลเลอร์ อ่านเข้าใจยาก	1. เพิ่มภาพถ่ายอุปกรณ์ของจริงในภาพแสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม เชื่อมโยงกับสัญลักษณ์ 2. เพิ่มข้อความบอกหน้าที่และอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต 3. เรียงลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอนปรับปรุงการเขียนอธิบายให้ชัดเจน

ตารางที่ 3.15 (ต่อ)

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
		4. ภาพประกอบที่ใช้อธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควรใช้ภาพที่เป็น Working Diagram แทนภาพที่เป็น Holcจำลอง	4. เปลี่ยนภาพที่ใช้อธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ใช้ Holcจำลอง เป็นภาพที่เป็น Working Diagram แทน
		5. ภาพประกอบบางภาพไม่ชัดเจน	5. ปรับแต่งภาพประกอบที่ไม่ชัดเจนใหม่ ให้ชัดเจนขึ้น
		6. การอธิบายวิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แบบความเรียงเข้าใจยาก	6. ปรับปรุงวิธีการอธิบายโดยใช้ตารางบรรยายร่วมกับความเรียง
2	แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์	1. ตัวเลือกตอบบางข้อยาวเกินไป 2. ภาพประกอบบางภาพมีขนาดเล็ก ภาพไม่ชัดเจน	1. แก้ไขตัวเลือกตอบให้สั้นกระชับ ได้ใจความชัดเจน 2. ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นให้สามารถเห็นรายละเอียดของภาพที่เป็นสาระสำคัญ และตัวอักษรได้อย่างชัดเจน
3	คู่มือเผชิญประสบการณ์	1. คำชี้แจงในแบบฝึกปฏิบัติอ่านแล้วเข้าใจยาก 2. ช่องบันทึกสาระสำคัญในแบบฝึกปฏิบัติ ไม่ได้จัดเป็นหัวข้อย่อยไว้	1. ปรับปรุงคำชี้แจงในแบบฝึกปฏิบัติให้อ่านแล้วเข้าใจง่าย 2. จัดหน้าเอกสารส่วนที่ใช้บันทึกสาระสำคัญ เป็นหัวข้อย่อย
4	สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ	1. การบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์เดียวสำหรับการนำเสนอที่ต้องเชื่อมโยงเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนสับสนจากการชม	1. บันทึกการนำเสนอส่วนของงานในแต่ละภารกิจเป็นไฟล์เฉพาะแล้วสร้างการเชื่อมโยงจากไฟล์หลัก
5	มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์	1. เรื่องส่วนประกอบของการควบคุม ไม่มีการแสดงการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง 2. เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เส้นแสดงการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต มีการเคลื่อนไหวเร็ว	1. เพิ่มการแสดงการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง 2. ปรับลดความเร็วเส้นแสดงการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ให้มีความเร็วเหมาะสม ดูสบายตา

ตารางที่ 3.15 (ต่อ)

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
6	สไลด์คอมพิวเตอร์ ประกอบการเผชิญ ประสบการณ์	1. ไม่มีภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของแลคเคอร์ไคอะแกรม 2. ไม่มีภาพเคลื่อนไหวแสดงการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต กับ โปรแกรม-เมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. เพิ่มภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของแลคเคอร์ไคอะแกรม 2. เพิ่มภาพเคลื่อนไหวแสดงการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต กับ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
7	โหลดจำลอง หมายเลข 1 – 2	1. อุปกรณ์เอาต์พุตบางแผงจัดวางขั้วผิดจากมาตรฐาน ทำให้ไม่แสดงผล	1. สลับการต่อสายไฟฟ้าขั้วของอุปกรณ์เอาต์พุตที่ผิด ให้ตรงกับ Wiring Diagram

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ และผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ปรากฏดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 การตรวจสอบคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 10

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
1	ประมวลสาระ	1. วงจรกำลังวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือและโดยอัตโนมัติ เป็นวงจรเดียวกัน ไม่ควรอธิบายซ้ำ 2. การอธิบายการทำงานของวงจรกำลังมีรายละเอียดมาก ทำให้ข้อความยาว 3. เนื้อหาเรื่องการใช้คำสั่งตั้งเวลาทำงานมีรายละเอียดมาก 4. ภาพแสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม แสดงด้วยสัญลักษณ์ ไม่มีภาพอุปกรณ์ของจริง	1. ตัดข้อความอธิบายการทำงานของวงจรกำลัง วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติออก 2. ปรับการใช้ภาษาให้สั้นกระชับ มีสาระสำคัญครบถ้วน 3. สรุปเนื้อหาการใช้คำสั่งตั้งเวลาทำงานให้สั้นลง ได้สาระสำคัญ 4. เพิ่มภาพถ่ายอุปกรณ์ของจริงในภาพแสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม เชื่อมโยงกับสัญลักษณ์

ตารางที่ 3.16 (ต่อ)

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
		5. ไม่มีข้อความอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	5. เพิ่มข้อความบอกหน้าที่และอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต
		6. ภาพประกอบที่ใช้อธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควรใช้ภาพที่เป็น Working Diagram แทนภาพที่เป็นไหลค้ำลอง	6. เปลี่ยนภาพที่ใช้อธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ใช้ไหลค้ำลอง เป็นภาพที่เป็น Working Diagram แทน
		7. ภาพประกอบบางภาพไม่ชัดเจน	7. ปรับแต่งภาพประกอบที่ไม่ชัดเจน ให้ชัดเจนขึ้น
		8. การอธิบายวิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แบบความเรียงเข้าใจยาก	8. ปรับปรุงวิธีการอธิบายโดยใช้ตารางบรรยายร่วมกับความเรียง
2	แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์	1. คำถามบางข้อไม่ชัดเจน 2. ภาพประกอบบางภาพมีขนาดเล็ก ภาพไม่ชัดเจน	1. แก้ไขคำถามให้ชัดเจน 2. ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นให้สามารถเห็นรายละเอียดของภาพที่เป็นสาระสำคัญ และตัวอักษรได้อย่างชัดเจน
3	คู่มือเผชิญประสบการณ์	1. เถลถายการประเมินชิ้นงานไม่ชัดเจน 2. ช่องบันทึกสาระสำคัญในแบบฝึกปฏิบัติ ไม่ได้จัดเป็นหัวข้อย่อไว้	1. แก้ไขเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้ชัดเจนยิ่งขึ้น 2. จัดหน้าเอกสารส่วนที่ใช้บันทึกสาระสำคัญ เป็นหัวข้อย่อ
4	สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ	1. การบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์เดียวสำหรับการนำเสนอที่ต้องเชื่อมโยงเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนสับสนจากการชม	1. บันทึกการนำเสนอส่วนของงานในแต่ละภารกิจเป็นไฟล์เฉพาะแล้วสร้างการเชื่อมโยงจากไฟล์หลัก
5	มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์	1. เรื่องส่วนประกอบของการควบคุมไม่มีการแสดงการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง	1. เพิ่มการแสดงการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง เฉพาะเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับด้วยมือเท่านั้น

ตารางที่ 3.16 (ต่อ)

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
		2. เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เส้นแสดงการต่ออุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต มีการเคลื่อนไหวเร็ว	2. ปรับลดความเร็วเส้นแสดง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ให้มีความเร็วเหมาะสม ดูสบายตา
6	สไลด์คอมพิวเตอร์ ประกอบการเผชิญ ประสบการณ์	1. ไม่มีภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของ แลคเคอร์ไดอะแกรม 2. ไม่มีภาพเคลื่อนไหวแสดงการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต กับโปรแกรม- เมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. เพิ่มภาพเคลื่อนไหวแสดงการ ทำงานของแลคเคอร์ไดอะแกรม 2. เพิ่มภาพเคลื่อนไหวแสดงการ ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต กับ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
7	โหลดจำลอง หมายเลข 3 – 4	1. อุปกรณ์เอาต์พุตบางแผงจัดวางขั้วผิด จากมาตรฐาน ทำให้ไม่แสดงผล 2. อุปกรณ์อินพุตหยุดการทำงานบางตัว เป็นแบบปกติเปิด ผิดหลักการควบคุม	1. สลับการต่อสายไฟฟ้าขั้วของ อุปกรณ์เอาต์พุตที่ผิด ให้ตรงกับ Wiring Diagram 2. เปลี่ยนอุปกรณ์อินพุตหยุดการ ทำงานทุกตัวเป็นแบบปกติปิด

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วย
การลดกระแสไฟฟ้า ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ และผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงคุณภาพของชุด
การสอนแบบอิงประสบการณ์ ปรากฏดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 การตรวจสอบคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 11

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
1	ประมวลสาระ	1. สัญลักษณ์ขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส และสลิปริงมอเตอร์ไม่สวยงาม 2. ภาพประกอบวงจรการต่อขดลวด ที่แยกแสดงเป็นหลายภาพ ใช้พื้นที่มาก ทำให้เอกสารมีความยาว	1. แก้ไขสัญลักษณ์ขดลวดมอเตอร์ ไฟฟ้า 3 เฟส และสลิปริงมอเตอร์ ใหม่ 2. จัดภาพวงจรการต่อขดลวด เรื่องเดียวกันให้เป็นภาพเดียวกัน จำแนกรายละเอียดด้วยการใช้ ตัวอักษรกำกับ

ตารางที่ 3.17 (ต่อ)

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
		3. ภาพแสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรควบคุม แสดงด้วยสัญลักษณ์ ไม่มีภาพอุปกรณ์ของจริง	3. เพิ่มภาพถ่ายอุปกรณ์ของจริง ในภาพแสดงส่วนประกอบของ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม เชื่อมโยง กับสัญลักษณ์
		4. ไม่มีข้อความอธิบายการทำงานของ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	4. เพิ่มข้อความบอกหน้าที่และ อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต
		5. ภาพประกอบที่ใช้อธิบายการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควรใช้ภาพ ที่เป็น Working Diagram แทนภาพ ที่เป็น โหลดจำลอง	5. เปลี่ยนภาพที่ใช้อธิบายการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ใช้ โหลดจำลอง เป็นภาพที่เป็น Working Diagram แทน
		6. ภาพประกอบบางภาพไม่ชัดเจน	6. ปรับแต่งภาพประกอบที่ไม่ ชัดเจน ให้ชัดเจนขึ้น
		7. การอธิบายวิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แบบความเรียงเข้าใจยาก	7. ปรับปรุงวิธีการอธิบายโดยใช้ ตารางบรรยายร่วมกับความเรียง
2	แบบทดสอบ ก่อนและหลัง เผชิญประสบการณ์	1. ภาพประกอบบางภาพมีขนาดเล็ก ภาพไม่ชัดเจน	1. ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นให้สามารถ เห็นรายละเอียดของภาพที่เป็นสาระ สำคัญ และตัวอักษรได้อย่างชัดเจน
3	คู่มือเผชิญ ประสบการณ์	1. เกณฑ์การประเมินชิ้นงานไม่ชัดเจน 2. ช่องบันทึกสาระสำคัญใน แบบฝึกปฏิบัติ ไม่ได้จัดเป็นหัวข้อย่อไว้	1. แก้ไขเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น 2. จัดหน้าเอกสารส่วนที่บันทึก สาระสำคัญ เป็นหัวข้อย่อ
4	สไลด์คอมพิวเตอร์ ปฐมนิเทศ	1. การบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์เดียวสำหรับ การนำเสนอที่ต้องเชื่อมโยงเนื้อหา ทำให้ ผู้เรียนสับสนจากการชม	1. บันทึกการนำเสนอส่วนของงาน ในแต่ละภารกิจเป็นไฟล์เฉพาะแล้ว สร้างการเชื่อมโยงจากไฟล์หลัก

ตารางที่ 3.17 (ต่อ)

ที่	รายการที่ประเมิน	ข้อเสนอแนะ	การปรับปรุง
5	มัลติมีเดียประกอบการ เผชิญประสบการณ์	1. เรื่องส่วนประกอบของการควบคุมไม่ มีการแสดงการทำงานของอุปกรณ์ใน วงจรกำลัง 2. เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เส้นแสดงการต่ออุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต มีการเคลื่อนไหวเร็ว	1. เพิ่มการแสดงการทำงานของ อุปกรณ์ในวงจรกำลัง 2. ปรับลดความเร็วเส้นแสดง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ให้มีความเร็วเหมาะสม ดูสบายตา
6	สไลด์คอมพิวเตอร์ ประกอบการเผชิญ ประสบการณ์	1. ไม่มีภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของ แอสเคเตอร์ไดอะแกรม 2. ไม่มีภาพเคลื่อนไหวแสดงการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต กับ โปรแกรม- เมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. เพิ่มภาพเคลื่อนไหวแสดงการ ทำงานของแอสเคเตอร์ไดอะแกรม 2. เพิ่มภาพเคลื่อนไหวแสดงการ ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต กับ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
7	โหลดจำลอง หมายเลข 5-6	1. เส้นวงจร สัญลักษณ์ และตัวอักษร บางแห่งไม่คมชัด 2. อุปกรณ์อินพุตหยุดการทำงานบางตัว เป็นแบบปกติเปิด ผิดหลักการควบคุม	1. เปลี่ยนส่วนหน้าใหม่ การสร้าง เส้นวงจร สัญลักษณ์ และตัวอักษร ใช้การซิลสกรีน 2. เปลี่ยนอุปกรณ์อินพุตหยุดการ ทำงานทุกตัวเป็นแบบปกติปิด

ขั้นที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพในขั้นทดลองใช้เบื้องต้น ขั้นตอนการทดลองใช้เบื้องต้นของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การทดลองแบบเดี่ยว (2) การทดลองแบบกลุ่ม และ (3) การทดลองแบบภาคสนาม (รายละเอียดของผลการทดลองปรากฏในบทที่ 4)

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์แล้ว ได้นำมาปรับปรุงก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงต่อไป

2.2 แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์

แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบ 2 ประเภท คือ (1) แบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือก ตอบ 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน และ (2) แบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

2.2.1 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย มีขั้นตอนการสร้าง 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย โดยยึดรูปแบบของเบนจามิน บลูม มี 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า สำหรับแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ระดับ ปรากฏดังตารางที่ 3.18 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ค)

ตารางที่ 3.18 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

หน่วยประสบการณ์	พุทธิพิสัย						รวม
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
9	2	2	2	4	-	-	10
10	2	2	2	4	-	-	10
11	2	2	2	4	-	-	10
รวม	6	6	6	12	-	-	30

ขั้นที่ 2 ศึกษาตำราและเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบและเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบทดสอบ เพื่อนำมากำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ และวิธีสร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ ได้กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือกตอบ และเป็นแบบคู่ขนาน

ขั้นที่ 4 เขียนแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์เป็นรายข้อ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน จัดทำเป็น 2 ชุด ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดซึ่งทุกหน่วยประสบการณ์มีเนื้อหาสาระ 2 ตอนเหมือนกัน ชุดที่ 1 เป็นแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ตอนละ 10 ข้อ รวมเป็นหน่วยประสบการณ์ละ 20 ข้อ ชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ตอนละ 10 ข้อ รวมเป็นหน่วยประสบการณ์ละ 20 ข้อ ข้อสอบทั้ง 2 ชุด รวมทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ จำนวน 120 ข้อ

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิและปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลตรวจสอบ และให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของแบบทดสอบจากแบบประเมินคุณภาพ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ปรับตัวเลือกตอบที่ยาวให้สั้นกระชับได้ใจความ แก้ไขข้อคำถามบางข้อที่ไม่ชัดเจนให้มีความชัดเจน และภาพประกอบบางภาพที่มีขนาดเล็ก ขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นให้สามารถเห็นรายละเอียดของภาพที่เป็นสาระสำคัญ และตัวอักษรได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นที่ 6 ทดลองใช้แบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทดลองใช้แบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ที่เคยเรียนวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้ามาแล้ว จำนวน 50 คน

ขั้นที่ 7 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อทำการคัดเลือกแบบทดสอบชุดที่ 1 และชุดที่ 2 แต่ละหน่วยประสบการณ์จำนวน 40 ข้อ ให้เหลือ 20 ข้อ ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ 10 ข้อ วิเคราะห์โดยใช้เทคนิค 50 % เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20–0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด มีรายละเอียดของค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกแต่ละหน่วยประสบการณ์ (ปรากฏในภาคผนวก ง) หลังจากวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อแล้ว ผู้วิจัยได้คัดเลือกแบบทดสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วพิจารณาแบบทดสอบที่เป็นคำถามในกลุ่มเนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเดียวกันนำมาเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน โดยบางข้อเลือกจากแบบทดสอบชุดที่ 1 ทั้งหมด ในกรณีที่แบบทดสอบชุดที่ 2 ในกลุ่มเนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเดียวกัน ไม่มีคุณภาพตามเกณฑ์แบบทดสอบที่เลือกแล้วมีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ปรากฏดังตารางที่ 3.19

ตารางที่ 3.19 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

หน่วยประสพการณ์	แบบทดสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
9	ก่อนเผชิญประสพการณ์	0.46 – 0.74	0.20 – 0.44
	หลังเผชิญประสพการณ์	0.44 - 0.72	0.24 – 0.64
10	ก่อนเผชิญประสพการณ์	0.50 – 0.68	0.24 – 0.48
	หลังเผชิญประสพการณ์	0.52 - 0.72	0.24 – 0.44
11	ก่อนเผชิญประสพการณ์	0.50 – 0.74	0.28 – 0.44
	หลังเผชิญประสพการณ์	0.50 – 0.72	0.32 - 0.48

ผู้วิจัยได้จัดทำเป็นแบบทดสอบก่อนเผชิญประสพการณ์หน่วยประสพการณ์ละ 10 ข้อ รวม 3 หน่วยประสพการณ์ จำนวน 30 ข้อ และหลังเผชิญประสพการณ์หน่วยประสพการณ์ละ 10 ข้อ รวม 3 หน่วยประสพการณ์ จำนวน 30 ข้อ รวมเป็นจำนวน 6 ฉบับ จากนั้นวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบทุกฉบับ ด้วยวิธีของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) หรือแบบ KR₂₀ รายละเอียดค่าความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละหน่วยประสพการณ์ (ปรากฏในภาคผนวก ง) ผลการหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ปรากฏดังตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสพการณ์

หน่วยประสพการณ์ที่	ค่าความเที่ยง	
	แบบทดสอบก่อน เผชิญประสพการณ์	แบบทดสอบหลัง เผชิญประสพการณ์
9	0.70	0.71
10	0.72	0.73
11	0.75	0.74

ขั้นที่ 8 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด เป็นแบบทดสอบก่อนเผชิญประสพการณ์ หน่วยประสพการณ์ละ 10 ข้อ และเป็นแบบทดสอบหลังเผชิญประสพการณ์ หน่วยประสพการณ์ละ 10 ข้อ เพื่อนำไปใช้ทดลอง

2.2.2 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย มีขั้นตอนการสร้าง 5 ขั้นตอน (นิโบล นิมกัรรัตน์ 2526 : 1 – 21) ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์และวิเคราะห์งาน พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย ประกอบด้วยพฤติกรรม เลียนแบบ ทำตามแบบ และ ความชำนาญ

1) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ครอบคลุมการวิเคราะห์ วัตถุประสงค์และพฤติกรรมที่มุ่งวัด และการสร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้าน ทักษะพิสัย ดังนี้

(1) วัตถุประสงค์ด้านทักษะพิสัย และพฤติกรรมที่มุ่งวัด เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ ปรากฏ ดังตารางที่ 3.21 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.21 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ และพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยที่มุ่งวัด

ประสบการณ์ หลักที่	วัตถุประสงค์การสอนด้านทักษะพิสัย	พฤติกรรมที่ มุ่งวัด
9.1	นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	เลียนแบบ
9.2	นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	เลียนแบบ
10.1	นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	ทำตามแบบ
10.2	นักศึกษาสามารถเขียน โปรแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	ทำตามแบบ
11.1	นักศึกษาสามารถตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจร สตาร์ท – เคลล้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	ความชำนาญ
11.2	นักศึกษาสามารถตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรสลิปรีมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	ความชำนาญ

(2) สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะ พิสัย ประกอบด้วยพฤติกรรม เลียนแบบ ทำตามแบบ และ ความชำนาญ ปรากฏดังตารางที่ 3.22 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.22 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

หน่วยประสบการณ์	ทักษะพิสัย			รวม
	เลียนแบบ	ทำตามแบบ	ความชำนาญ	
9	1	-	-	1
10	-	1	-	1
11	-	-	1	1
รวม	1	1	1	3

2) วิเคราะห์งาน ในการวิเคราะห์งานการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมแมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยอาจารย์ผู้สอนซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ในการสอนวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ในอาชีวศึกษาจังหวัดน่าน มาร่วมทำการวิเคราะห์งาน ทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ มีงานเหมือนกัน ดังนี้

- (1) **ขั้นเตรียม** ประกอบด้วยงาน (1) เตรียม วัสดุ/อุปกรณ์ และ
- (2) ตรวจสอบ วัสดุ/อุปกรณ์
- (2) **ขั้นปฏิบัติ** ประกอบด้วยงาน (1) เขียนโปรแกรม (2) ต่ออุปกรณ์อินพุต (3) ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต และ (4) การทำงานของโปรแกรมควบคุม
- (3) **ขั้นผลสำเร็จ** ประกอบด้วยงาน (1) การตอบคำถามเกี่ยวกับผลการปฏิบัติงาน (2) การนำเสนอผลการปฏิบัติงาน (3) การวิพากษ์งาน และ (4) รายงานผลการปฏิบัติงาน
- (4) **ขั้นกึ่งนิสัยการปฏิบัติงาน** ประกอบด้วยงาน (1) การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (2) การเก็บวัสดุอุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน (3) รักษาความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน และ (4) ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 2 การสร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ จากผลการวิเคราะห์งาน ผู้วิจัยได้เลือกงานในขั้นปฏิบัติมาจัดทำแบบทดสอบ แล้วดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) เขียนรายละเอียดของงานที่ให้ปฏิบัติ โดยนำงานมาเขียน

ให้มีข้อความกะทัดรัด นักศึกษาเข้าใจงานที่สั่งให้ปฏิบัติได้อย่างชัดเจน จัดทำเป็นแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ละ 1 ข้อ และแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ละ 1 ข้อ รวมทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ มีแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย 6 ข้อ มีรายละเอียด ดังนี้

(1) หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ประกอบด้วยแบบทดสอบ ก่อน/หลัง เผชิญประสบการณ์ ดังนี้

ก. แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ งานที่ให้ทำ ได้แก่ การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใช้โหนดจำลองหมายเลข 1 แทนโหนดจริง

ข. แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ งานที่ให้ทำ ได้แก่ การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใช้โหนดจำลองหมายเลข 2 แทนโหนดจริง

(2) หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน เรียงลำดับ ประกอบด้วยแบบทดสอบ ก่อน/หลัง เผชิญประสบการณ์ ดังนี้

ก. แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ งานที่ให้ทำ ได้แก่ เขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม และคำสั่ง ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ข. แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ งานที่ให้ทำ ได้แก่ เขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม และคำสั่ง ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

(3) หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยแบบทดสอบ ก่อน/หลัง เผชิญประสบการณ์ ดังนี้

ก. แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ งานที่ให้ทำ ได้แก่ แสดงการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต หลังจากต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ท - เกลตต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เสร็จแล้ว

ข. แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ งานที่ให้ทำได้แก่ แสดงการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต หลังจากต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เสร็จแล้ว

2) สร้างเกณฑ์การให้คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ตามระดับของพฤติกรรมที่มุ่งให้เกิด และกำหนดน้ำหนักคะแนนตามระดับความสำคัญของพฤติกรรม

(1) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย หน่วยประสพการณ์ที่ 9 ปรากฏดังตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบด้านทักษะพิสัย หน่วยประสพการณ์ที่ 9

หัวข้อประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. ต่ออุปกรณ์อินพุต	5	5 ถูกต้องทั้งหมด
2. ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	5	3 ถูกเกินร้อยละ 50 แต่ไม่ถึงร้อยละ 100 1 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50 0 ไม่ถูกต้อง
(ข้อที่ 1-2 ใช้เกณฑ์เดียวกัน)		

(2) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย หน่วยประสพการณ์ที่ 10 ปรากฏดังตารางที่ 3.24

ตารางที่ 3.24 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบด้านทักษะพิสัย หน่วยประสพการณ์ที่ 10

หัวข้อประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. การเขียนแลคเตอร์ไดอะแกรม	5	5 ถูกต้อง 0 ไม่ถูกต้อง
2. การเขียนคำสั่ง	5	5 ถูกต้องทั้งหมด 3 ถูกเกินร้อยละ 50 แต่ไม่ถึงร้อยละ 100 1 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50 0 ไม่ถูกต้อง
* ในกรณีผลการประเมินข้อที่ 1 ได้ 0 คะแนน ไม่มีการประเมินข้อที่ 2		

(3) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะ
พิสัย หน่วยประสบการณ์ที่ 11 ปรากฏดังตารางที่ 3.25

ตารางที่ 3.25 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบด้านทักษะพิสัย หน่วยประสบการณ์ที่ 11

หัวข้อประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. ตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต	5	5 ถูกต้องทั้งหมด
2. ตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต	5	3 ถูกเกินร้อยละ 50 แต่ไม่ถึงร้อยละ 100 1 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50 0 ไม่ถูกต้อง

(ข้อที่ 1 - 2 ใช้เกณฑ์เดียวกัน)

3) กำหนดสัดส่วนคะแนนแต่ละหน่วยประสบการณ์ ระหว่าง
คะแนนด้าน พุทธิพิสัย/ทักษะพิสัย เป็น 1 : 1 รวมเป็นคะแนนก่อนเผชิญประสบการณ์ 20
คะแนน และคะแนนหลังเผชิญประสบการณ์ 20 คะแนน

4) กำหนดแบบฟอร์มและเขียนคำชี้แจงการใช้แบบทดสอบ

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิและปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยได้นำ
แบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยที่สร้างเสร็จแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล
ตรวจสอบ และให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของแบบทดสอบจากแบบประเมินคุณภาพ
ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ปรับ (1) คำชี้แจงให้มีรายละเอียดชัดเจนมากขึ้น และ (2) คำสั่งให้มี
รายละเอียดครอบคลุมงานที่ต้องการให้ปฏิบัติ ปรับข้อความให้กะทัดรัดและมีความชัดเจน
หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นที่ 4 ทดลองใช้แบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทดลองใช้แบบ
ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างไฟฟ้า
กำลัง ที่เคยเรียนวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้ามาแล้ว จำนวน 20 คน นำผลการทดลองมา
ปรับปรุงข้อความเกี่ยวกับความเข้าใจในคำสั่งให้ปฏิบัติงาน ให้เข้าใจคำสั่งได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้จัดพิมพ์แบบทดสอบ
ฉบับสมบูรณ์ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด เป็นแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ หน่วย
ประสบการณ์ละ 1 ข้อ และเป็นแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ละ 1 ข้อ
เพื่อนำไปใช้ทดลอง

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน เป็นแบบสอบถามปลายเปิดจำนวน 27 ข้อ แบบมาตราประมาณค่า และแบบสอบถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะสอบถาม ครอบคลุมบริบท รูปแบบที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ วิธีการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์ สื่อที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม ครอบคลุมประเภทและหลักการของการสร้างแบบสอบถามตามวิธีของลิกเอิร์ต

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้กำหนดเป็นข้อคำถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ มีค่านำหนักและค่าคะแนน ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ขั้นที่ 4 สร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

1) ตอนที่ 1 แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า มี 9 หัวเรื่อง จำนวน 27 ข้อคำถาม ดังนี้ (1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับบริบทที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ จำนวน 4 ข้อคำถาม (2) ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ จำนวน 3 ข้อคำถาม (3) ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์ จำนวน 3 ข้อคำถาม (4) ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ จำนวน 12 ข้อคำถาม และ (5) ความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ จำนวน 5 ข้อคำถาม

2) ตอนที่ 2 แบบสอบถามปลายเปิด เกี่ยวกับข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม จำนวน 1 ข้อ

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิและปรับปรุง ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งที่ประเมิน และภาษาที่ใช้ แล้วทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

ของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุง ดังนี้

1) เปลี่ยนคำถามข้อ 1.4.1 ประมวลสาระ ข้อย่อยที่ 4 จาก “เนื้อหาในประมวลสาระช่วยให้ปฏิบัติงานได้ดีขึ้น” เป็น “เนื้อหาในประมวลสาระสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ดีขึ้น”

2) เปลี่ยนคำถามข้อ 1.4.6 แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ ข้อย่อยที่ 1 จาก “แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษาทราบพื้นฐานความรู้ของตนเอง” เป็น “แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษาทราบความรู้พื้นฐานของตนเอง”

ขั้นที่ 6 ทดลองใช้แบบสอบถามและปรับปรุง นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักศึกษาในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม จำนวน 9 คน โดยสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเข้าใจในข้อคำถาม และ ภาษาที่ใช้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ ดำเนินการจัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ (แบบสอบถามปรากฏในภาคผนวก จ)

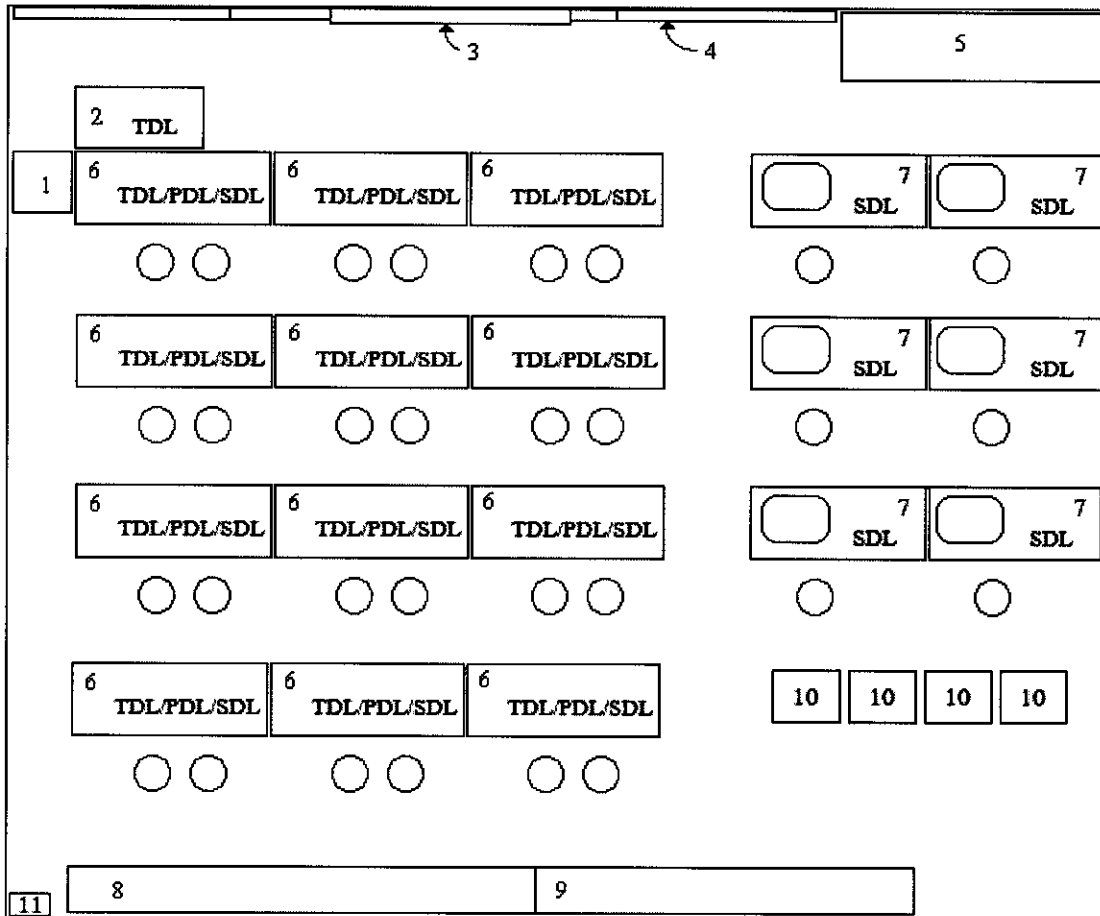
3. การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ มี 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองแบบภาคสนาม ทั้ง 3 ขั้นตอน เก็บรวบรวมข้อมูลเหมือนกัน โดยครอบคลุม (1) การเตรียมสถานที่สำหรับเผชิญประสบการณ์ (2) วันเวลาในการทดลอง และ (3) ขั้นตอนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเตรียมสถานที่สำหรับเผชิญประสบการณ์

ได้ใช้ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน โดยจัดเตรียมสถานที่ตามแผนผังการจัดห้องเรียน ดังนี้

แผนผังการจัดห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



↑
ทางเข้า

1. ตู้เก็บวัสดุอุปกรณ์ของครู
 2. โต๊ะครู
 3. จอโปรเจกเตอร์ติดตั้งเหนือกระดาน ควบคุมด้วยระบบกลไกไฟฟ้า
 4. กระดานไวท์บอร์ด 3 แผ่น ต่อกัน
 5. ตู้หน้าเปิด 6 ชั้น (ชั้น 5 จัดเป็นมุมหนังสือ, ชั้น 2-4 จัดเป็นมุมแสดงผลงาน)
 6. โต๊ะปฏิบัติการ ใช้เผชิญประสบการณ์ภาค ทฤษฎี/ปฏิบัติ
 7. คอมพิวเตอร์พร้อม โต๊ะ (มุมคอมพิวเตอร์)
 8. ตู้ประตูกะกบานเลื่อน 6 ชั้น (มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์)
 9. ตู้ประตูกะกบานเลื่อน 6 ชั้น (มุมวัสดุอุปกรณ์)
 10. ชุดฝึกลิฟต์ 4 ชั้น
- เก้าอี้หัวกลม

3.2 วันเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ ไปทดสอบ ประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน กับนักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามวันและเวลาปรากฏดังตารางที่ 3.26

ตารางที่ 3.26 วัน เวลา ในการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพ	วัน เดือน ปี	เวลา	จำนวนนักศึกษา
การทดลองแบบเดี่ยว	18 ธันวาคม 2552	08.00 – 12.00 น.	3 คน
	19 ธันวาคม 2552	08.00 – 12.00 น.	3 คน
	20 ธันวาคม 2552	08.00 – 12.00 น.	3 คน
การทดลองแบบกลุ่ม	8 มกราคม 2553	08.00 – 12.00 น.	6 คน
	9 มกราคม 2553	08.00 – 12.00 น.	6 คน
	10 มกราคม 2553	08.00 – 12.00 น.	6 คน
การทดลองแบบภาคสนาม	20 มกราคม 2553	08.00 – 12.00 น.	19 คน
	23 มกราคม 2553	08.00 – 12.00 น.	19 คน
	24 มกราคม 2553	08.00 – 12.00 น.	19 คน

3.3 ขั้นตอนการทดลองใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ในการทดลองใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มนักศึกษา คละกันตามระดับความรู้ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เนื่องจากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบ อิงประสบการณ์หน่วยประสบการณ์ที่ 9 – 11 ต้องใช้ความรู้จากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 – 8 เป็น พื้นฐาน ผู้วิจัยจึงสอนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 – 8 ให้แก่นักศึกษาที่ใช้ทดลองแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ให้เสร็จสิ้นก่อนการทดลองตามวันและเวลาดังนี้ วันเสาร์ที่ 14, 21, 28 พฤศจิกายน 2552 เวลา 08.00 – 12.00 น. และวันเสาร์ที่ 12 ธันวาคม 2552 เวลา 08.00 – 12.00 น.

ในการทดลองผู้วิจัยได้ทำการปฐมนิเทศนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลอง โดยชี้แจงให้ ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย จากนั้นจึงดำเนินการทดลองใช้ชุดการสอนแบบอิง ประสบการณ์ โดยให้นักศึกษาศึกษาวิธีการเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และศึกษา

รายละเอียดของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ก่อนเริ่มการเรียน หลังจากนั้นจึงปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาที่ใช้ทดลองทำแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ซึ่งอยู่ในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ โดยแต่ละหน่วยจะใช้แบบทดสอบ 2 ประเภท คือ (1) แบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน และ (2) แบบทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ

ขั้นที่ 2 ปฐมนิเทศ ผู้วิจัยให้นักศึกษาที่ใช้ทดลองชมสไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศประกอบการฟังบรรยายแต่ละหน่วยประสบการณ์ เพื่อให้ทราบวัตถุประสงค์ และขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์

ขั้นที่ 3 เผชิญประสบการณ์ ผู้วิจัยให้นักศึกษาที่ใช้ทดลอง เผชิญประสบการณ์ตามภารกิจและงานที่กำหนด

ขั้นที่ 4 รายงานความก้าวหน้า ผู้วิจัยให้นักศึกษาที่ใช้ทดลองรายงานความก้าวหน้าในแต่ละภารกิจที่ได้เผชิญประสบการณ์ให้ครูทราบว่ามีปัญหาอะไรบ้าง

ขั้นที่ 5 รายงานผลการเผชิญประสบการณ์ ผู้วิจัยให้นักศึกษาที่ใช้ทดลองนำเสนอผลงานจากการเผชิญประสบการณ์

ขั้นที่ 6 สรุปผลการเผชิญประสบการณ์ ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการเผชิญประสบการณ์

ขั้นที่ 7 ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์ หลังจากสรุปผลการเผชิญประสบการณ์แล้ว ผู้วิจัยให้นักศึกษาที่ใช้ทดลองนำแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ซึ่งอยู่ในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ โดยแต่ละหน่วยจะใช้แบบทดสอบ 2 ประเภท คือ (1) แบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน และ (2) แบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 1 ข้อ

3.4 การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.4.1 รวบรวมคะแนนจากการทำแบบทดสอบ นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์มาตรวจสอบ และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) และ การทดสอบค่าที่

3.4.2 รวบรวมคะแนนจากการทำภารกิจและงาน ได้แก่ การรวบรวมคะแนนจากแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบประเมินจากพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม และ คะแนนจาก

การทำแบบฝึกหัด นำคะแนนที่ได้มารวมกัน แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

3.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ผู้วิจัยได้สังเกตและสัมภาษณ์กลุ่มทดลองแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม เพื่อนำมาปรับปรุงชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

3.4.4 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ให้นักศึกษากลุ่มที่ใช้ทดลองตอบหลังจากทดลองแบบภาคสนามเสร็จแล้ว และเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ได้แก่ (1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ (3) การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ได้นำคะแนนที่ได้จาก การประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบประเมินจากพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม และ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และนำค่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 ซึ่งยอมรับความคลาดเคลื่อนได้สูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด $\pm 2.5\%$ จากสูตร E_1/E_2 (ชัยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สินสกุล 2520 : 136 – 137)

การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A} \times 100)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนจาก การประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม และ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

- A คือ คะแนนเต็มของคะแนนจาก การประเมินผลการปฏิบัติงาน
แบบประเมินพฤติกรรมในการทำงานกลุ่ม และ คะแนนจากการทำ
แบบฝึกหัด
- N คือ จำนวนนักศึกษา

การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ใช้สูตรดังนี้

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100)$$

- เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
- $\sum F$ คือ คะแนนรวมของการทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์
- B คือ คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์
- N คือ จำนวนนักศึกษา

4.2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอน แบบอิงประสบการณ์

โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทำ
แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์และหลังเผชิญประสบการณ์ ที่เรียนด้วยชุดการสอนอิง
ประสบการณ์ โดยการทดสอบค่าที (t-dependent) (William Sealy Gosset and David Wechsler
อ้างใน Glass, Gene V. and Hopkins, Kenneth D. , 1984 : 217 – 220, 240 – 242)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

- เมื่อ t คือ อัตราส่วนวิกฤต
- $\sum D$ คือ ผลต่างของคะแนนรวมแต่ละคู่
- $\sum D^2$ คือ ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
- n คือ จำนวนคู่ของคะแนน

4.3 การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิง ประสบการณ์

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาจากแบบสอบถามความคิดเห็นของ
นักศึกษา โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4.3.1 การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{x} คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนที่กำหนด

N คือ จำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา เกี่ยวกับชุดการสอนแบบ
อิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วย
โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัด
น่าน กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็น ตามแนวของเบสท์ (Best: 1970) ดังนี้

4.50 – 5.00	เห็นด้วยมากที่สุด
3.50 – 4.49	เห็นด้วยมาก
2.50 – 3.49	เห็นด้วยปานกลาง
1.50 – 2.49	เห็นด้วยน้อย
1.00 – 1.49	เห็นด้วยน้อยที่สุด

4.3.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตรดังนี้ (Lafferty, Peter and Rowe,
Julain, 1995 : 561 – 562)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ คือ ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน

$(\sum x)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง

N คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

การวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ครอบคลุมการวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากการทดลอง แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพจากการทดลองแบบเดี่ยว

ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 3 คน เป็นนักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ จากการทดลองแบบเดี่ยว (N = 3)

หน่วยประสบการณ์ที่	คะแนนระหว่าง	คะแนนหลัง	E_1 / E_2
	เผชิญประสบการณ์ (ร้อยละ)	เผชิญประสบการณ์ (ร้อยละ)	
9	64.17	61.67	64.17/61.67
10	65.83	65.00	65.83/65.00
11	63.33	60.00	63.33/60.00

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 10 และ 11 จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว มีประสิทธิภาพ 64.17/61.67 65.83/65.00 และ 63.33/60.00 ตามลำดับ (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก จ)

หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาที่ใช้ทดลองโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ข) ผลการสัมภาษณ์โดยสรุปในภาพรวมปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลสรุปการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ใช้ทดลอง จากการทดลองแบบเดี่ยว (N = 3)

หัวข้อสัมภาษณ์	ปัญหา/ข้อเสนอแนะ	ปรับปรุง/แก้ไข
1. ประมวลสาระ	<ol style="list-style-type: none"> เนื้อหาสาระทุกหน่วยประสบการณ์มีเนื้อหามาก ต้องใช้เวลาอ่านมาก เนื้อหาสาระเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ทุกหน่วยประสบการณ์อ่านแล้วเข้าใจยาก ภาพสัญลักษณ์ขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส และสลิปริงมอเตอร์ ไม่สวยงามไม่มีสี สัน ดูไม่สบายตา 	<ol style="list-style-type: none"> ปรับปรุงการเขียนเนื้อหาให้สั้นลง โดยมีสาระสำคัญเท่าเดิม ปรับปรุงการเขียนเนื้อหาให้เข้าใจง่ายขึ้น อธิบายเชื่อมโยงกับภาพประกอบทุกจุด และเพิ่มรายละเอียดของภาพในส่วนที่ขาด เปลี่ยนสัญลักษณ์ขดลวดเป็นสีเหลี่ยมตามมาตรฐานเยอรมัน เดิมสีแดงในสีเหลี่ยม
2. สไลด์คอมพิวเตอร์ ปฐมนิเทศ	<ol style="list-style-type: none"> ขนาดตัวอักษรที่บอกงานในแต่ละภารกิจมีขนาดเล็ก การนำเสนอบริบททุกหน่วยประสบการณ์เป็นบริบทเดียวกัน ควรบรรยายเฉพาะหน่วยประสบการณ์ที่ 9 ส่วนหน่วยอื่นควรแสดงเฉพาะภาพแล้วสรุป สามารถลดเวลาการนำเสนอได้ 	<ol style="list-style-type: none"> ปรับขนาดตัวอักษรให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เปลี่ยนการนำเสนอบริบทเฉพาะหน่วยประสบการณ์ที่ 9 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 – 11 แสดงภาพแล้วสรุปว่าเป็นบริบทเดียวกัน ไม่บรรยายรายละเอียด
3. สไลด์คอมพิวเตอร์ ประกอบการเผชิญ ประสบการณ์	<ol style="list-style-type: none"> ไม่เข้าใจความสัมพันธ์การทำงานระหว่างวงจรกำลังกับแลคเคอร์ไคอะแกรม 	<ol style="list-style-type: none"> เพิ่มเฟรมภาพ เป็นภาพเคลื่อนไหวบน Working Diagram แสดงสถานะของหน่วยเอาต์พุต และ การทำงานของมอเตอร์สัมพันธ์กับการทำงานของแลคเคอร์ไคอะแกรม

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หัวข้อสัมภาษณ์	ปัญหา/ข้อเสนอแนะ	ปรับปรุง/แก้ไข
	2. ควรมีสัญญาอนุญาตให้เปลี่ยนการนำเสนอ เพื่อให้การใช้ศึกษาด้วยตนเองทำได้ดีขึ้น	2. ใส่สัญญาอนุญาตกระพริบบนมุมของเฟรมภาพ พร้อมสัญญาอนุญาตเสียง เมื่อต้องการให้ผู้ใช้คลิกเปลี่ยนการนำเสนอในลำดับถัดไป
4. มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์	<p>1. เรื่องส่วนประกอบของการควบคุมฯ การกล่าวถึงส่วนใดส่วนหนึ่งของตัวอุปกรณ์ ซึ่งได้แสดงด้วยเส้นกรอบสีเหลี่ยมยังไม่เด่นชัด ควรมีการเคลื่อนไหวที่เน้นให้เห็นส่วนนั้นเพิ่มอีก</p> <p>2. เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควรเน้นให้เห็นอุปกรณ์ที่กำลังกล่าวถึง</p> <p>3. ระดับเสียงบางส่วนไม่เป็นระดับเดียวกัน บางตอนเบากว่าส่วนอื่น บางตอนโทนเสียงเปลี่ยนไป ทำให้ฟังไม่ไพเราะรื่นหู</p>	<p>1. ใส่เส้นกรอบสีเหลี่ยมหมุนเป็นวงรอบส่วนของอุปกรณ์ที่กล่าวถึง เริ่มและสิ้นสุดตามเสียงบรรยาย</p> <p>2. ใส่เส้นกรอบสีเหลี่ยมหมุนเป็นวงรอบอุปกรณ์ที่กล่าวถึง เริ่มและสิ้นสุดตามเสียงบรรยาย</p> <p>3. ลบไฟล์เสียงที่มีปัญหาออก แล้วบันทึกเสียงใหม่ให้มีระดับมาตรฐานเดียวกัน แล้วนำไปแทรกแทนที่ไฟล์เสียงเดิมที่ลบออก</p>
5. โหลดจำลอง	<p>1. อุปกรณ์เอาต์พุตบางแผงจัดวางขั้วผิดจากมาตรฐาน คือสลับขั้วบวกลบ ทำให้ไม่แสดงผล</p> <p>2. บางแผงอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ชำรุด เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ปฏิบัติงานช้า</p> <p>3. บางแผงจุดต่อสายบางจุดหลวมหรือสายหลุด</p> <p>4. อุปกรณ์อินพุตบางแผงใช้ตำแหน่งคอนแทคไม่ตรงกับสัญลักษณ์</p>	<p>1. สลับการต่อสายไฟฟ้าขั้วของอุปกรณ์เอาต์พุตที่ผิด ให้ตรงกับ Wiring Diagram</p> <p>2. ตรวจสอบโหลดจำลองหลังการใช้งานทุกครั้ง แยกแผงที่อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนชำรุดไว้ต่างหาก แล้วทำการซ่อมโดยด่วน จัดเฉพาะแผงที่สมบูรณ์ไว้ในที่เก็บ</p> <p>3. ตรวจสอบและเปลี่ยนจุดต่อสายใหม่ บัดกรีสายกับจุดต่อให้มั่นคง</p> <p>4. เปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ที่มีคอนแทคตรงกับสัญลักษณ์ แผงที่มีปัญหาที่ยังไม่ได้แก้ไขให้แยกเก็บไว้ต่างหากจากที่เก็บปกติ</p>

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หัวข้อสัมภาษณ์	ปัญหา/ข้อเสนอแนะ	ปรับปรุง/แก้ไข
	<p>5. การทดสอบก่อนเรียนภาคปฏิบัติที่ต้องใช้โหลดจำลอง ซึ่งเก็บไว้ในช่องเดียวกัน ทำให้เสียเวลาค้นหา</p> <p>6. นักศึกษาไม่เข้าใจการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต จากโหลดจำลอง</p>	<p>5. กรณีการทดสอบภาคปฏิบัติครูเตรียมโหลดจำลองที่สมบูรณ์ไว้ให้ทุกกลุ่มที่จะปฏิบัติงาน</p> <p>6. ครูอธิบาย Wiring Diagram อุปกรณ์ และจุดต่อสาย ก่อนการใช้โหลดจำลอง โดยเฉพาะ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 ที่เริ่มต้นใช้งาน</p> <p>7. ครูอธิบายการตรวจสอบและดูสถานะการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลอง</p> <p>8. แนะนำให้นักศึกษาที่ไม่เข้าใจชมมัลติมีเดียสไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้าที่มุมคอมพิวเตอร์</p>
6. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	<p>1. จุดต่อสายหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ตำแหน่งที่กำหนดให้ใช้งานจุกจุก</p> <p>2. เครื่องมือเขียนโปรแกรมบางตัวเป็นกคไม่ตอบสนอง ต้องกดซ้ำ</p>	<p>1. แนะนำให้นักศึกษาเปลี่ยนไปใช้ตำแหน่งอื่น และแนะนำให้แก้ไขในส่วนอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย เช่นการเปลี่ยนตำแหน่งในคำสั่งให้ตรงกัน</p> <p>2. จัดหาเครื่องมือเขียนโปรแกรมใหม่สำรองไว้ให้พร้อมใช้งาน</p>
7. สายเสียบวงจร	1. สายตัวนำขาดภายในซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เมื่อใช้งานหลายจุดจะตรวจหาจุดที่มีปัญหายาก ทำให้เสียเวลา	1. แนะนำวิธีการตรวจสอบสายเสียบวงจร และกำชับให้ตรวจสอบก่อนการใช้งานทุกครั้ง
8. สิ่งอำนวยความสะดวก	<p>1. ภาพฉายไม่คมชัด</p> <p>2. เสียงมีเสียงเบา</p>	<p>1. เปลี่ยนเครื่องฉายโปรเจคเตอร์ให้มีความเข้มของแสงสูงขึ้น</p> <p>2. ต่อสัญญาณเสียงจากคอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่องขยายเสียง</p>

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

หัวข้อสัมภาษณ์	ปัญหา/ข้อเสนอแนะ	ปรับปรุง/แก้ไข
	3. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งไฟล์สื่อฉาย ไฟล์ประกอบ และที่กำหนดให้ใช้ได้จำนวน 2 เครื่อง ไม่เพียงพอ เป็นปัญหากับการเรียนด้วยตนเอง โดยเฉพาะการทบทวนเนื้อหาสาระ ซึ่งต้องใช้ร่วมกับสื่อฉาย	3. ติดตั้งไฟล์สื่อฉายทุกชนิดของทุกหน่วยประสบการณ์ และไฟล์ประกอบเช่นไฟล์เสียง ในคอมพิวเตอร์ที่เป็นส่วนหนึ่งของครุภัณฑ์ประจำห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เพิ่มอีก 6 เครื่อง
9. คำสั่งในแบบฝึกปฏิบัติ	1. นักศึกษาไม่เข้าใจคำสั่งให้ปฏิบัติงานบางขั้นตอนของการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ครูกำกับดูแลการปฏิบัติงานอย่างใกล้ชิด ให้คำแนะนำปรึกษาและสาธิตการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ยังไม่เข้าใจ
10. แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์	1. ข้อสอบภาคปฏิบัติ เมื่อกำหนดให้ทำครบทุกขั้นตอนต้องใช้เวลามาก	1. เลือกบางส่วนของขั้นตอนการปฏิบัติงาน ทำเป็นข้อสอบของแต่ละหน่วยประสบการณ์

1.2 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพจากการทดลองแบบกลุ่ม

ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 6 คน เป็นนักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ จากการทดลองแบบกลุ่ม (N = 6)

หน่วยประสบการณ์ที่	คะแนนระหว่าง	คะแนนหลัง	E_1/E_2
	เผชิญประสบการณ์ (ร้อยละ)	เผชิญประสบการณ์ (ร้อยละ)	
9	75.00	73.33	75.00/73.33
10	77.08	76.67	77.08/76.67
11	74.17	72.50	74.17/72.50

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 10 และ 11 จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม มีประสิทธิภาพ 75.00/73.33 77.08/76.67 74.17/72.50 ตามลำดับ (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ฉ)

หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาที่ใช้ทดลองโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นฉบับเดียวกับที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ใช้ทดลองแบบเดี่ยว ผลการสัมภาษณ์โดยสรุปในภาพรวม ปรากฏดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลสรุปการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ใช้ทดลอง จากการทดลองแบบกลุ่ม (N = 6)

หัวข้อสัมภาษณ์	ปัญหา/ข้อเสนอแนะ	ปรับปรุง/แก้ไข
1. ประมวลสาระ	1. ภาพประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม เป็นภาพรวมที่มีทั้งอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ในภาพเดียวกัน ดูแล้วเข้าใจยาก 2. ตารางแสดงการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ดูแล้วเข้าใจยาก	1. แยกภาพประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม เป็น 2 ภาพ คือ ภาพเฉพาะส่วนประกอบของอุปกรณ์อินพุต และภาพเฉพาะส่วนประกอบของอุปกรณ์เอาต์พุต 2. เพิ่มตารางบอกผลการตรวจสอบอีก 2 คอลัมน์ คือ บอกลักษณะของอุปกรณ์ (ดี/ไม่ดี) และตำแหน่งการต่อเข้ากับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (ถูก/ไม่ถูก)
2. สไลด์คอมพิวเตอร์ ประกอบการเผชิญประสบการณ์	1. ภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของ Working Diagram ควรแสดงให้เห็นสถานะการทำงานของหน่วยเอาต์พุต	1. เพิ่มการแสดงสถานะการทำงานของหน่วยเอาต์พุต ด้วยสัญลักษณ์ของคอนแทค เมื่ออยู่ในสถานะ On แสดงด้วยคอนแทคปิด เมื่ออยู่ในสถานะ Off แสดงด้วยคอนแทคเปิด 2. ใส่เส้นกรอบสีเหลี่ยมมุมเป็นวงรอบสัญลักษณ์ของคอนแทค
3. มัลติมีเดียสไลด์ - คอมพิวเตอร์ ประกอบการเผชิญประสบการณ์	1. การเปลี่ยนภาพบางภาพเร็วเกินไป ดูไม่ทัน	1. ปรับการเปลี่ยนภาพให้ค้างไว้ชั่วขณะ หลังจากสิ้นเสียงบรรยายก่อนจะแสดงในลำดับถัดไป

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

หัวข้อสัมภาษณ์	ปัญหา/ข้อเสนอแนะ	ปรับปรุง/แก้ไข
	2. เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควรมีตัวอักษรแสดงขณะนำเสนอเรื่อง นั้น ๆ	2. แสดงตัวอักษร “การต่ออุปกรณ์ อินพุต” ขณะกำลังนำเสนอเรื่อง การต่ออุปกรณ์อินพุต 3. แสดงตัวอักษร “การต่ออุปกรณ์ เอาต์พุต” ขณะกำลังนำเสนอเรื่อง การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต
4. การฝึกปฏิบัติ	1. การปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เมื่อทำครบทุกขั้นตอนแล้ว ไม่สามารถ ทำงานได้ การแก้ปัญหาจะทำได้ช้ามาก	1. ขั้นตอนการปฐมนิเทศหน่วย ประสพการณ์ ครูต้องเน้นย้ำให้เห็น ความสำคัญของทุกงานที่มีผลต่อ การทำงานในภาพรวม นักศึกษา ต้องปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด 2. แนะนำให้นักศึกษาตรวจสอบ ผลการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน หลังจากปฏิบัติงานเสร็จแล้ว

1.3 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพจากการทดลองแบบภาคสนาม

ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 19 คน เป็นนักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคน่าน เป็นนักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับดีจำนวน 5 คน ระดับปานกลางจำนวน 9 คน และ ระดับอ่อนจำนวน 5 คน โดยใช้สูตรการหา ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสพการณ์ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ปรากฏดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสพการณ์ จากการทดลอง แบบภาคสนาม (N = 19)

หน่วยประสพการณ์ที่	คะแนนระหว่าง	คะแนนหลัง	E_1 / E_2
	เผชิญประสพการณ์ (ร้อยละ)	เผชิญประสพการณ์ (ร้อยละ)	
9	81.05	80.53	81.05/80.53
10	82.34	81.58	82.34/81.58
11	80.12	80.00	80.12/80.00

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 10 และ 11 จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม มีประสิทธิภาพ 81.05/80.53 82.34/81.58 และ 80.12/80.00 ตามลำดับ (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ฉ) เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน จากการทดลองแบบภาคสนามกับนักศึกษาจำนวน 19 คน โดยการทดสอบค่าที (t-dependent) ปรากฏดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ จากการทดลองแบบภาคสนาม (N = 19)

หน่วย ประสบการณ์ที่	คะแนนเฉลี่ยก่อน		คะแนนเฉลี่ยหลัง		t - test
	เผชิญประสบการณ์		เผชิญประสบการณ์		
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
9	6.58	1.89	16.11	1.79	67.87*
10	8.37	2.50	16.32	1.83	33.77*
11	6.53	2.06	16.00	1.33	42.83*

* $p < .05$ t (.05, df 18) ... t = 1.734 ...

จากตารางที่ 4.6 พบว่า จากการทดลองแบบภาคสนาม คะแนนเฉลี่ยก่อนเผชิญประสบการณ์ และหลังเผชิญประสบการณ์ของนักศึกษา ในหน่วยประสบการณ์ที่ 9 10 และ 11 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเผชิญประสบการณ์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเผชิญประสบการณ์ทุกหน่วยประสบการณ์ (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ซ)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษา

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (N = 19)

รายการความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. องค์ประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์			
1.1 บริบทที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์			
1.1.1 มุมหนังสือ ช่วยให้นักศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าตลอดเวลา	4.63	0.50	เห็นด้วยมากที่สุด
1.1.2 มุมแสดงผลงาน ช่วยให้นักศึกษามีความสนใจเรียนมากขึ้น	4.53	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด
1.1.3 มุมวัสดุอุปกรณ์ช่วยให้นักศึกษาปฏิบัติการกิจและงานได้อย่างสะดวก	4.26	0.65	เห็นด้วยมาก
1.1.4 มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ช่วยให้นักศึกษาปฏิบัติการกิจและงานได้อย่างสะดวก	4.32	0.58	เห็นด้วยมาก
1.2 รูปแบบที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์			
1.2.1 การเรียนด้วยตนเอง ทำให้มีความกระตือรือร้นมากขึ้น	4.68	0.48	เห็นด้วยมากที่สุด
1.2.2 การเรียนกับเพื่อน ทำให้ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน และร่วมกันแก้ปัญหา	4.53	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด
1.2.3 การเรียนกับครู ช่วยเสริมความรู้ในส่วนที่ไม่สามารถเรียนด้วยตนเองและเพื่อนได้ ทำให้ได้รับความรู้ครบถ้วน	4.58	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1.3 วิธีการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์			
1.3.1 การเรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มทำให้ได้ร่วมกันทำงาน	4.58	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด
1.3.2 การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ทำให้มีความเชื่อมั่นกล้าที่จะลงมือปฏิบัติมากขึ้น	4.74	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
1.3.3 การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ได้รับความทักษะการปฏิบัติงานและความชำนาญ เหมือนกับการฝึกกับของจริง	4.53	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด
1.4 สื่อที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์			
1.4.1 ประมวลสาระ			
1) แผนผังแนวคิดช่วยให้ทราบแนวทางที่จะศึกษาเนื้อหาในประมวลสาระ	4.21	0.71	เห็นด้วยมาก
2) แนวคิดและวัตถุประสงค์ ช่วยให้ทราบจุดมุ่งหมายของการศึกษาจากประมวลสาระ	4.37	0.50	เห็นด้วยมาก
3) เนื้อหาในประมวลสาระสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง	4.68	0.48	เห็นด้วยมากที่สุด
4) เนื้อหาในประมวลสาระสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ดีขึ้น	3.68	0.58	เห็นด้วยมาก
1.4.2 สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ ช่วยให้เข้าใจขั้นตอนการเรียนแบบอิงประสบการณ์ ทำให้สามารถเผชิญประสบการณ์ได้ถูกต้อง	4.42	0.51	เห็นด้วยมาก
1.4.3 สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาส่วนที่ครูบรรยายได้ดีขึ้น	4.58	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1.4.4 มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์			
1) ส่วนประกอบของการควบคุม ช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองได้ดีขึ้น	4.74	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ช่วยให้เรียนรู้ภาคปฏิบัติด้วยตนเองได้ดีขึ้น	4.79	0.42	เห็นด้วยมากที่สุด
1.4.5 โหลดจำลอง			
1) ให้ความรู้เรื่องการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าได้ดีขึ้น	4.42	0.51	เห็นด้วยมาก
2) ความรู้และทักษะที่ได้รับสามารถนำไปปฏิบัติงานในสถานการณ์จริงได้	4.58	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด
1.4.6 แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์			
1) แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษาทราบความรู้พื้นฐานของตนเอง	4.63	0.50	เห็นด้วยมากที่สุด
2) แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษาทราบความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง	4.63	0.50	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์			
2.1 นักศึกษาชอบเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์	4.58	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด
2.2 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้	4.79	0.42	เห็นด้วยมากที่สุด
2.3 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.53	0.51	เห็นด้วยมากที่สุด

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	แปลผล
2.4 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษามีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ของตนเอง	3.63	0.50	เห็นด้วยมาก
2.5 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ทำให้นักศึกษามีทักษะในการทำงานอย่างเป็นระบบ	3.53	0.51	เห็นด้วยมาก
เฉลี่ยรวม (N = 19)	4.45	0.51	เห็นด้วยมาก

จากตารางที่ 4.7 พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยเฉลี่ยความคิดเห็นในภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 4.45$)

ในรายค้านักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด จำนวน 18 ข้อ มีจำนวน 2 ข้อ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.79$) ได้แก่ (1) มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์ เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ช่วยให้เรียนรู้ภาคปฏิบัติด้วยตนเองได้ดีขึ้น และ (2) การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ช่วยให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้

มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก จำนวน 9 ข้อ มีความเห็นในแนวเดียวกัน

บทที่ 5

ต้นแบบชิ้นงาน

ต้นแบบชิ้นงานชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามระบบการสอนแบบอิงประสบการณ์ของ ศาสตราจารย์ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ มีส่วนประกอบดังนี้

คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (สำหรับผู้สอน)

ภาคที่ 1 บทนำ ประกอบด้วย

- 1.1 รายละเอียดของวิชา
- 1.2 การเตรียมตัวของครูและนักศึกษา
- 1.3 แผนผังการจัดห้องเรียนและบริบท
- 1.4 สิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้า
- 1.5 ตารางเปรียบเทียบหน่วยเนื้อหาและหน่วยประสบการณ์
- 1.6 แบบเสนอประสบการณ์หลักและประสบการณ์รอง

ภาคที่ 2 รายละเอียดของประสบการณ์ ในแต่ละหน่วยประสบการณ์ ประกอบด้วย

- 2.1 ปกหน่วยประสบการณ์
- 2.2 แบบเสนอหน่วยประสบการณ์
- 2.3 แบบเสนอภารกิจและงาน
- 2.4 แผนการสอนแบบอิงประสบการณ์
- 2.5 แผนเผชิญประสบการณ์
- 2.6 แผนกำกับประสบการณ์
- 2.7 เส้นทางการเรียน
- 2.8 แผนผลัดสื่อ
- 2.9 ชุดประสบการณ์
- 2.10 เครื่องมือในการประเมิน

ภาคที่ 3 คู่มือเผชิญประสบการณ์ (สำหรับนักศึกษา) ในแต่ละหน่วยประสบการณ์ ประกอบด้วย

- 3.1 ปกคู่มือเผชิญประสบการณ์
- 3.2 ส่วนต้นของคู่มือเผชิญประสบการณ์ (คำนำ สารบัญ คำชี้แจง)
- 3.3 แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์พร้อมเฉลย
- 3.4 แบบฝึกปฏิบัติพร้อมเฉลย
- 3.5 แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย
- 3.6 แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์พร้อมเฉลย

(รายละเอียดชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์จะปรากฏตั้งแต่วันที่ 135 – 796)

ภาคที่ 1
บทนำ

**การพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน**

คู่มือการใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ (สำหรับผู้สอน)

**โดย
อุทัย สุมามาศย์**

รายละเอียดของวิชา

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัส 2104 – 2114

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 3

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คำสั่งการป้อนข้อมูล วงจรการใช้งานควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ วงจรควบคุมระบบนิวเมติกส์ การแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องกลและอุปกรณ์ไฟฟ้า
2. เพื่อให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมงานควบคุมประเภทต่าง ๆ
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงาน

การเตรียมตัวของครูและนักศึกษา

1. การเตรียมตัวของครู

การเตรียมตัวของครูครอบคลุม ก่อนใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ขณะใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ หลังใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ บทบาทของครู

1.1 ก่อนใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

1.1.1 ครูควรศึกษามือถือการใช้ชุดประสบการณ์โดยละเอียด ประกอบด้วยแผนเผชิญประสบการณ์ แผนกำกับประสบการณ์ แผนผลิตสื่อ เส้นทางการเรียน แผนผังการจัดห้องเรียน คู่มือเผชิญประสบการณ์ ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย ชุดจำลองสถานการณ์ โหลดจำลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า โหลดจำลองหมายเลข 1 – 6

1.1.2 ครูจัดห้องเรียน ตามแผนผังการจัดห้องเรียน และจัดมุมต่าง ๆ ได้แก่ มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ และ มุมแสดงผลงาน

1.1.3 ครูต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ที่จำเป็นในการเผชิญประสบการณ์แต่ละประสบการณ์ ครอบคลุมอุปกรณ์โสตทัศนและอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกปฏิบัติ ดังนี้

- 1) อุปกรณ์โสตทัศน ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ จอภาพ และเครื่องขยายเสียง
- 2) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกปฏิบัติ ได้แก่ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง โหลดจำลองหมายเลข 1 – 6 และ สายเสียบวงจร ไว้ให้พร้อมและเพียงพอกับจำนวนนักศึกษา

1.2 ขณะใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

1.2.1 ครูควรชี้แจงให้นักศึกษาเข้าใจถึงวิธีการสอนแบบอิงประสบการณ์

1.2.2 ครูควรดำเนินการตามขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์ มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) *ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์* เป็นการทดสอบนักเรียนก่อนเผชิญประสบการณ์ โดยใช้แบบทดสอบด้านพุทธิพิสัยแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกแบบคู่ขนาน จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 1 ข้อ

2) *ปฐมนิเทศการเผชิญประสบการณ์* เป็นการแนะนำประสบการณ์หลักและประสบการณ์รองที่นักเรียนต้องเผชิญ อธิบายวัตถุประสงค์ของประสบการณ์ เสนอบริบทและสถานการณ์ อธิบายขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ตามภารกิจและงานที่กำหนดให้ สื่อที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ และแนวทางการประเมิน

3) *เผชิญประสบการณ์* เป็นการเผชิญประสบการณ์ตามขั้นตอนของภารกิจและงาน ตามแผนเผชิญประสบการณ์ ประกอบด้วยการเรียนรู้กับครู (TDL) การเรียนรู้กับเพื่อน (PDL) และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (SDL)

(1) *การเรียนรู้กับครู (TDL)* เป็นการเรียนที่ครูเป็นผู้กำกับการเรียน ได้แก่การบรรยาย เนื้อหาสาระ การสาธิตการปฏิบัติงาน ให้คำแนะนำการปฏิบัติงาน วิพากษ์ผลงาน สรุปเนื้อหาสาระ

(2) *การเรียนรู้กับเพื่อน (PDL)* เป็นการเรียนที่เพื่อนกำกับ ได้แก่วางแผนการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานกลุ่ม การนำเสนอชิ้นงาน

(3) *การเรียนรู้ด้วยตนเอง (SDL)* เป็นการเรียนที่ให้นักศึกษาเรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง โดยคำนึงถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคล ได้แก่อ่านประมวลสาระ การชมมัลติมีเดีย การฝึกปฏิบัติ และ การทำแบบฝึกหัด

4) *รายงานความก้าวหน้า* ให้นักศึกษารายงานความก้าวหน้าในแต่ละภารกิจ ที่ได้เผชิญประสบการณ์ให้ครูทราบ

5) *รายงานผลการเผชิญประสบการณ์* ให้นักศึกษานำเสนอผลงานจากการเผชิญประสบการณ์

6) *สรุปผลการเผชิญประสบการณ์* ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระตามลำดับขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์

7) *ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์* เป็นการทดสอบนักเรียนหลังการเผชิญประสบการณ์ โดยใช้แบบทดสอบด้านพุทธิพิสัยแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 1 ข้อ

1.3 หลังใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

1.3.1 *ครูควรตรวจสอบส่วนประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์* ได้แก่ ประมวลสาระ คู่มือการใช้ชุดประสบการณ์ และคู่มือเผชิญประสบการณ์ ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยแล้วจัดเก็บไว้ในที่เก็บ

1.3.2 *ครูเก็บแบบฝึกปฏิบัติ* แล้วนำมาตรวจเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และความก้าวหน้าของนักศึกษา

1.4 บทบาทของครู

1.4.1 ครูต้องเป็นแหล่งความรู้ เมื่อนักศึกษาอ่านประมวลสาระด้วยตนเองแล้วยังไม่เข้าใจครูต้องอธิบายซ้ำ

1.4.2 ครูต้องให้คำแนะนำปรึกษา เมื่อนักศึกษาพบปัญหาหรืออุปสรรคในการเผชิญประสบการณ์

1.4.3 เป็นผู้กำกับนักศึกษาในการเผชิญประสบการณ์ ให้เป็นไปตามลำดับขั้น เช่นให้รายงานความก้าวหน้า รายงานผลการเผชิญประสบการณ์

1.4.4 เป็นผู้จัดเตรียมแหล่งความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้กับนักศึกษา

1.4.5 ครูต้องวิพากษ์งาน วิพากษ์งานที่นักศึกษานำเสนอ

1.4.6 ครูต้องวัดและประเมินผล ตามขั้นตอนในแผนเผชิญประสบการณ์ บันทึกผลคะแนนและบันทึกพฤติกรรมในแบบบันทึก

2. การเตรียมตัวของนักศึกษา

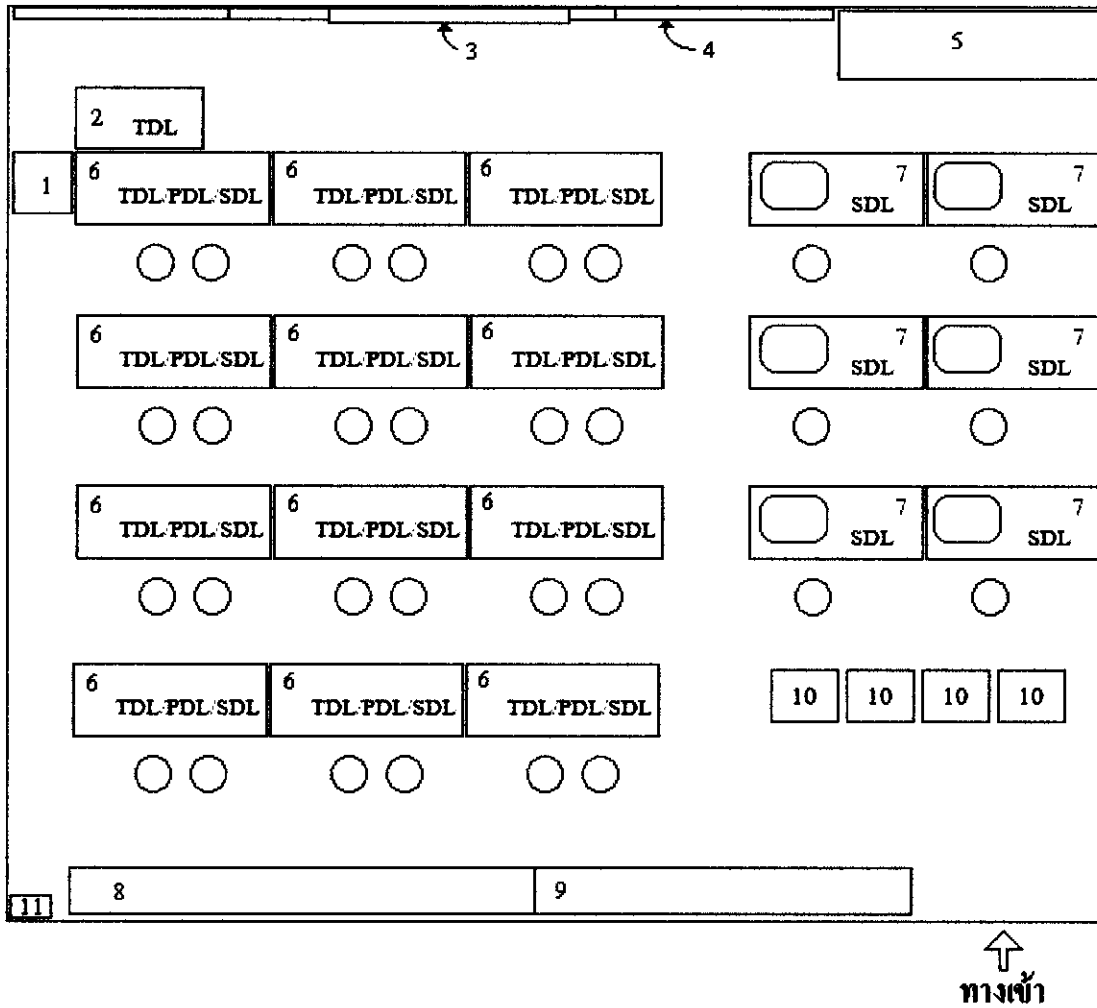
2.1 นักศึกษาต้องศึกษา คู่มือเผชิญประสบการณ์ แผนเผชิญประสบการณ์ ภารกิจและงานอย่างละเอียดก่อนเผชิญประสบการณ์

2.2 การเผชิญประสบการณ์ในแต่ละภารกิจและงานที่ให้ปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม ต้องมีหัวหน้ากลุ่มเพื่อดูแลให้กิจกรรมของกลุ่มดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย สมาชิกในกลุ่มต้องร่วมมือกันทำงาน ร่วมรับผิดชอบ มีการแสดงความคิดเห็น ช่วยกันแก้ปัญหาหากพบปัญหาในการเผชิญประสบการณ์ ยอมรับคำแนะนำจากเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม เพื่อนในชั้นเรียน และจากครูผู้สอน พร้อมทั้งปรับปรุงงานและพฤติกรรม ซึ่งขณะที่นักศึกษาเผชิญประสบการณ์เป็นกลุ่มนี้ได้มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานและกิจนิสัยการทำงานเป็นรายบุคคลด้วย

2.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ จากมุมวัสดุอุปกรณ์ และเมื่อเสร็จสิ้นภารกิจและงานแล้วต้องนำไปเก็บที่เดิมให้เรียบร้อย

2.4 การทำภารกิจและงาน และการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ นักศึกษาต้องทำอย่างตั้งใจและเต็มความสามารถ

แผนผังการจัดห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



1. ตู้เก็บวัสดุอุปกรณ์ของครู
 2. โต๊ะครู
 3. จอโปรเจกเตอร์ติดตั้งเหนือกระดาน ควบคุมด้วยระบบกลไกไฟฟ้า
 4. กระดานไวท์บอร์ด 3 แผ่น ต่อกัน
 5. ตู้หน้าเปิด 6 ชั้น (ชั้น 5 จัดเป็นมุมหนังสือ, ชั้น 2-4 จัดเป็นมุมแสดงผลงาน)
 6. โต๊ะปฏิบัติการ ใช้เผชิญประสบการณ์ภาค ทฤษฎี/ปฏิบัติ
 7. คอมพิวเตอร์พร้อมโต๊ะ (มุมคอมพิวเตอร์)
 8. ตู้ประตูกะจกบานเลื่อน 6 ชั้น (มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์)
 9. ตู้ประตูกะจกบานเลื่อน 6 ชั้น (มุมวัสดุอุปกรณ์)
 10. ชุดฝึกลิฟต์ 4 ชั้น
- ก๊าซหัวกลม

สิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้า

ในการสอนแบบอิงประสบการณ์ครูจะต้องจัดเตรียมส่วนประกอบของชุดการสอน ให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาและกลุ่มของนักศึกษาไว้ล่วงหน้าทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ ดังนี้

วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมกันทุกหน่วยประสบการณ์ ได้แก่

1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
2. สายเสียบวงจร
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
4. อุปกรณ์ไอศหัทพ์ไม้ได้แก่ คอมพิวเตอร์ จอภาพ เครื่องฉายภาพ และ เครื่องขยายเสียง

ส่วนประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียมส่วนประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

1. ปรวมวลสาระ
2. คู่มือเผชิญประสบการณ์และกระดาษคำตอบ
3. สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง (1) ปฐมนิเทศประจำหน่วยประสบการณ์ และ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
4. มัลติมีเดีย เรื่อง (1) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. โทลคจำลองหมายเลข 1

ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียมส่วนประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

1. ปรวมวลสาระ
2. คู่มือเผชิญประสบการณ์และกระดาษคำตอบ
3. สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง (1) ปฐมนิเทศประจำหน่วยประสบการณ์ และ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจรถับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
4. มัลติมีเดีย เรื่อง (1) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. โทลคจำลองหมายเลข 2

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียมส่วนประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

1. ปรวมลสาระ
2. คู่มือเผชิญประสบการณ์และกระดาษคำตอบ
3. สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง (1) ปฐมนิเทศประจำหน่วยประสบการณ์ และ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
4. มัลติมีเดีย เรื่อง (1) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. โหลดจำลองหมายเลข 3

ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียมส่วนประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

1. ปรวมลสาระ
2. คู่มือเผชิญประสบการณ์และกระดาษคำตอบ
3. สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง (1) ปฐมนิเทศประจำหน่วยประสบการณ์ และ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
4. มัลติมีเดีย เรื่อง (1) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. โหลดจำลองหมายเลข 4

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียมส่วนประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

1. ปรวมลสาระ
2. คู่มือเผชิญประสบการณ์และกระดาษคำตอบ
3. สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง (1) ปฐมนิเทศประจำหน่วยประสบการณ์ และ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
4. มัลติมีเดีย เรื่อง (1) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. โหลดจำลองหมายเลข 5

ประสบการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
ต้องเตรียมส่วนประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดังนี้

1. ประมวลสาระ
2. คู่มือเผชิญประสบการณ์และกระดาษคำตอบ
3. สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง (1) ปฐมนิเทศประจำหน่วยประสบการณ์ และ (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
4. มัลติมีเดีย เรื่อง (1) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. โหลดจำลองหมายเลข 6

การวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาและแบ่งหน่วยการเรียนรู้

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

รหัสวิชา 2104-2114

กลุ่มเนื้อหา	หน่วยการเรียนรู้
โครงสร้าง ส่วนประกอบ และหลักการทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
คำสั่ง การป้อนข้อมูล	2. การทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วงจรการใช้งาน	3. การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น
การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	4. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพื้นฐาน
การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ	5. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งต่อแยก
วงจรควบคุมระบบนิวมติกส์	6. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งตั้งเวลาและคำสั่งนับ
การแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม	7. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพิเศษ
	8. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต
	9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว
	10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
	11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
	12. การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง
	13. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร
	14. การควบคุมวงจรนิวมติกส์ไฟฟ้า
	15. การพัฒนาโปรแกรมควบคุมโหลดไฟฟ้า

ตารางเปรียบเทียบหน่วยเนื้อหาและหน่วยประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
รหัสวิชา 2104-2114

หน่วยเนื้อหา	หน่วยประสบการณ์
1. โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2. การทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3. การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น 4. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพื้นฐาน 5. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งต่อแยก 6. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งตั้งเวลาและคำสั่งนับ 7. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพิเศษ 8. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต 9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว 10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ 11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า 12. การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง 13. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร 14. การควบคุมวงจรมอเตอร์ไฟฟ้า 15. การพัฒนาโปรแกรมควบคุมโหลดไฟฟ้า	1. การเขียนโครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2. การฝึกปฏิบัติการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3. การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น 4. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพื้นฐาน 5. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งต่อแยก 6. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งตั้งเวลาและคำสั่งนับ 7. การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่งพิเศษ 8. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต 9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว 10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ 11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า 12. การควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง 13. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร 14. การควบคุมวงจรมอเตอร์ไฟฟ้า 15. ปฏิบัติการพัฒนาโปรแกรมควบคุม

แบบเสนอหน่วยประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

รหัสวิชา 2104-2114

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

หน่วยประสบการณ์	ประสบการณ์หลัก	ประสบการณ์รอง
9. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	9.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	9.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		9.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
10. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ	10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	10.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		10.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	10.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

หน่วยประสบการณ์	ประสบการณ์หลัก	ประสบการณ์รอง
11. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า	11.1 การควบคุมวงจรสตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	11.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	11.2 การควบคุมวงจรสลลิ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	11.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสลลิ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		11.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลลิ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภาคที่ 2
รายละเอียดประสบการณ์

ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

หน่วยประสบการณ์ที่ 9
เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

โดย
อูทัย สุมามาลย์

แบบเสนอหน่วยประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

รหัสวิชา 2104-2114

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ผู้สอน นายอุทัย สุมาลย์

หน่วยประสบการณ์	ประสบการณ์หลัก	ประสบการณ์รอง
9. การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	9.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	9.2 การควบคุมวงจร กลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์	9.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		9.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แบบเสนอภารกิจและงาน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสพการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสพการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง

ประสพการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
9.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ
9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง	1.1 จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหลดจำลองหมายเลข 1
	2. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุตของโหลดจำลองหมายเลข 1

ประสพการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
	<p>3. ดำเนินการควบคุม วงจรสตาร์ทตรง</p>	<p>3.1 ชมมัลติมิเตอร์เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ใช้คำสั่งที่กำหนดให้</p> <p>3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหลดจำลอง หมายเลข 1 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 9.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของโหลดจำลอง หมายเลข 1 เข้ากับจุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 9.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุตทุกตัวของโหลดจำลองหมายเลข 1</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ เอาต์พุตของโหลดจำลองหมายเลข 1</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม ควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้ โหลดจำลองหมายเลข 1</p>
	<p>4. รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง</p>	<p>4.1 นำเสนอผลงาน</p> <p>4.2 วิพากษ์</p> <p>4.3 สรุปผล</p>

แบบเสนอภารกิจและงาน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง

ประสบการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
9.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ
9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน	1.1 จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหลดจำลองหมายเลข 2
	2. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจรทุกเส้น 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุตของโหลดจำลองหมายเลข 2

ประสพการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
	<p>3. ดำเนินการควบคุม วงจรกลับทางหมุน</p>	<p>3.1 ชมมัลติมิเตอร์เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจร กลับทางหมุน ใช้คำสั่งที่กำหนดให้</p> <p>3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโพลค้ำลอง หมายเลข 2 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 9.4 ในประมวลสาระ</p> <p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของโพลค้ำลอง หมายเลข 2 เข้ากับจุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 9.4 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุตทุกตัวของโพลค้ำลองหมายเลข 2</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ เอาต์พุตของโพลค้ำลองหมายเลข 2</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม ควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้ โพลค้ำลองหมายเลข 2</p>
	<p>4. รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรกลับทางหมุน</p>	<p>4.1 นำเสนอผลงาน</p> <p>4.2 วิพากษ์</p> <p>4.3 สรุปผล</p> <p>4.4 ทำแบบฝึกหัด</p>

แผนการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

รหัสวิชา 2104-2114

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
เวลา 4 ชั่วโมง

ประสบการณ์

ประสบการณ์หลัก	ประสบการณ์รอง
9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	9.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
9.2 การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	9.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 9.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์

1. หลังจากเผชิญประสบการณ์ “การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุม วงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากเผชิญประสบการณ์ “การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุม วงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

บริบทและสถานการณ์

บริบท

การเผชิญประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว มีกิจกรรม 2 อย่าง ที่นักศึกษาต้องเผชิญประสบการณ์ตามลำดับก่อนหลัง คือ (1) การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ทั้ง 2 กิจกรรม ต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมกัน คือ สายเสียบวงจร คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ จอภาพ เครื่องขยายเสียง โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียมโหลดจำลองหมายเลข 1 การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียมโหลดจำลองหมายเลข 2 สถานที่เผชิญประสบการณ์ ได้แก่ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าของบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัทให้ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ในโรงงานรีดแท่งทองแดง ดังนี้ (1) วงจรสตาร์ทตรงสำหรับพัดลมระบายอากาศ และ (2) วงจรกลับทางหมุนสำหรับปิดเปิดประตู ซึ่งบริษัทได้เปลี่ยนระบบการควบคุมจากแบบกลไกไฟฟ้าเป็นโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาจึงต้องเข้ารับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์

ขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์

ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 1 ข้อ

ขั้นที่ 2 ปฐมนิเทศการเผชิญประสบการณ์ เป็นการชี้แจงวัตถุประสงค์ ประสบการณ์ บริบทและสถานการณ์ ขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ (ภารกิจ/งาน) สื่อ และ เครื่องมือการประเมิน

- วัตถุประสงค์การเรียนรู้มีดังนี้ (1) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุม วงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง และ (2) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุม วงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

- ประสบการณ์ที่นักศึกษาต้องเผชิญ 2 ประสบการณ์ คือ (1) การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- บริบทในการเผชิญประสบการณ์ คือ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง สิ่งที่นักศึกษาต้องเตรียม คือ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V สายเสียบวงจร โหลดจำลองหมายเลข 1 โหลดจำลองหมายเลข 2 และ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

- สถานการณ์ บริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้เปลี่ยนระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ในโรงงานรีดแท่งทองแดง วงจรสตาร์ทตรงสำหรับพัดลมระบายอากาศ และวงจรกลับทางหมุนสำหรับมอเตอร์ปิดเปิดประตู จากแบบกลไกไฟฟ้าเป็นโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าของบริษัทจึงต้องเข้ารับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์

- ภารกิจ/งาน ในการเผชิญประสบการณ์ คือ ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบ ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ ดำเนินการควบคุม และ รายงานผลการปฏิบัติงาน ในงานควบคุมวงจรสตาร์ทตรงและวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- สื่อที่ใช้ ได้แก่ ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V สายเสียบวงจร โหลดจำลองหมายเลข 1 และ โหลดจำลองหมายเลข 2

- การประเมิน จากการทำแบบทดสอบ สังเกตพฤติกรรม ทำแบบฝึกหัด และงานที่กำหนดให้ทำได้แก่ ปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงและวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 3 เเชิญประสพการณั นักศึษาต้องเเชิญประสพการณัหลัก 2 ประสพการณั คือ (1) การควมคุมวงจรศตารัทตรง คึวโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควมคุมวงจรกลับทางหมุน คึวโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 4 รายงานควมกัวหนั เมื่อนักศึษาได้เเชิญประสพการณั โดยทำการกึงและงานได้ระยษะหนึ่แล้ว นักศึษาต้องรายงานควมกัวหนัจากการเเชิญประสพการณั คึงนี้

- ประสพการณัร่องที่ 9.1.2 การปฏิบัติการควมคุมวงจรศตารัทตรง คึวโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึษาต้องรายงานควมกัวหนัเกี่ยวกับ การจึคหาและตรวจสอบวึศคูปกรณัที่ใช้ฝึกปฏิบัติ ตรวจสอบการท้งานของอูปกรณัอินพุต ตรวจสอบการท้งานของอูปกรณัเอาต์พุต และ ตรวจสอบการท้งานของโปรแกรมควมคุม

- ประสพการณัร่องที่ 9.2.2 การปฏิบัติการควมคุมวงจรกลับทางหมุน คึวโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึษาต้องรายงานควมกัวหนัเกี่ยวกับ การจึคหาและตรวจสอบวึศคูปกรณัที่ใช้ฝึกปฏิบัติ ตรวจสอบการท้งานของอูปกรณัอินพุต ตรวจสอบการท้งานของอูปกรณัเอาต์พุต และ ตรวจสอบการท้งานของโปรแกรมควมคุม

ขั้นที่ 5 รายงานผลการเเชิญประสพการณั เมื่อนักศึษาได้เเชิญประสพการณัหลักแต่ละประสพการณัแล้ว นักศึษาต้องรายงานผลการปฏิบัติการควมคุมวงจรศตารัทตรง และวงจรกลับทางหมุน คึวโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 6 สรूपผลการเเชิญประสพการณั เป็นการสรूपจึนตอนการเเชิญประสพการณัและจึ้เนะแหล่งควมรู้เพิ่มเดิม

ขั้นที่ 7 ประเมินหลังเเชิญประสพการณั โดยให้ันักศึษาทำแบบทคสอบหลังเเชิญประสพการณั เป็นแบบทคสอบภาคทฤษฎี จันวน 10 ชัอ และ แบบทคสอบภาคปฏิบัติจันวน 1 ชัอ

ชัอและแหล่งประสพการณั

ชัอเเชิญประสพการณั	แหล่งประสพการณั
1. ประมวลสาระ	1. หัองเรียนการควมคุมคึวโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มุมหนังสัอ
2. สไลด์ค้อมทิวเตอรัปฐุมนัเทศ	2. มุมหนังสัอ
3. มัลตึมีเดีย	3. มุมหนังสัอ
4. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	4. มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. แหล่งจัยไฟฟ้ากระแสดตรง 24 V	5. มุมวึศคูปกรณั
6. สายเสียบวงจร	6. มุมวึศคูปกรณั
7. โหลดจัลองหมายเลข 1 - 2	7. มุมวึศคูปกรณั และ มุมแสดงผลงาน

การประเมิน

1. จากแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์
2. จากการทำแบบฝึกหัด
3. จากการปฏิบัติงานกลุ่ม ครอบคลุมการประเมิน ความร่วมมือในการทำงาน ความรับผิดชอบ การแสดงความคิดเห็น การแก้ปัญหา และการยอมรับคำแนะนำและปรับปรุง
4. จากงานที่กำหนดให้ทำ ประเมินแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติ
 - 4.1 ปฏิบัติการควบคุมวงจrstารตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 - 4.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจrstกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. จากการบันทึกสาระสำคัญ

แผนเผชิญประสพการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสพการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสพการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์		เวลา 2 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมาย และ อธิบายส่วนประกอบ การทำงาน และขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
2. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง

ประสพการณ์และบริบท

1. ประสพการณ์ที่คาดหวัง

นักศึกษาผ่านกระบวนการการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แล้ว สามารถปฏิบัติการควบคุมได้

2. บริบทและสถานการณ์

บริบท

นักศึกษาศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง และปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ และมุมแสดงผลงาน โดยนักศึกษาต้องเตรียมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง สายเสียบวงจร และ โหลดจำลองหมายเลข 1

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัท ให้ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ในโรงงานรีดแท่งทองแดง วงจรสตาร์ทตรงสำหรับพัดลมระบายอากาศ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยรูปแบบการเผชิญประสพการณ์ภาคทฤษฎีเป็นแบบเดี่ยว และภาคปฏิบัติเป็นแบบกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้ (1) ชมมัลติมีเดียและอ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) เตรียมการปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ดำเนินการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

สิ่งที่พึงระวังในการเผชิญประสบการณ์

1. การใช้จุดต่อสาย อินพุต/เอาต์พุต ของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่หลวมหรือชำรุด จะทำให้เกิดการลัดวงจรหรือทำให้กระแสไฟฟ้ารั่วลงโครงได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้งานตำแหน่งดังกล่าว ให้เปลี่ยนไปใช้ตำแหน่งอื่นแทน

2. การปล่อยปลายสายไฟฟ้าที่ใช้ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ไว้ตั้งแต่ 2 ปลาย ขึ้นไป มีโอกาสที่ปลายสายจะสัมผัสกันทำให้เกิดการวงจรได้ ดังนั้นการต่อสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องทำให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วจึงต่อสายไฟฟ้าเส้นอื่นต่อไป

3. การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ขณะที่มีการเสไฟฟ้าจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ ดังนั้นจึงต้องปิดสวิตช์ Power ก่อนทุกครั้งที่จะเริ่มต่อสายไฟฟ้า

4. สายไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ซึ่งฉนวนเสียหายจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ และ หากฉนวนเสียหายมากกว่า 2 เส้น มีโอกาสที่ตัวนำของสายไฟฟ้าจะสัมผัสกันได้ทำให้เกิดการลัดวงจรได้ จึงไม่ควรใช้งานสายไฟฟ้างดังกล่าว

รายละเอียดการเผชิญประสพการณ์ที่ 9.1 การควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
9.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรถดสารที่ตรง	1.1 ชมมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรถดสารที่ตรง ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระ เรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบ ของการควบคุม - ความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินที่ก - สำระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรถดสารที่ตรง	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- สไลด์ - คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินที่ก - สำระสำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
9.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร สตาร์ทตรง ด้วย โปรแกรมนเมเปิด- คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรสตาร์ทตรง	1.1 จัดทำโปรแกรมเมเปิดคอน-โทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดทำโหลดจำลอง หมายเลข 1	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิศวะ อุปกรณ์	- โปรแกรมเม-เปิดคอนโทรล-เลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 1	- โต๊ะ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรสตาร์ทตรง	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเปิดคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบชุดต่อ อินพุต/ เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเปิด-คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม-เปิดคอนโทรล-เลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 1 - ประมวลผล	- โต๊ะ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 1	PDL					
3. ดำเนินการควบคุมวงจรสแตร์ตรง		3.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุม วงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรม-เมเบ็ดคอนโทรลเลอร์ 3.2 เขียนโปรแกรมควบคุม วงจรสแตร์ตรง ใช้คำสั่งตาม ตารางที่ 9.2 ในประมวลสาระ 3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหนด จำลองหมายเลข 1 เช้ากับชุดต่อ หน่วยอินพุตของโปรแกรมเม-เบ็ดคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตามตาราง ที่ 9.1 ในประมวลสาระ	SDL PDL PDL	- การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต - การเขียน โปรแกรม - การตรวจสอบ การทำงาน	- ห้องเรียน - มุม หนังสือ	- โปรแกรมเม-เบ็ดคอนโทรลเลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 1 - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ - มัลติมีเตอร์	- ด้วยแบบประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		<p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 1 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 9.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 1</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 1</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้ โหลดจำลองหมายเลข 1</p>	<p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p>					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผล การปฏิบัติงาน การควบคุม วงจรรสตาร์ตรง	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล	PDL TDL/PDL TDL/PDL		- ห้องเรียน - มุมแสดง ผลงาน	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 1 - ประมวลผลสาระ	สิ่งอำนวยความสะดวก - โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

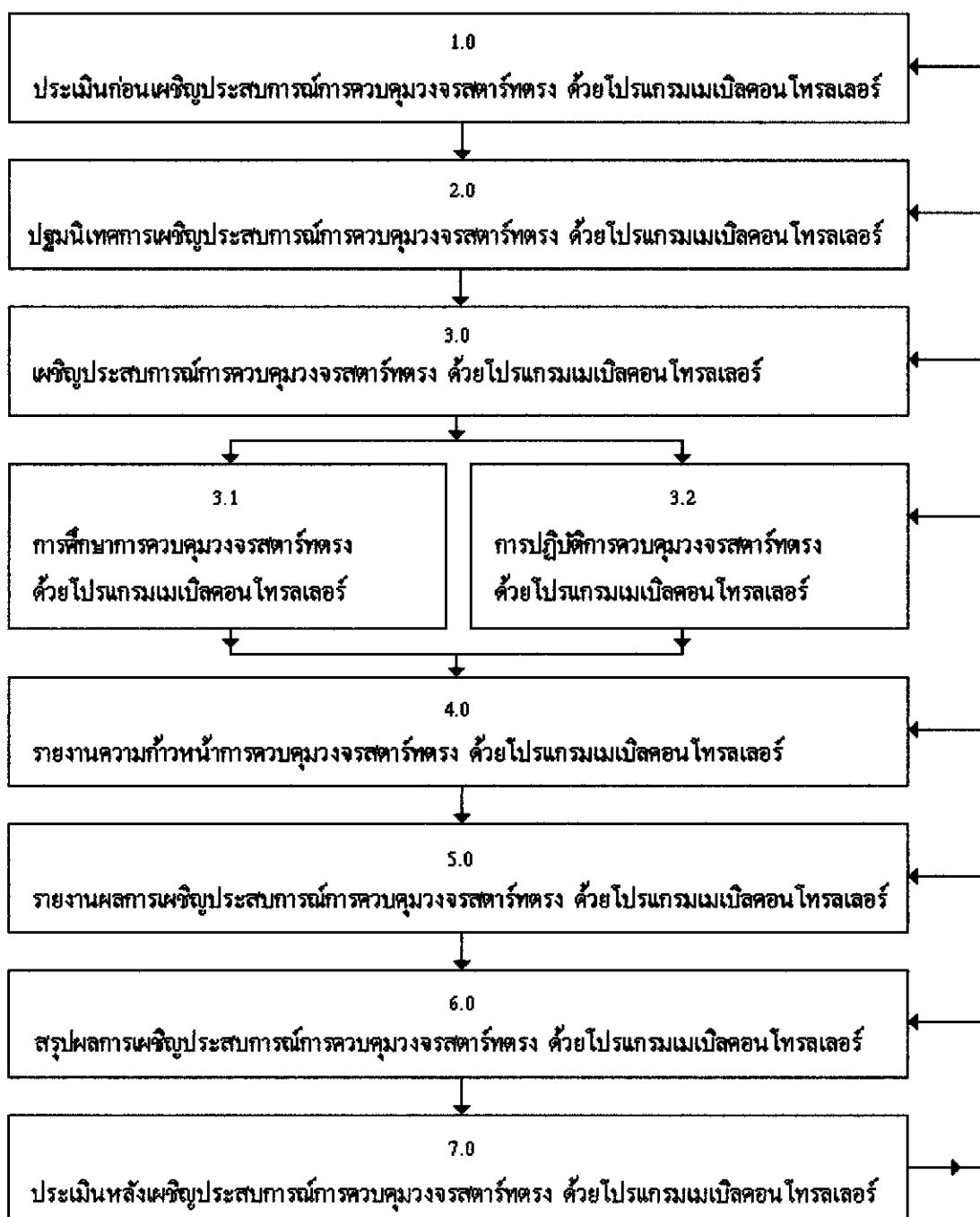
แผนกำกับประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรถาวรตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายอุทัย สุมาลย์ จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ลำดับ ที่	กิจกรรม / การกิจ	สื่อ	สถานที่	เวลา (นาที)
1	ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ - ทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20
2	ปฐมนิเทศประสบการณ์ 2.1 วัตถุประสงค์ 2.2 ประสบการณ์ 2.3 บริบท/สถานการณ์ 2.4 ขั้นตอนการหาประสบการณ์ 2.5 สื่อ / วัสดุ-อุปกรณ์ 2.6 การประเมิน	- สไลด์คอมพิวเตอร์	- ห้องเรียน	10
3	เผชิญประสบการณ์ 3.1 การศึกษาการควบคุมวงจรถาวรตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรถาวรตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	- มัลติมีเดีย - สไลด์คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ - โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 1	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ - มุมวัสดุ - มุมอุปกรณ์ - มุมแสดงผลงาน	25 30
4	รายงานความก้าวหน้า		- ห้องเรียน	5
5	รายงานผลการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
6	สรุปการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
7	ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20

เส้นทางการเรียน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์		เวลา 2 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 9.1.1 – 9.1.2	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1	



แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์หลักที่ 9.1 – 9.2	เวลา 10 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
 เรื่อง ปฐมนิเทศประสบการณ์หลักที่ 9.1 – 9.2
 วัตถุประสงค์

หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง “ปฐมนิเทศหน่วยประสบการณ์หลักที่ 9.1 – 9.2 แล้ว”
 นักศึกษาสามารถบอกหน่วยประสบการณ์ วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ ภารกิจและงาน สื่อและแหล่ง
 ประสบการณ์ และ การประเมิน ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การเผชิญประสบการณ์ในหน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว แบ่งเป็น 2
 ประสบการณ์หลัก ได้แก่ (1) ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรถูกตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-
 โทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม อธิบาย
 การทำงานส่วนประกอบ อธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรถูกตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้
 ถูกต้อง และ (2) ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม อธิบายการทำงาน
 ส่วนประกอบ อธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
 บริบทได้แก่ ห้องเรียน มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ มุมแสดงผลงาน สถานการณ์ในการเผชิญประสบการณ์
 คือ บริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัดทำการเปลี่ยนระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ในโรงงานรีดแท่ง
 ทองแดง วงจรถูกตรงสำหรับพัดลมระบายอากาศ วงจรถูกกลับทางหมุนสำหรับเปิดเปิดประตู จากระบบกลไก
 ไฟฟ้าเป็นระบบโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาในฐานะพนักงานของบริษัท ต้องเผชิญประสบการณ์
 ตามภารกิจและงานที่กำหนดให้ สื่อที่ใช้ได้แก่ ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โปรแกรมเมเบิล-
 คอนโทรลเลอร์ โหลดจำลองหมายเลข 1 – 2 และ คู่มือเผชิญประสบการณ์ การประเมินใช้แบบทดสอบก่อน
 และหลังเผชิญประสบการณ์ พฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม ผลการปฏิบัติงาน และแบบฝึกหัด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วยเงื่อนไข พฤติกรรม และเกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดข้อความ** ได้แก่ วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ ภารกิจและงาน สื่อและแหล่งประสบการณ์ และการประเมิน ใช้ตัวอักษรที่มีขนาดเหมาะสมให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

1.4 **วิเคราะห์และกำหนดภาพ** ได้แก่ ภาพที่ใช้ประกอบการนำเสนอ

1.5 **ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์** ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.6 เขียนบท

2. ขั้นเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ กระดาษ A4

3. ขั้นดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำข้อความและภาพกราฟิก**

3.2 **ตกแต่งภาพ**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นการประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวข้อ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์หลักที่ 9.1		เวลา 25 นาที
ประสบการณ์หลักที่ 9.2		เวลา 25 นาที
ประสบการณ์รองที่ 9.1.1, 9.2.1		จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ ประมวลสาระ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาประมวลสาระ เรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาประมวลสาระ เรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาประมวลสาระ เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์โคอะแกรม การเขียนโปรแกรมควบคุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การทำงานของโปรแกรมควบคุมในงานควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาประมวลสาระ เรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาประมวลสาระ เรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษาประมวลสาระ เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์โคอะแกรม การเขียนโปรแกรมควบคุม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลังประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุตได้แก่คอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงาน และ โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุตได้แก่คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลังประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าและควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุตได้แก่คอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา และ โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุตได้แก่คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ควบคุมการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา และหมุนทวนเข็มนาฬิกา

การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงและวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนคือ การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเกอร์ไคอะแกรม และการเขียนคำสั่ง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด การตรวจสอบการทำงานครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงและวงจรกลับทางหมุน

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

บริษัทออมนรอนครีคัล จำกัด (ม.ป.ป) *Operation Manual Omron Sysmac C20P/C28P/C40P*

กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท

วิจิตร บุญขโรกุล (ม.ป.ป) *ระบบควบคุมมอเตอร์* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์แปซิฟิก

สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา (2542) *เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada*

กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.

สุพรรณ กุลพณิชย์ (2533) *Programmable Controller เทคนิคและการทำงานเบื้องต้น.*

พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ

อำนาจ ทองผาสุข, วิทยา ประยงค์พันธ์ (ม.ป.ป) *การควบคุมมอเตอร์* กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.

อุทัย สุมาลย์ (2546) *การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า* กรุงเทพมหานคร

สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

B.L. Theraja. (1982) *Electrical Technology*. New Delhi. Nirja Construction & Development

CO. (P) LTD.

Hamann Peter, Steve Willings. (1990) *Operation Manual Oron*. Tokyo ม.ป.ท.

Joseph F. Mcpartland. (1979) *National Electriccal Handbook 19th Edition*. New York.

McGraw – Hill.

Theodore Wildi. (2000) *Electrical Machines Drives, and Power System Fourth Edition*.

New Jersey. Prentice-Hall, Inc.

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตประมวลสาระมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 *วิเคราะห์ผู้เรียน* เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ระดับสติปัญญา และ ความรู้พื้นฐาน ที่จำเป็นต้องใช้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.2 *กำหนดวัตถุประสงค์* เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 *วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา* เป็นการรวบรวมเนื้อหาสาระจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง หนังสืออ้างอิง และหนังสือเรียน ที่เกี่ยวกับเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยเมคเนติกคอนแทคเตอร์ และการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นำมาจำแนกเป็นหัวเรื่องที่จะเขียนเป็นประมวลสาระ

2. ขั้นเตรียมการ

2.1 *เตรียมบุคลากร* ได้แก่ เจ้าหน้าที่พิมพ์ เจ้าหน้าที่ปรับแต่งภาพ เจ้าหน้าที่พิสูจน์อักษร เจ้าหน้าที่เข้ารูปเล่ม

2.2 *เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต* ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ กระดาษ A4 และ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เข้ารูปเล่มเอกสาร

3. ขั้นดำเนินการผลิต

3.1 *เขียนแผนผังแนวคิด* ในรูปแบบภูมิ ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ ตอน และ หัวเรื่อง

3.2 *เขียนแผนการสอนประจำตอนและหัวเรื่อง* ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3 *เขียนเนื้อหาสาระ* ตรงกับหัวเรื่อง ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ การให้เนื้อหาสาระ ประกอบด้วย การเกริ่นนำ อธิบายเนื้อหาสาระ และสรุป

3.4 *กำหนดภาพประกอบ* โดยระบุประเภทของภาพ ขนาดของภาพ และ คำอธิบาย รายละเอียดของภาพ

3.5 *จัดวางภาพประกอบในเนื้อหาสาระ* ปรับแต่งขนาดของภาพให้เหมาะสม มีความคมชัด มีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์

3.6 *ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้* ให้ถูกต้องตามหลักภาษา และตรวจสอบความสอดคล้องของคำอธิบายกับภาพประกอบ

3.7 ตรวจสอบความถูกต้องในการพิมพ์ ให้ถูกต้องตามรูปแบบ ให้เป็นรูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเล่ม

3.8 จัดพิมพ์และเข้ารูปเล่ม

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และเทคโนโลยีทางการศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) เนื้อหาสาระ ครอบคลุมความสอดคล้องกับจุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของหน่วยประสบการณ์ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เนื้อหาสาระทันสมัย มีความถูกต้อง เนื้อหาสาระเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก (2) ภาพประกอบในเนื้อหา ครอบคลุมความชัดเจนของภาพประกอบ ความสอดคล้องของภาพประกอบกับเนื้อหา ความชัดเจนของคำอธิบายภาพประกอบ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา (3) ภาษาในการนำเสนอเนื้อหา ครอบคลุมภาษาอ่านแล้วเข้าใจง่าย ใช้ภาษาไทยได้ถูกต้องตามหลักภาษา และ (4) รูปแบบการเสนอเนื้อหาสาระ ครอบคลุมมีส่วนประกอบครบถ้วน คือ กรีนนำ เนื้อหา และ สรุป การลำดับหัวข้อเนื้อหาสาระเรียงตามลำดับถูกต้อง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 1,000 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์ และ วัสดุที่ใช้เข้ารูปเล่มเอกสาร
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 9.1.1	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดีย เรื่อง “ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มี 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงาน และ โอเวอร์โวลต์ครีลิช อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. หนังสือระบบควบคุมมอเตอร์
3. หนังสือการควบคุมมอเตอร์

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา ที่มีความเหมาะสมกับวิธีการให้ความรู้ด้วยมัลติมีเดีย เลือก เนื้อหาสาระจากประมวลสาระตอนที่ 9.1 การควบคุมวงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เรื่องที่ 9.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.4 ร่างข้อความ ภาพ และเสียง

1.5 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.6 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวเรื่อง (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 9.1.1	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

1. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไคอะแกรม ได้ถูกต้อง
2. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการเขียนโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง
3. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้ (1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรม การทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงที่กำหนดไว้ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ตามตำแหน่งที่กำหนด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada
3. หนังสือ Operation Manual Omron Sysmac C 20P/C28P/C40P

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังกผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วยเงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดภาพและข้อความ** ได้แก่ ภาพและข้อความที่ใช้ประกอบการนำเสนอให้มีความสอดคล้องกัน และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่นำเสนอ

1.4 **ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์** ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.5 เขียนบท

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำข้อความและภาพกราฟิก**

3.2 **ตกแต่งภาพ**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวข้อเรื่อง และ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 9.1.2	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดีย เรื่อง “การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอน คือ (1) ต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ และ (2) ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลด และหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจอเนอซ พฤติกรรม และ เภณซ์

1.3 ร่างข้อความ ภาพ และเสียง

1.4 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.5 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ชั้นเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ชั้นดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ชั้นการประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้อง ความคมชัดของตัวอักษร และขนาดของตัวอักษร (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์หลักที่ 9.1 - 9.2		เวลา 60 นาที
ประสบการณ์รองที่ 9.1.2, 9.2.2	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1	

ประเภทสื่อ โหลดจำลองหมายเลข 1 - 2 () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

เรื่อง 1. การปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2. การปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์

1. หลังจากปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ด้วยการจำลองสถานการณ์โดยใช้โหลดจำลองหมายเลข 1 แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง

2. หลังจากปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ด้วยการจำลองสถานการณ์โดยใช้โหลดจำลองหมายเลข 2 แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

โหลดจำลองหมายเลข 1 ใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในสถานการณ์จำลอง ได้แก่ การฝึกต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม

โหลดจำลองหมายเลข 2 ใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในสถานการณ์จำลอง ได้แก่ การฝึกต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตโหลดจำลองหมายเลข 1-2 มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

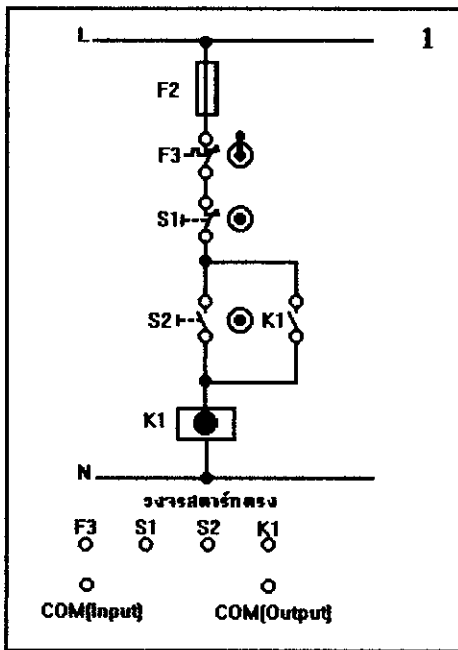
1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และ ทักษะ การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังกผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

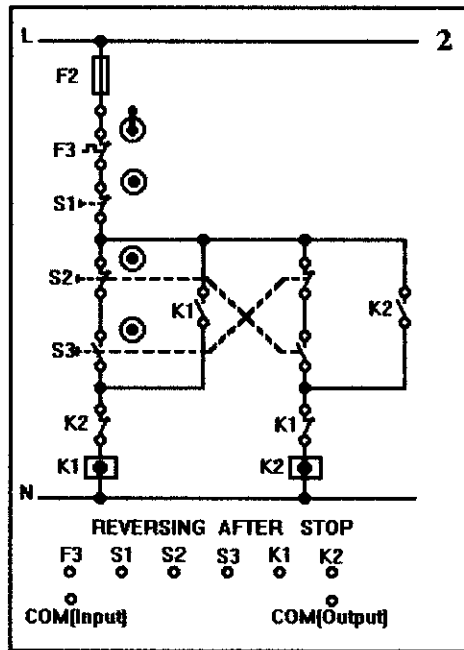
1.3 วิเคราะห์และกำหนดการสร้างโหลดจำลอง ดังนี้

1.3.1 ศึกษาเนื้อหาสาระจากประมวลสาระ เรื่องที่ 9.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ เรื่องที่ 9.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ กำหนดเป็นงานที่ต้องฝึกปฏิบัติในแบบฝึกปฏิบัติ

1.3.2 กำหนดเงื่อนไขการควบคุม ในรูปของวงจรควบคุมด้วยแมคเนติกคอนแทคเตอร์ และจุดต่อสายอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เพื่อใช้สร้างภาพวงจรบนส่วนหน้าของโหลดจำลองหมายเลข 1-2 คือ วงจรสตาร์ทตรง และ วงจรกลับทางหมุน ดังภาพที่ 5.1 ก-ข



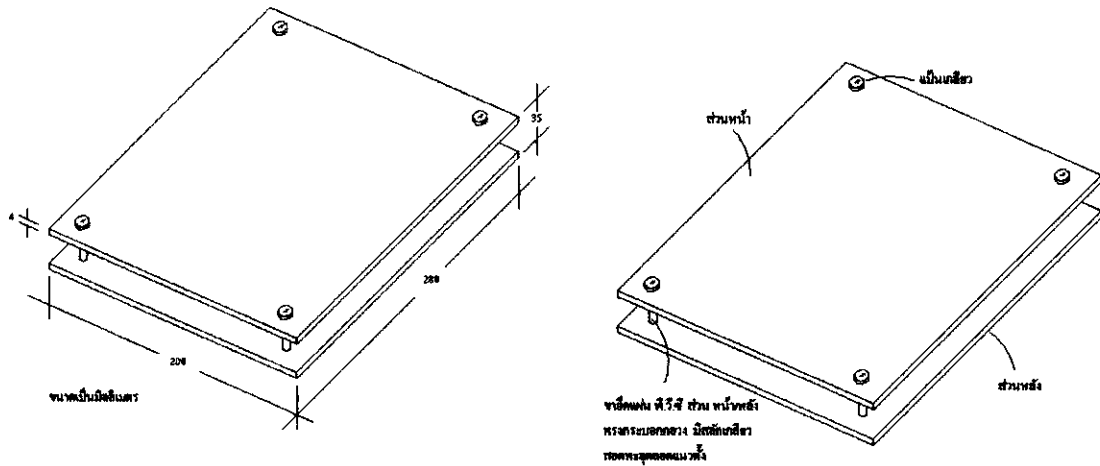
(ก) ภาพส่วนหน้าของโหลดจำลองหมายเลข 1



(ข) ภาพส่วนหน้าของโหลดจำลองหมายเลข 2

ภาพที่ 5.1 ก-ข แสดงภาพส่วนหน้าของโหลดจำลองหมายเลข 1-2

1.3.3 เขียนแบบโหลจําลองหมายเลข 1-2 ดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 ภาพแสดงโครงสร้างส่วนประกอบและขนาดของโหลจําลองหมายเลข 1-2

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่กราฟิก นักศึกษาที่ช่วยผลิตโหลจําลองหมายเลข 1-2

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต** ครอบคลุมวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

2.2.1 **วัสดุ** ได้แก่ (1) สายไฟฟ้า 1×0.5 Sqmm. VSF (2) ตะกั่วบัดกรี และ (3) แผ่น พี.วี.ซี หนา 4 มิลลิเมตร

2.2.2 **อุปกรณ์** ได้แก่ (1) ทอกเกิ้ลสวิทช์ (2) สวิตช์ปุ่มกด (3) ชุดหลอด LED (4) ไขควงไขส และ (5) อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบโหลจําลอง

2.3 **เตรียมเครื่องมือการผลิต** ได้แก่ คัดเตอร์ เลื่อยตัดเหล็ก ตะไบ ส่วนไฟฟ้า บรรทัดเหล็ก ชุดเครื่องมือประจำตัวช่างไฟฟ้า และ เครื่องมือสร้างภาพวงจรบนแผ่น พี.วี.ซี

3. ขั้นตอนการผลิต

3.1 **เตรียมส่วนหน้าและส่วนหลังของโหลจําลอง** ตัดแผ่น พี.วี.ซี ให้ได้ขนาดตามแบบและจำนวนตามปริมาณที่ต้องการ

3.2 **สร้างภาพวงจรบนแผ่น พี.วี.ซี ส่วนหน้า** ด้วยการนำซิลิโคนวงจรควบคุมด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และจุดต่อสายอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้ (1) โหลจําลองหมายเลข 1 วงจรสตาร์ทตรง ดังภาพที่ 5.1 ก (2) โหลจําลองหมายเลข 2 วงจรกลับทางหมุน ดังภาพที่ 5.1 ข

3.3 **ติดตั้งอุปกรณ์ อินพุตเอาต์พุต** บนส่วนหน้าของโหลจําลอง ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ

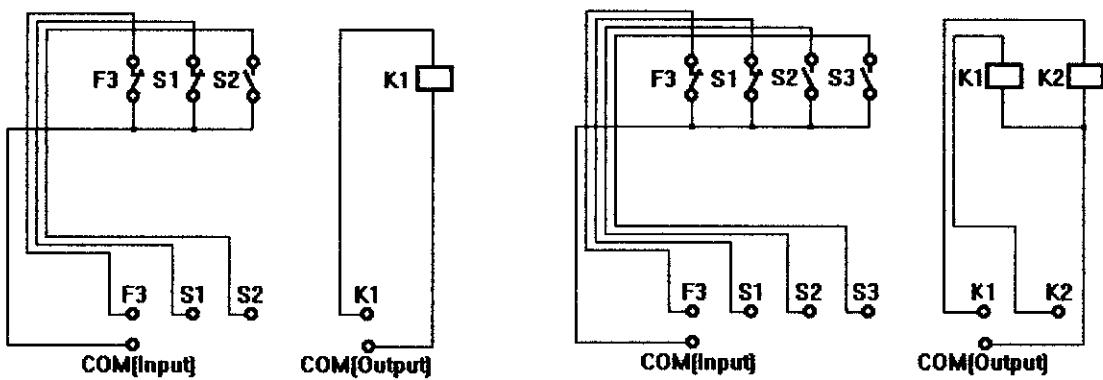
3.4 **เดินสายวงจรไฟฟ้า** ตาม Wiring Diagram ดังภาพที่ 5.3 ก-ข ใช้การบัดกรีเชื่อมสายไฟฟ้ากับจุดต่อสายทุกจุด

3.5 **สร้างชิ้นส่วนของส่วนประกอบ** ได้แก่ ขายึดแผ่น พี.วี.ซี ส่วนหน้าและส่วนหลังเข้าด้วยกัน

3.6 **ประกอบโหนดจำลอง** ประกอบชิ้นส่วนของส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันตามแบบ
 ชันเป็นเกลียวที่ใช้ยึดส่วนประกอบให้แน่น

3.7 **ตรวจสอบการทำงาน** ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ด้วยมัลติมิเตอร์
 เพื่อเป็นหลักประกันความถูกต้องและความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ รวมถึงตรวจสอบการยึดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ให้
 มั่นคงแข็งแรง

3.8 **ทดสอบการทำงาน** ด้วยการใช้ในสถานการณ์เดียวกับการใช้เผชิญประสบการณ์ เพื่อหา
 จุดบกพร่องแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข



(ก) Wiring Diagram โหนดจำลองหมายเลข 1

(ข) Wiring Diagram โหนดจำลองหมายเลข 2

ภาพที่ 5.3 Wiring Diagram โหนดจำลองหมายเลข 1-2

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และเทคโนโลยีทางการศึกษา ด้านความ
 ตรงกับเนื้อหาสาระ ความเหมาะสมกับการใช้ในการเรียนการสอน คุณภาพของโหนดจำลอง ความสะดวกใน
 การใช้งาน และ ความปลอดภัย

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ ต่อ 1 ชุด 200 บาท
2. บุคลากร 5 คน
3. วัสดุ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ สายไฟฟ้า 1 x 0.5 Sqmm. VSF ตะกั่วบัดกรี และ แผ่น พี.วี.ซี
4. อุปกรณ์ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ ทอกเกิ้ลสวิทช์ สวิตช์ปุ่มกด หลอด LED ไขควงไฟฟ้า และ
 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบโหนดจำลอง
5. เครื่องมือ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ คัตเตอร์ เลื่อยตัดเหล็ก ตะไบ สว่านไฟฟ้า บรรทัดเหล็ก
 ชุดเครื่องมือประจำตัวช่างไฟฟ้า และ เครื่องมือสร้างภาพวงจร

แผนเผชิญประสพการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสพการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสพการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์		เวลา 2 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การศึกษาการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมาย และ อธิบายส่วนประกอบ การทำงาน ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
2. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง

ประสพการณ์และบริบท

1. ประสพการณ์ที่คาดหวัง

นักศึกษ่า่านกระบวนการการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แล้ว สามารถปฏิบัติการควบคุมได้

2. บริบทและสถานการณ์

บริบท

นักศึกษาศึกษาการควบคุมวงจรกลับทางหมุน และปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ และ มุมแสดงผลงาน โดยนักศึกษาต้องเตรียมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง สายเสียบวงจร และ โหมดจำลองหมายเลข 2

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัท ให้ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ในโรงงานรีดแท่งทองแดง วงจรกลับทางหมุน สำหรับเปิดเปิดประตูควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยรูปแบบการเผชิญประสพการณ์ภาคทฤษฎีเป็นแบบเดี่ยว และ ภาคปฏิบัติเป็นแบบกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้ (1) ชมมัลติมีเดียและอ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) เตรียมการปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ดำเนินการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

สิ่งที่พึงระวังในการเผชิญประสบการณ์

1. การใช้จุดต่อสาย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่หลวมหรือชำรุด จะทำให้เกิดการลัดวงจรหรือทำให้กระแสไฟฟ้ารั่วลง โครงได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้งานตำแหน่งดังกล่าว ให้เปลี่ยนไปใช้ตำแหน่งอื่นแทน

2. การปล่อยปลายสายไฟฟ้าที่ใช้ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ไว้ตั้งแต่ 2 ปลาย ขึ้นไป มีโอกาสที่ปลายสายจะสัมผัสกันทำให้เกิดการวงจรได้ ดังนั้นการต่อสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องทำให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วจึงต่อสายไฟฟ้าเส้นอื่นต่อไป

3. การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ขณะที่กระแสไฟฟ้าจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ ดังนั้นจึงต้องปิดสวิตช์ Power ก่อนทุกครั้งที่จะเริ่มต่อสายไฟฟ้า

4. สายไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ซึ่งฉนวนเสียหายจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ และ หากฉนวนเสียหายมากกว่า 2 เส้น มีโอกาสที่ตัวนำของสายไฟฟ้าจะสัมผัสกันได้ทำให้เกิดการลัดวงจรได้ จึงไม่ควรใช้งานสายไฟฟ้าดังกล่าว

รายละเอียดการเผชิญปัญหาประเภทที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประเภทการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
9.2.1 การศึกษา การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมมเบิลคอนโทรลเลอร์	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL SDL SDL	- ส่วนประกอบของการควบคุม - ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินฝึก สาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิลคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- ซีดี คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินฝึก สาระสำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
9.2.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร กลับทางหมุนด้วย โปรแกรมนเมเบิ้ล-คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรกลับทางหมุน	1.1 จัดทำโปรแกรมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดทำโหนดจำลอง หมายเลข 2	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิสตดู อุปกรณ์	- โปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรลเลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 2	- โต๊ะ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรกลับทางหมุน	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเบิ้ล-คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรลเลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 2 - ประมวลตราะ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		3.4 คู่มือโปรแกรมเอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 2 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมมเบรคคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 9.4 ในประมวลสาระ 3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 2	PDL					
		3.6 ตรวจสอบการทำงานของ คู่มือโปรแกรมเอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 2	PDL					
		3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้โหลด จำลองหมายเลข 2	PDL					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ตั้งอำนาจ ความสะดวก	การ ประเมิน
	4. รายงานผล การปฏิบัติงาน การควบคุม วงจรกลับทางหมุน	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล 4.4 ทำแบบฝึกหัด	PDL TDL/PDL TDL/PDL SDL		- ห้องเรียน - มุมแสดง ผลงาน	- โปรแกรมเม- เบดคอนโทรล- เลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 2 - ประมวลผล	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน - จากการทำแบบ ฝึกหัด

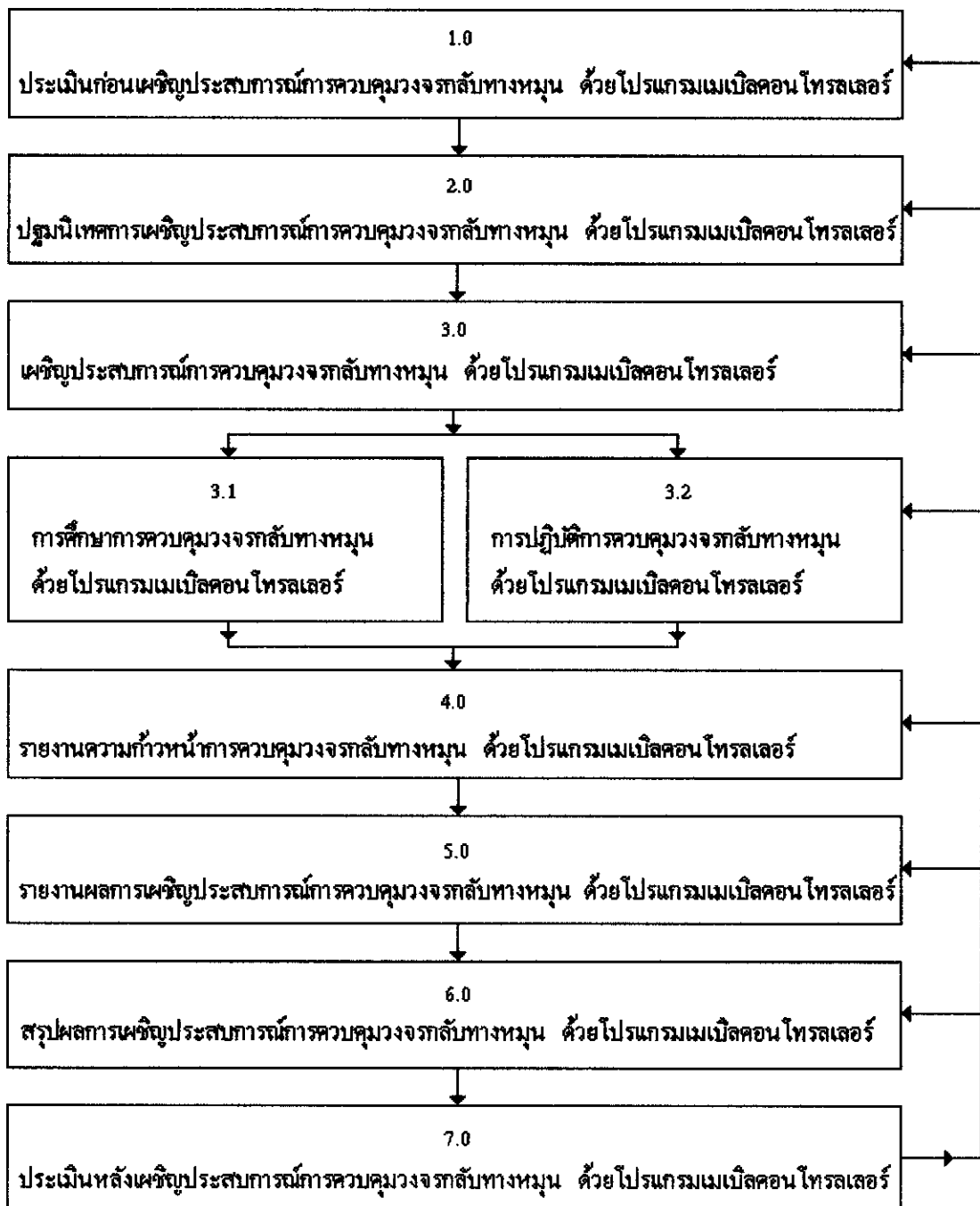
แผนกำกับประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายอุทัย สุมามาลย์ จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ลำดับ ที่	กิจกรรม / การกิจ	สื่อ	สถานที่	เวลา (นาที)
1	ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ - ทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20
2	ปฐมนิเทศประสบการณ์ 2.1 วัตถุประสงค์ 2.2 ประสบการณ์ 2.3 บริบท/สถานการณ์ 2.4 ขั้นตอนการหาประสบการณ์ 2.5 สื่อ / วัสดุ-อุปกรณ์ 2.6 การประเมิน	- สไลด์คอมพิวเตอร์	- ห้องเรียน	10
3	เผชิญประสบการณ์ 3.1 การศึกษาการควบคุมวงจร กลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ 3.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร กลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	- มัลติมีเดีย - สไลด์คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ - โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 2	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ - มุมวัสดุ อุปกรณ์ - มุมแสดง ผลงาน	25 30
4	รายงานความก้าวหน้า		- ห้องเรียน	5
5	รายงานผลการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
6	สรุปการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
7	ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20

เส้นทางการเรียน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง
 ประสบการณ์รองที่ 9.2.1 – 9.2.2 จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1



แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 9.2.1	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดีย เรื่อง “ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มี 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าและควบคุมทิศทางการหมุน อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุม ประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา และ โอเวอร์โวลติจ์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ควบคุมการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา และ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ควบคุมการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. หนังสือระบบควบคุมมอเตอร์
3. หนังสือการควบคุมมอเตอร์

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจื่อนใจ พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา** ที่มีความเหมาะสมกับวิธีการให้ความรู้ด้วยมัลติมีเดีย เลือก เนื้อหาสาระจากประมวลสาระตอนที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เรื่องที่ 9.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.4 **ร่างข้อความ ภาพ และเสียง**

1.5 **ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย**

1.6 **เขียนบท** กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำภาพและข้อความ**

3.2 **บันทึกเสียง**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม**

3.5 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวเรื่อง (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 9.2.1	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง. ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

1. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของแลคเกอร์ไคอะแกรมได้ถูกต้อง
2. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการเขียนโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง
3. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้ (1) ลำดับขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเกอร์ไคอะแกรม การทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรกลับทางหมุนที่กำหนดไว้ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ตามตำแหน่งที่กำหนด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada
3. หนังสือ Operation Manual Omron Sysmac C20P/C28P/C40P

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนการเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดภาพและข้อความ** ได้แก่ ภาพและข้อความที่ใช้ประกอบการนำเสนอ ให้มีความสอดคล้องกัน และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่นำเสนอ

1.4 **ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์** ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.5 เขียนบท

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำข้อความและภาพกราฟิก**

3.2 **ตกแต่งภาพ**

3.3 **สร้างการนำเสนอ**

3.4 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวข้อเรื่อง และ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 9.2.2	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

เรื่อง. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดีย เรื่อง “การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอน คือ (1) ต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ และ (2) ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลด และหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 รวบรวมข้อมูล ภาพ และเสียง

1.4 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.5 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ชั้นเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ชั้นดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ชั้นการประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้อง ความคมชัดของตัวอักษร และขนาดของตัวอักษร (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

ชุดประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 9
การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

โดย
อูทัย สุมามาลย์

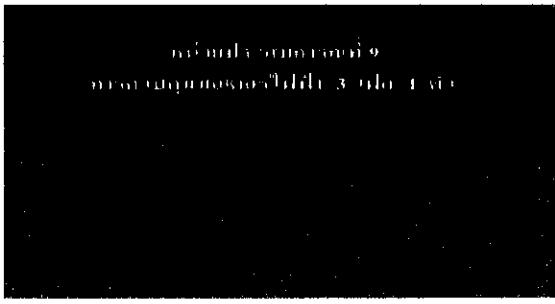
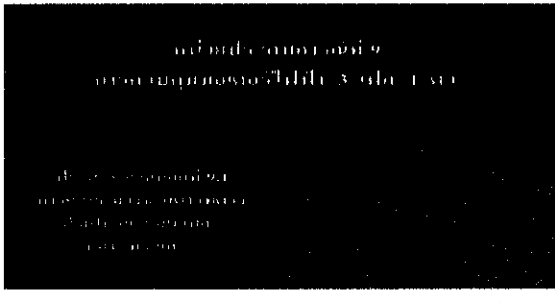
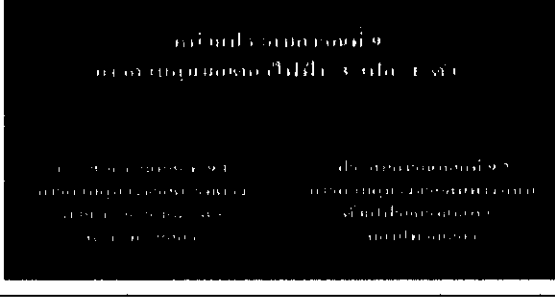
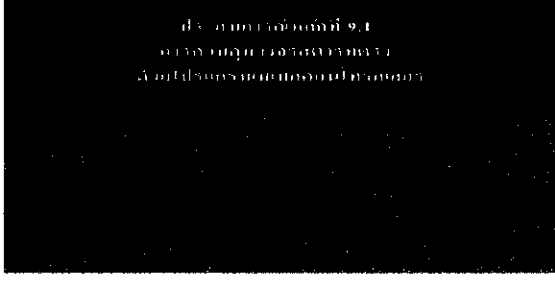
แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

วิทยาลัยเทคนิคน่าน
กระทรวงศึกษาธิการ

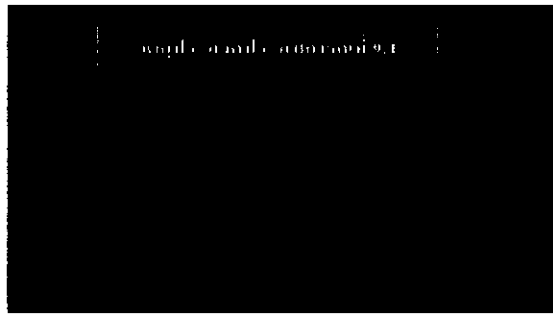
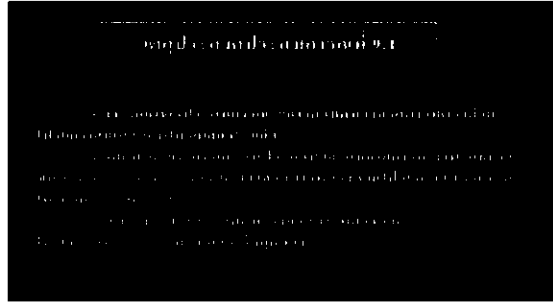
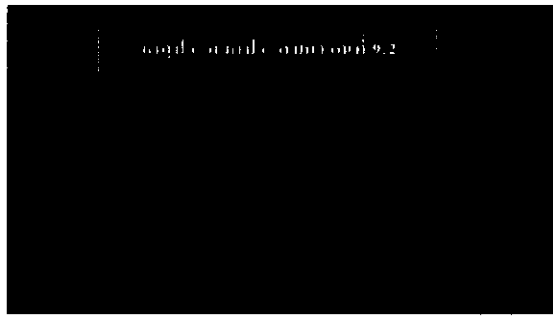
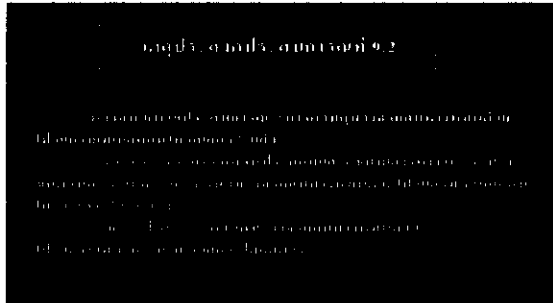

บทสไลด์คอมพิวเตอร์





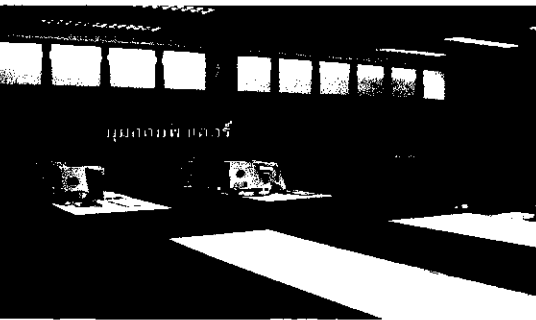
สำหรับปฐมนิเทศ

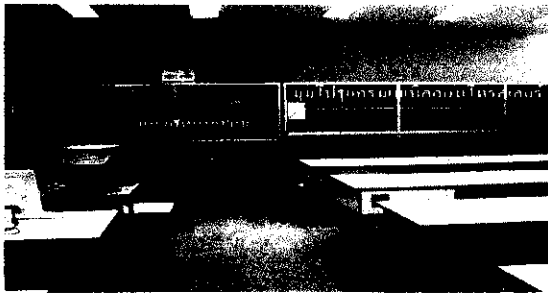
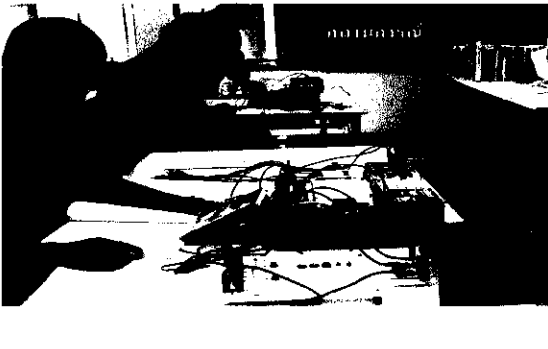
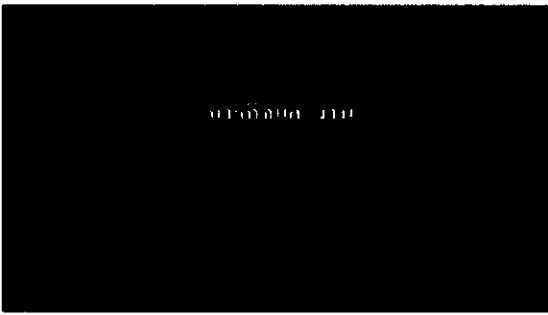
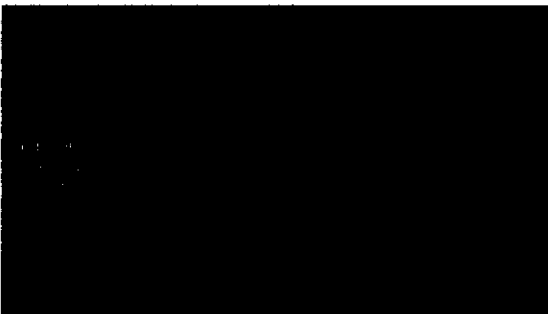
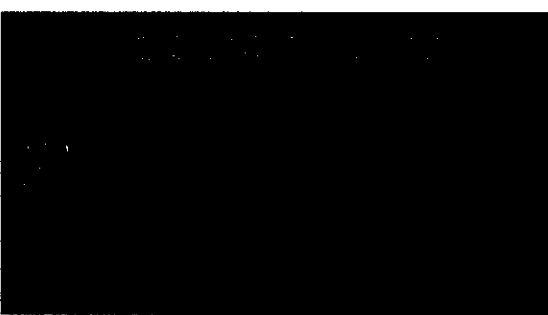
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

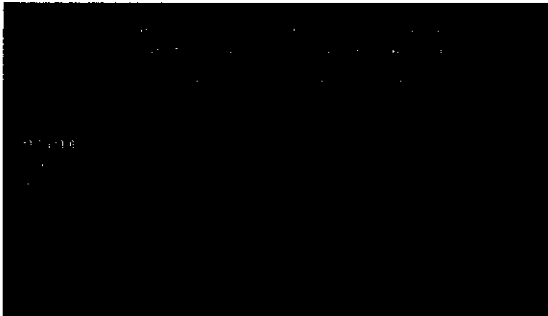




ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง	FI คนตรีประจำรายการ ↑ ↓ FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์	
	CG ₂ - ปฐมนิเทศ	
	CG ₃ - หน่วยประสบการณ์ที่ 9	
	CG ₄ - การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว	
2	 <p>หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 1 ตัว</p>	หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว มี 2 ประสบการณ์หลัก ได้แก่
	 <p>หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 1 ตัว</p> <p>ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรถูกตั้งตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรถูกตั้งตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	 <p>หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 1 ตัว</p> <p>ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรถูกตั้งตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถูกตั้งตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถูกตั้งตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
3	 <p>ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรถูกตั้งตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	ประสบการณ์หลักที่ 9.1 มี 2 ประสบการณ์รอง ได้แก่

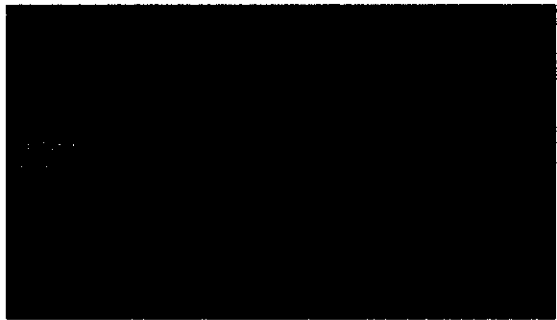




ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.1 การถว้บญุ่บวกรตบเรทตบเร เจตต์ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p> <p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.1.1 บวกรตบเรทตบเร บวกรตบเรทตบเร ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p>	<p>ประสบการณ้รตบเรที่ 9.1.1 การศ้บการการควบคุมวจรศตบเรทตบเร ค้บยป้บรคตบเรมเบบคตบเรทตบเรเลอระ</p>
	<p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.1 การถว้บญุ่บวกรตบเรทตบเร เจตต์ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p> <p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.1.1 บวกรตบเรทตบเร บวกรตบเรทตบเร ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p> <p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.1.2 บวกรตบเรทตบเร บวกรตบเรทตบเร ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p>	<p>ประสบการณ้รตบเรที่ 9.1.2 การป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร ค้บยป้บรคตบเรมเบบคตบเรทตบเรเลอระ</p>
4	<p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.2 การถว้บญุ่บวกรตบเรทตบเร เจตต์ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p>	<p>ประสบการณ้ลค้กที่ 9.2 มบ่ 2 ประสบการณ้รตบเร ค้บค้</p>
	<p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.2 การถว้บญุ่บวกรตบเรทตบเร เจตต์ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p> <p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.2.1 บวกรตบเรทตบเร บวกรตบเรทตบเร ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p>	<p>ประสบการณ้รตบเรที่ 9.2.1 การศ้บการการควบคุม วจรคค้บทตบเรทตบเร ค้บยป้บรคตบเรมเบบคตบเรทตบเรเลอระ</p>
	<p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.2 การถว้บญุ่บวกรตบเรทตบเร เจตต์ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p> <p>ป.ร. สบถารเจตต์ที่ 9.2.2 บวกรตบเรทตบเร บวกรตบเรทตบเร ป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร</p>	<p>ประสบการณ้รตบเรที่ 9.2.2 การป้บยกรบมบ่กคตบป้บรคตบเร วจรคค้บทตบเรทตบเร ค้บยป้บรคตบเรมเบบคตบเรทตบเรเลอระ</p>

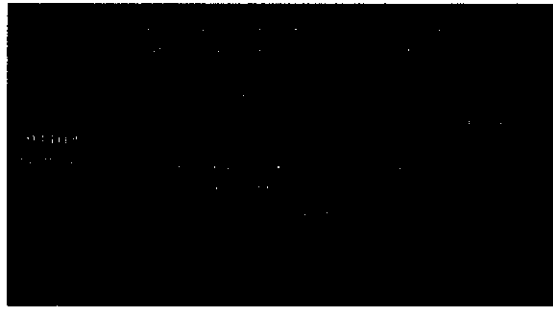


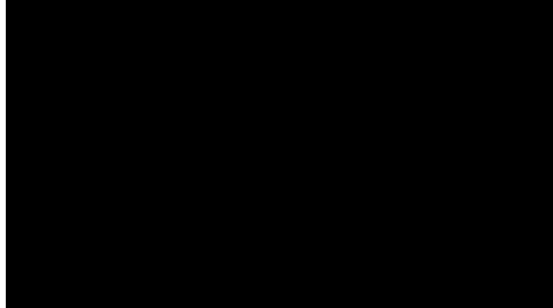
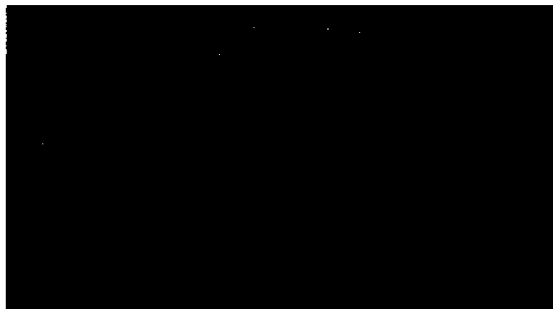
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
5		วัตถุประสงค์ประเมินผลที่ 9.1
		(1) นักศึกษาสามารถบอก ส่วนประกอบ และอธิบายการทำงาน (2) อธิบายขั้นตอนการควบคุม (3) ปฏิบัติการควบคุม ในงานควบคุม วงจรสาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิล-คอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
6		วัตถุประสงค์ประเมินผลที่ 9.2
		(1) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบ และอธิบายการทำงาน (2) อธิบาย ขั้นตอนการควบคุม (3) ปฏิบัติการ ควบคุม ในงานควบคุมวงจรกลับ ทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
7		บริบทและสถานการณ์





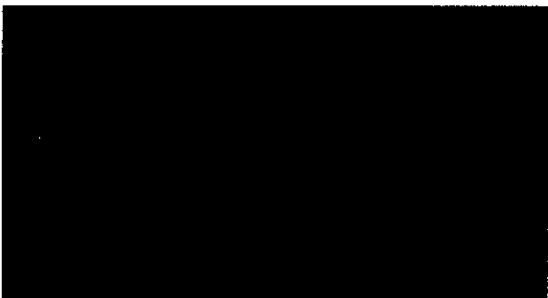
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
8	<p>ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> 	ห้องเรียน ได้แก่ ห้องเรียนการควบคุมด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
9	<p>ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> 	
10	<p>มุมหนังสือ</p> 	มุมหนังสือ
11	<p>มุมแสดงผลงาน</p> 	มุมแสดงผลงาน
12	<p>มุมคอมพิวเตอร์</p> 	มุมคอมพิวเตอร์



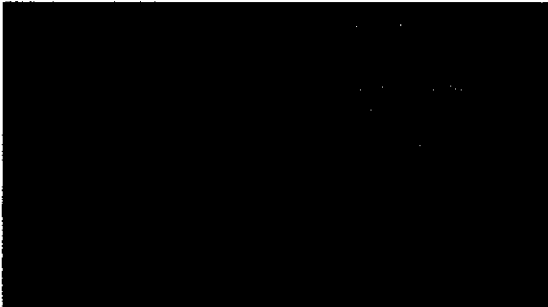
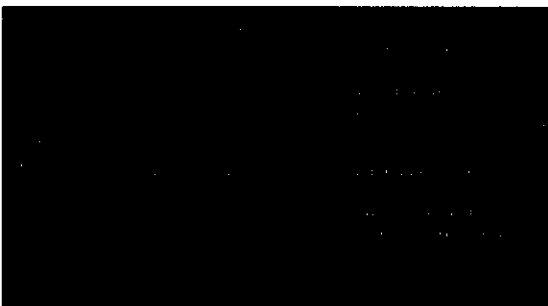

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
13		<p>มุมมองอุปกรณ์ มุมมองโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
14		<p>สถานการณ์ นักศึกษาในฐานะเป็นช่าง ไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิล จำกัดทำหน้าที่ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ ไฟฟ้า 1 ตัว วงจรสตาร์ทตรงสำหรับ พัฒนาขยายอากาศ และวงจรกลับทาง หมุนสำหรับเปิดเปิดประตู ควบคุมด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
15		<p>นักศึกษาจึงต้องเข้ารับการเรียนรู้ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อนำ ความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุ วัตถุประสงค์ โดยมีภารกิจและงาน ดังนี้</p>
16		<p>ภารกิจประสบการณ์หลักที่ 9.1 ประกอบด้วย</p>
		<p>ศึกษาเรื่องความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>

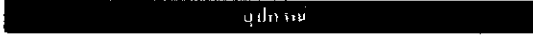
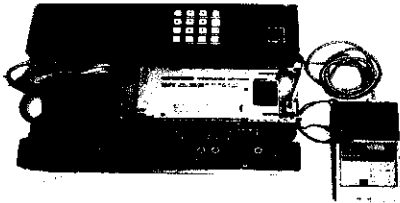

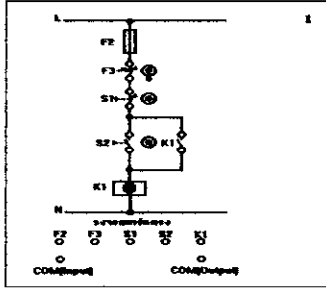
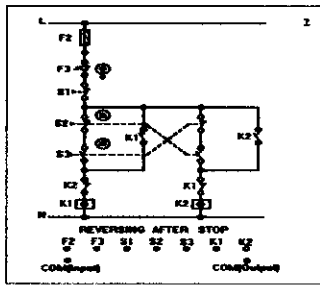
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ดำเนินการควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



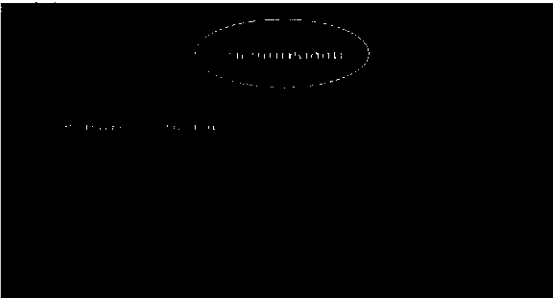
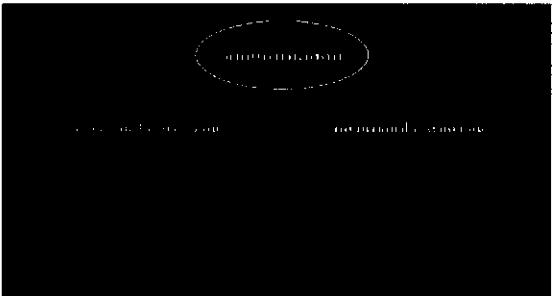
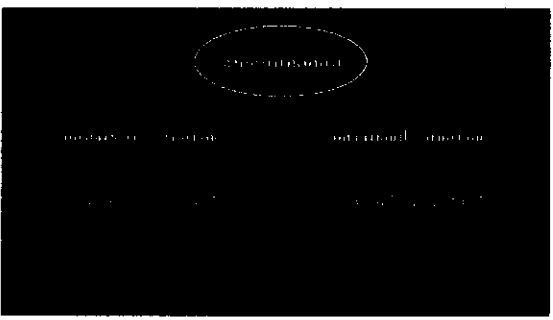
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
17		ภารกิจประสบการณ์หลักที่ 9.2 ประกอบด้วย
		ศึกษาเรื่องความหมาย และส่วนประกอบ ของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ศึกษาเรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

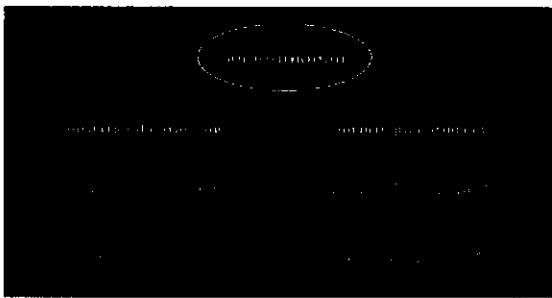
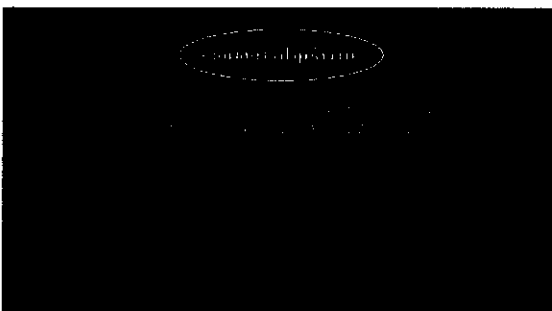
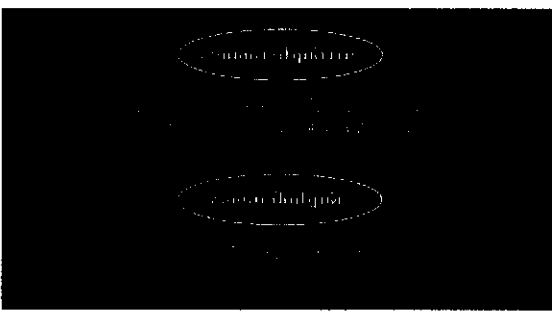
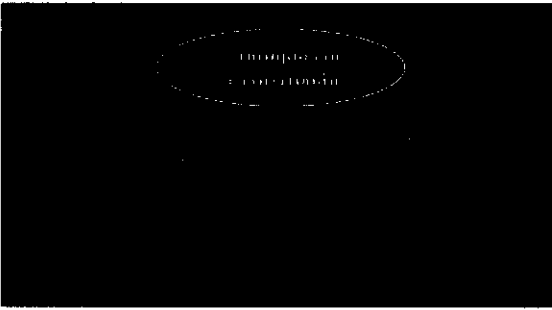
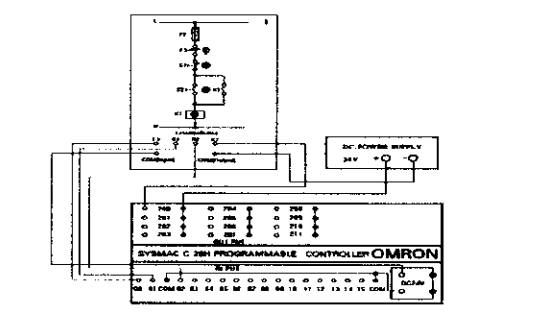
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		คำเนิมนการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
18		สื่อ และ วัสดุอุปกรณ์
19		สื่อประสพการณ์หลักที่ 9.1 ได้แก่
		มัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบ ของการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		สไลด์คอมพิวเตอร์เรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ประมวลสาระเรื่อง การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		มัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		โหลดจำลองหมายเลข 1
20		สื่อประสบการณ์หลักที่ 9.2 ได้แก่

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		มัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ประมวลสาระเรื่อง การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		สไลด์คอมพิวเตอร์เรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		มัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		โหลดจำลองหมายเลข 2

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
21	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์</p> 	อุปกรณ์ที่ใช้เผชิญประสบการณ์ ได้แก่
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์</p>  <p style="text-align: center;">โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
22	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์</p>  <p style="text-align: center;">แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 VDC</p>	แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V
23	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์</p> <p>โหลดจำลอง หมายเลข 1</p> 	โหลดจำลองหมายเลข 1
24	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์</p> <p>โหลดจำลอง หมายเลข 2</p> 	โหลดจำลองหมายเลข 2

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
25	 <p data-bbox="592 613 715 638">หางเสียบวงจร</p>	วัสดุที่ใช้ ได้แก่ หางเสียบวงจร
26	 <p data-bbox="624 808 746 833">หางเสียบวงจร</p>	การประเมิน
27	 <p data-bbox="624 1077 746 1102">หางเสียบวงจร</p>	จากแบบทดสอบ ก่อนเผชิญประสบการณ์
	 <p data-bbox="624 1408 746 1433">หางเสียบวงจร</p>	และ หลังเผชิญประสบการณ์
	 <p data-bbox="624 1740 746 1765">หางเสียบวงจร</p>	เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี แบบ คู่ขนาน ก่อนเผชิญประสบการณ์ จำนวน 10 ข้อ และหลังเผชิญ ประสบการณ์ จำนวน 10 ข้อ



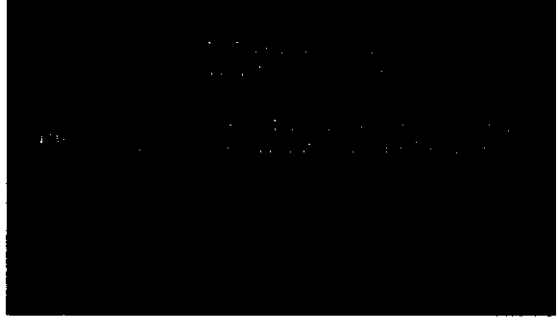
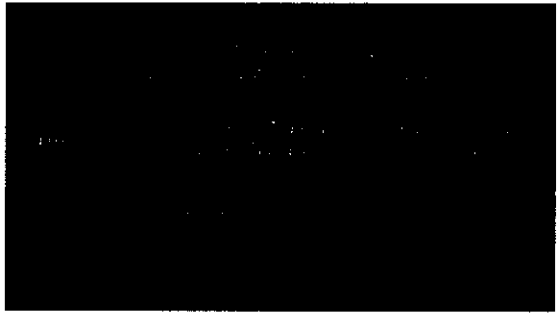
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ ก่อนเผชิญประสบการณ์ จำนวน 1 ข้อ และหลังเผชิญประสบการณ์ จำนวน 1 ข้อ</p>
28		<p>จากผลการปฏิบัติงาน ประเมินผลเป็น รายกลุ่ม ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน และหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ ที่กำหนด</p>
		<p>จากแบบฝึกปฏิบัติ ในคู่มือเผชิญประสบการณ์</p>
29		<p>จากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ได้แก่ ความรับผิดชอบ การทำงานเป็นทีม การแสดงความคิดเห็น ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ และ การมีทักษะในการ แก้ปัญหา</p>
30		<p>ขอเชิญนักศึกษาเข้าสู่ การเผชิญประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 ได้แล้วครับ</p>

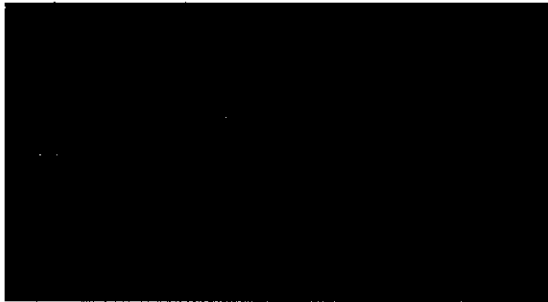

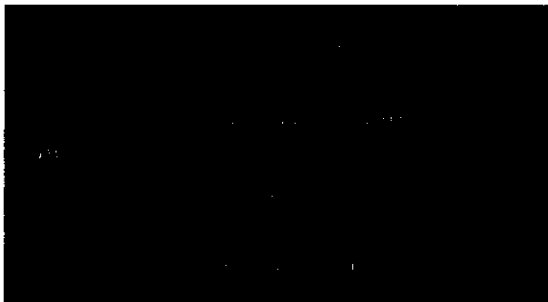
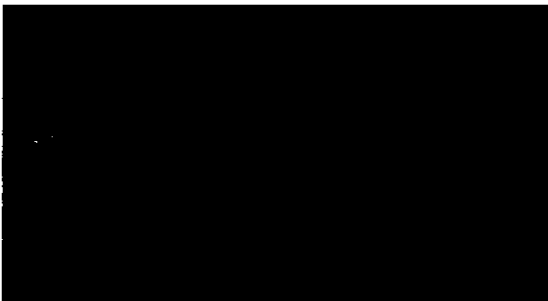
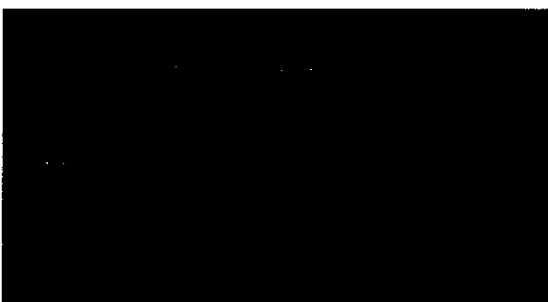
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
31	พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - พลิต โดย	
	CG ₂ - อุทัย สุมาลย์	
	CG ₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน	

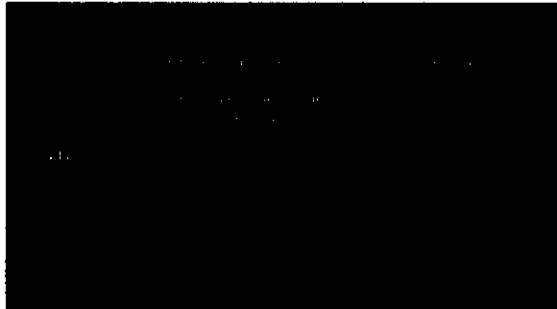


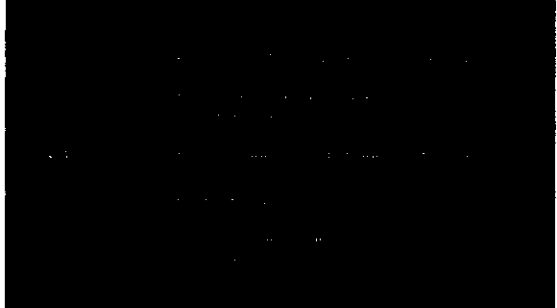

บทสไลด์คอมพิวเตอร์


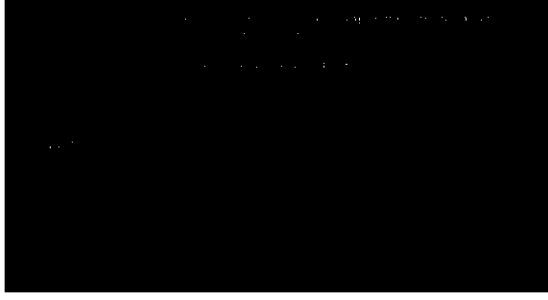
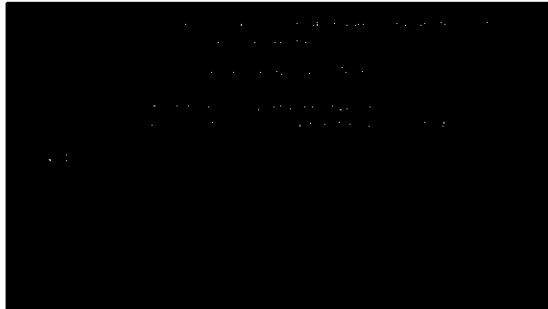
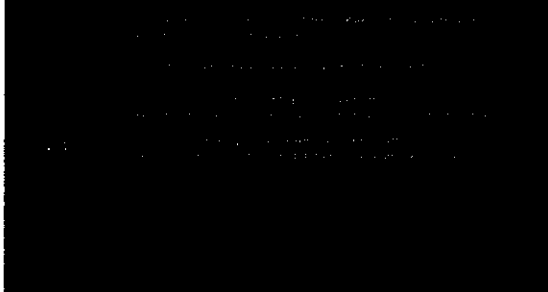
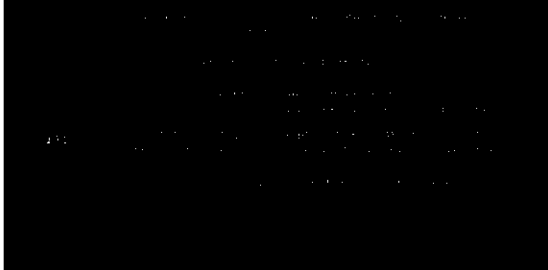
สำหรับปฐมนิเทศ เชื่อมโยงจากภารกิจของประสบการณ์หลักที่ 9.1



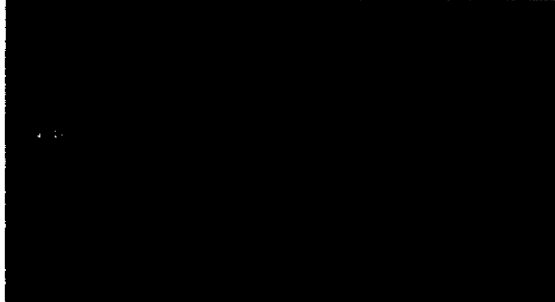

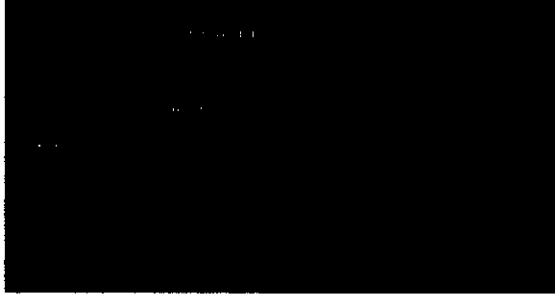
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

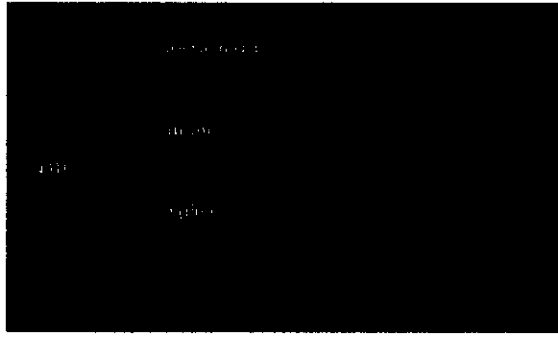
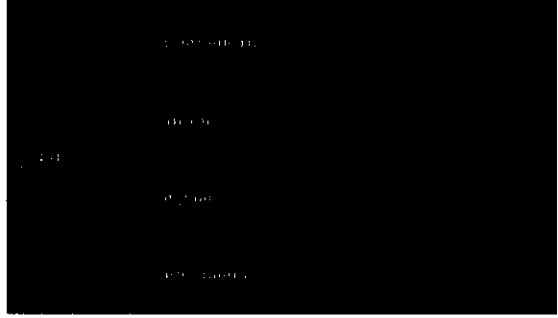
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1		มีงานดังนี้
		ชมวีดิทัศน์เรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		จัดหา แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		จัดหาสายเคเบิลวงจร
		จัดหาหลอดจำลองหมายเลข 1
4		มีงานดังนี้
		ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

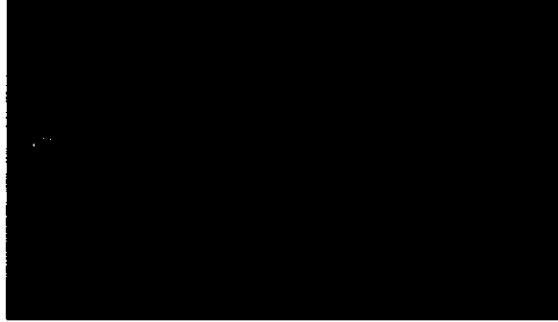
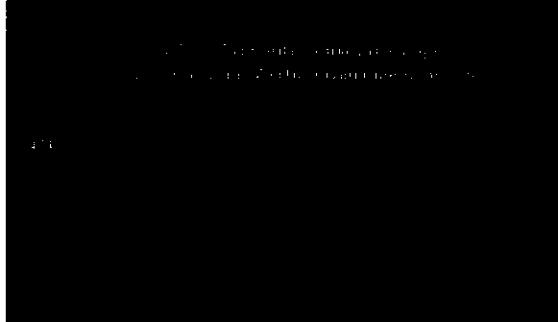
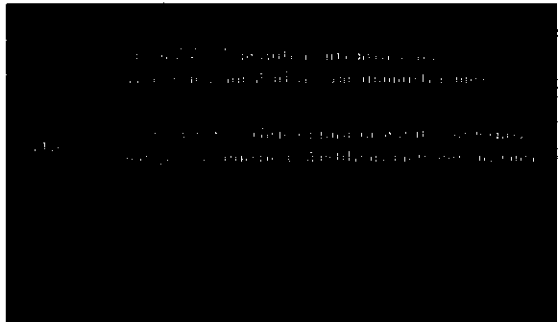
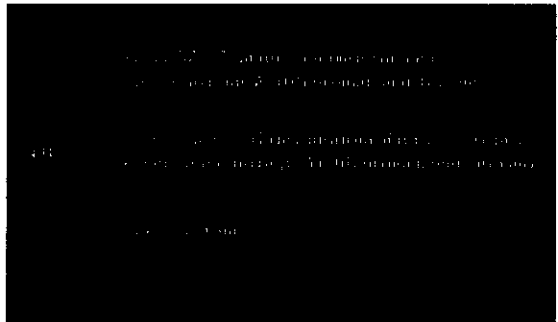
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		ตรวจสอบสายเคเบิลวงจร
		ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 1
5		มีงานดังนี้



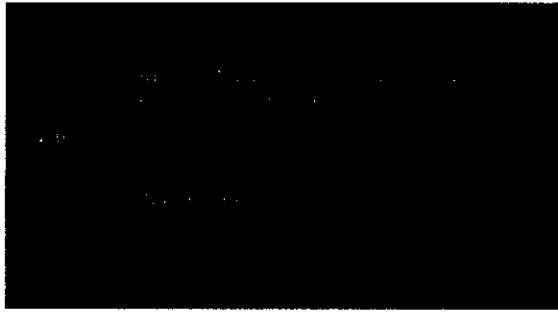


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>นมมีลคิมิเคียวเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ใช้คำสั่งที่กำหนดให้</p>
		<p>ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์อินพุต ของโหนดจำลองหมายเลข 1 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่กำหนดให้</p>
		<p>ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 1 เข้ากับจุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่กำหนดให้</p>
		<p>ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัว ของโหนดจำลองหมายเลข 1</p>

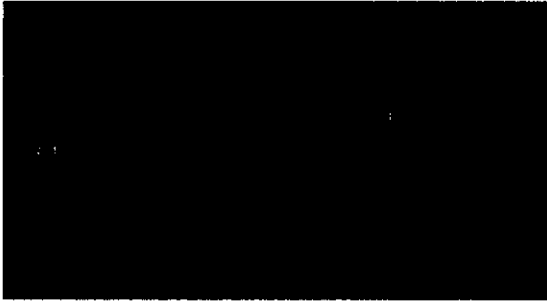


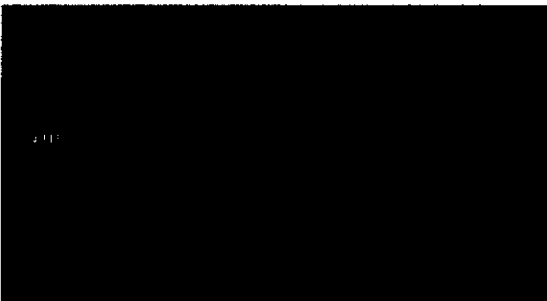

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบการทำงาน ของอุปกรณ์แฮ็คทูต ของโหลคจำลองหมายเลข 1
		ตรวจสอบการทำงาน ของโปรแกรมควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้โหลคจำลองหมายเลข 1
6		มีงานดังนี้
		นำเสนอผลงาน
		วิพากษ์งาน

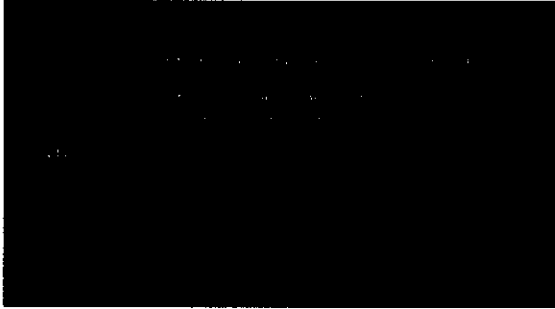

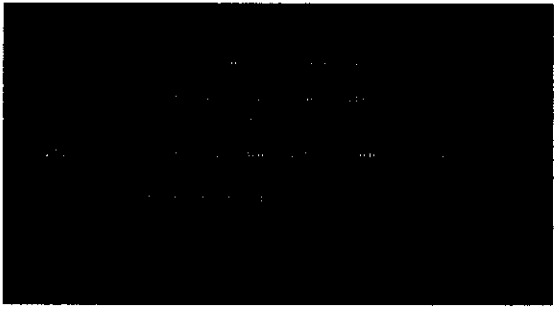
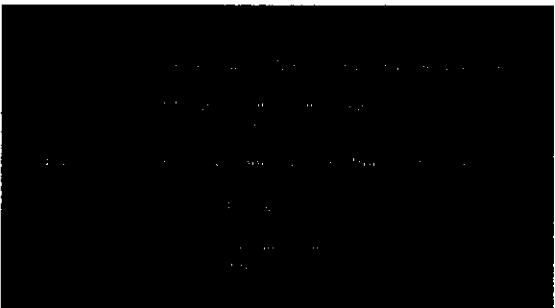

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		สรุปผลการปฏิบัติงาน
		ทำแบบฝึกหัด



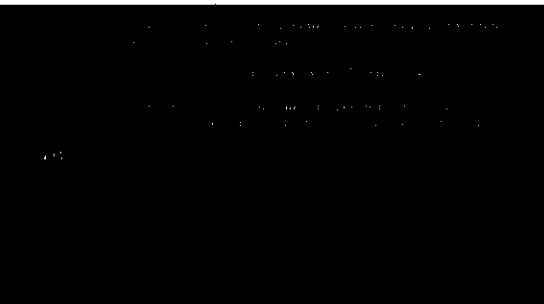
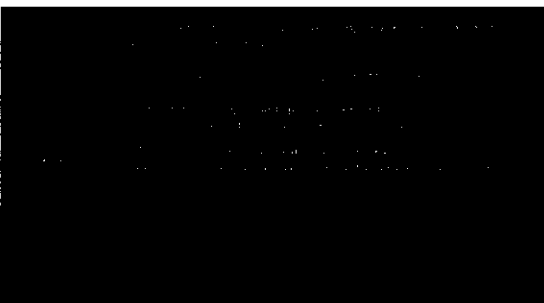
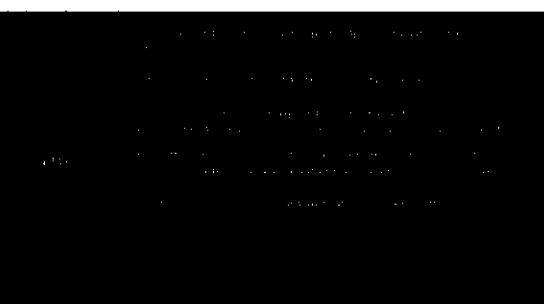
บทสไลด์คอมพิวเตอร์
สำหรับปฐมนิเทศ เชื่อมโยงจากภารกิจของประสบการณ์หลักที่ 9.2
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

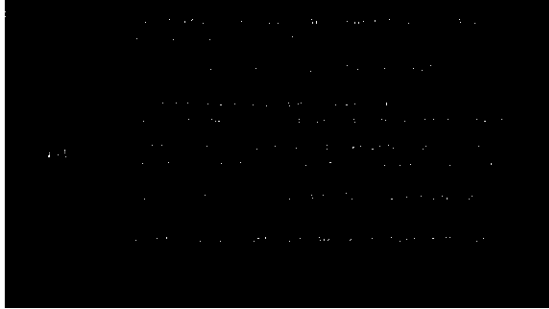

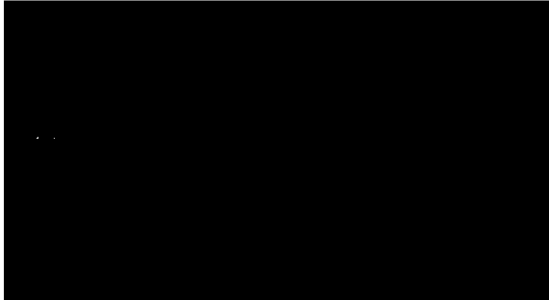

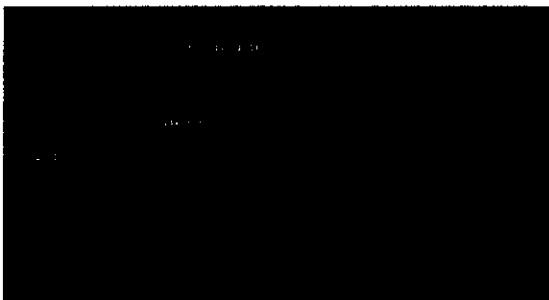
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1		มีงานดังนี้
		ชมวีดิทัศน์เรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ทักสาระสำคัญ


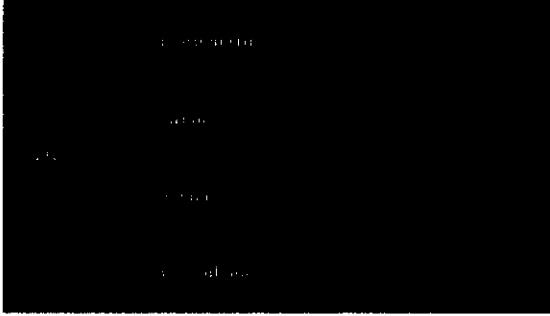
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
2		มีงานดังนี้
		ฟังบรรยายเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ
3		มีงานดังนี้
		จัดทำโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		จัดหา แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		จัดหาสายเคเบิลวงจร
		จัดหาโหนดจำลองหมายเลข 2
4		มีงานดังนี้
		ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

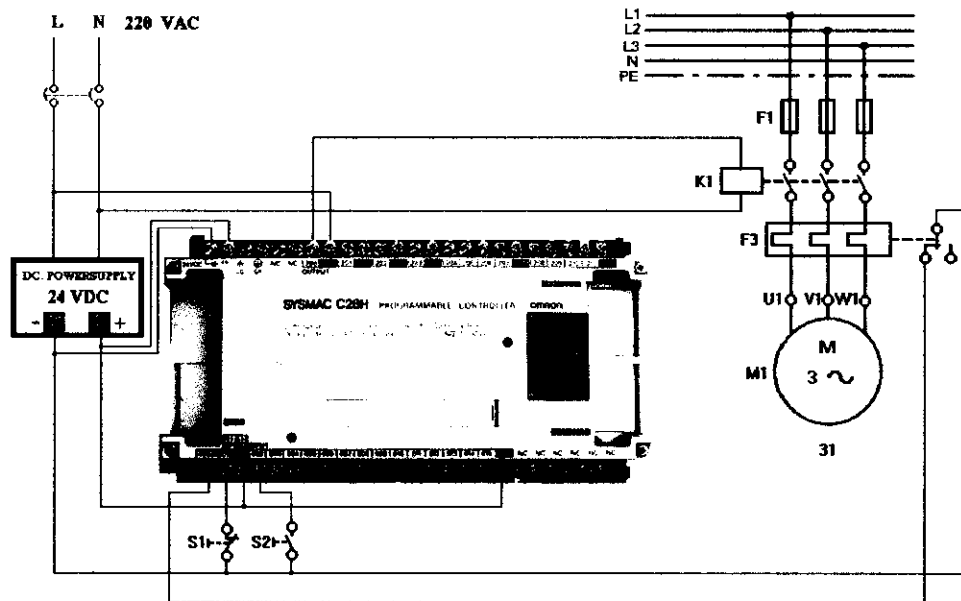
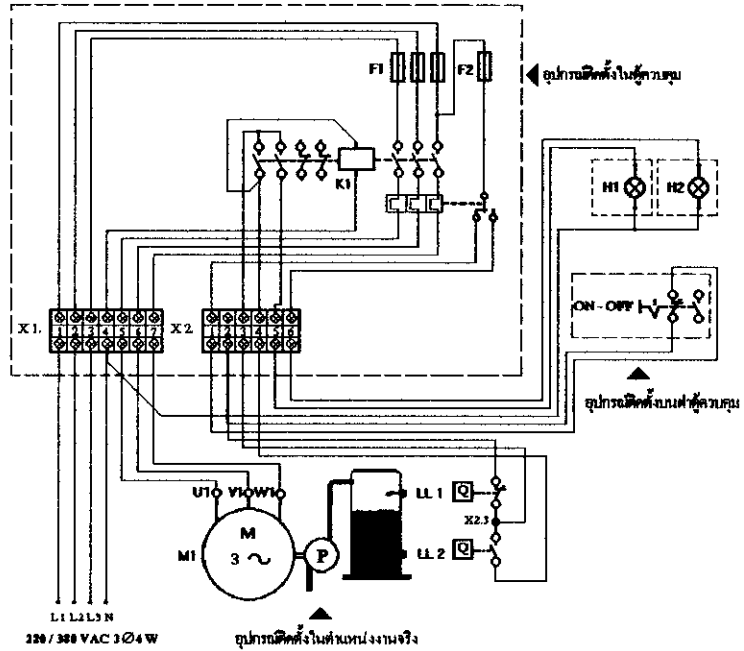
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		ตรวจสอบสายเสียบวงจร
		ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของ โหลดจำลองหมายเลข 2
5		มีงานดังนี้

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสี่ยง
		<p>ขมมักคิมมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินเทอร์เน็ต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>เขียน โปรแกรมควบคุม วงจรกลับทางหมุน ใช้คำสั่งที่กำหนดให้</p>
		<p>ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์อินเทอร์เน็ต ของโหนดจำลองหมายเลข 2 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินเทอร์เน็ตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่กำหนดให้</p>
		<p>ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์แฮดทูท ของโหนดจำลองหมายเลข 2 เข้ากับจุดต่อหน่วยแฮดทูทของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่กำหนดให้</p>
		<p>ตรวจสอบการทำงาน ของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตทุกตัว ของโหนดจำลองหมายเลข 2</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>ตรวจสอบการทำงาน ของอุปกรณ์เอาต์พุตทุกตัว ของโหนดจำลองหมายเลข 2</p>
		<p>ตรวจสอบการทำงาน ของโปรแกรมควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้โหนดจำลองหมายเลข 2</p>
6		<p>มีงานดังนี้</p>
		<p>นำเสนอผลงาน</p>
		<p>วิพากษ์งาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		สรุปผลการปฏิบัติงาน
		ทำแบบฝึกหัด

ประมวลสาระหน่วยที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว



อุทัย สุมาลย์
วิทยาลัยเทคนิคน่าน

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คำนำ

ประมวลสาระนี้เป็นสื่อหลักของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว เนื้อหาสาระมี 2 ตอน ประกอบด้วย (1) ตอนที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ตอนที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ผู้จัดทำมีความเชื่อมั่นว่าการนำเสนอเนื้อหาสาระที่ถูกต้องและเป็นขั้นตอนจากง่ายไปหายากจะนำไปสู่ผลสำเร็จตามความคาดหมาย คือ ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น และทำให้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้จัดทำได้อ้างอิงโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron เป็นหลัก เนื่องจากเป็นยี่ห้อที่มีใช้งานอย่างแพร่หลายในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ขอขอบคุณเจ้าของหนังสือ ตำรา เอกสาร แหล่งเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับโอกาสฝึกอบรมเพิ่มเติมความรู้ และ วิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่มีส่วนให้ประมวลสาระนี้สำเร็จเป็นรูปเล่ม

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันเกิดจากประมวลสาระเล่มนี้ ผู้จัดทำขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณ และ ครูอาจารย์ทุกท่าน ชื่อบกพร่องใด ๆ ที่อาจมี ผู้จัดทำขอน้อมรับและยินดีรับฟังคำติชมด้วยความเคารพยิ่ง

อุทัย สุมาบาลย์

คำชี้แจงการใช้ประมวลสาระ

การใช้งานประมวลสาระหน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับ (1) ครูผู้สอนต้องใช้ตามขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ รายละเอียดการเผชิญประสบการณ์ ร่วมกับสื่อเสริมประจำหน่วยประสบการณ์ ได้แก่สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย ชุดจำลองสถานการณ์โหลดจำลองหมายเลข 1-2 (2) ผู้เรียนใช้ในการเรียนปกติตามขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ และรายละเอียดการเผชิญประสบการณ์ร่วมกับแบบฝึกปฏิบัติ และสื่อเสริม เนื้อหาสาระมีการเรียงตามลำดับจากง่ายไปหายาก มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ผู้จัดทำหวังว่าประมวลสาระนี้จะเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ครูผู้สอน ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น

อุทัย สุมาลย์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	231
คำชี้แจงการใช้ประมวลสาระ.....	232
สารบัญตาราง.....	235
สารบัญภาพ.....	236
แผนผังแนวคิดประมวลสาระหน่วยที่ 9.....	237
ประมวลสาระหน่วยที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว.....	238
เค้าโครงเนื้อหา.....	238
แนวคิด.....	238
วัตถุประสงค์.....	239
ตอนที่ 9.1 การควบคุมวงจrstาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	240
หัวเรื่อง.....	240
แนวคิด.....	240
วัตถุประสงค์.....	241
เรื่องที่ 9.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจrstาร์ตรง	
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	242
ความหมายของการควบคุมวงจrstาร์ตรง.....	242
ส่วนประกอบของการควบคุมวงจrstาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	242
เรื่องที่ 9.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจrstาร์ตรง ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	246
การเขียนโปรแกรม.....	246
การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต.....	248
การตรวจสอบการทำงาน.....	249
ตอนที่ 9.2 การควบคุมวงจรถับทางหมุน ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	251
หัวเรื่อง.....	251
แนวคิด.....	251
วัตถุประสงค์.....	252
เรื่องที่ 9.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถับทางหมุน	
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	253
ความหมายของการควบคุมวงจรถับทางหมุน.....	253
ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถับทางหมุน ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์..	254

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เรื่องที่ 9.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	258
การเขียนโปรแกรม.....	258
การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต.....	261
การตรวจสอบการทำงาน.....	262

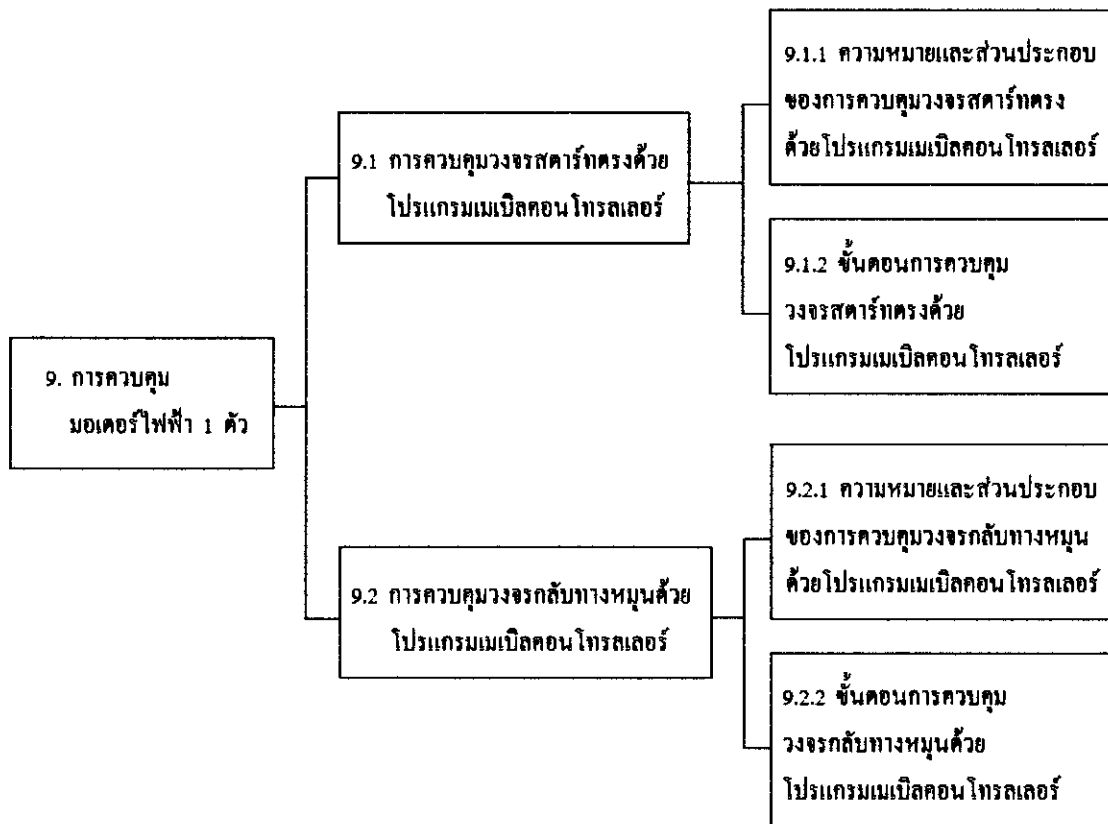
สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
9.1	ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถาร์ตตรง.....	246
9.2	คำสั่งควบคุมวงจรถาร์ตตรง.....	248
9.3	ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถาร์ตตรง.....	249
9.4	ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถกลับทางหมุน.....	258
9.5	คำสั่งควบคุมวงจรถกลับทางหมุนแบบ Reversing After Stop.....	261
9.6	ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถกลับทางหมุน.....	263

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
9.1	ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจรสตาร์ทตรง.....	243
9.2	อุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	244
9.3	อุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	245
9.4	แลคเคอร์ไคอะแกรมควบคุมวงจรสตาร์ทตรง สามารถรักษาสถานะการทำงานได้.....	247
9.5	Working Diagram ควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	248
9.6 ก - ง	แสดงวิธีการสลับสายไฟฟ้าเพื่อกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	253
9.7	ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจรกลับทางหมุน.....	255
9.8	อุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	256
9.9	อุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	257
9.10	แลคเคอร์ไคอะแกรมควบคุมการกลับทางหมุนแบบ Jogging	259
9.11	แลคเคอร์ไคอะแกรมควบคุมการกลับทางหมุนแบบ Plugging	259
9.12	แลคเคอร์ไคอะแกรมควบคุมการกลับทางหมุนแบบ Reversing After Stop	259
9.13	Working Diagram ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	262

แผนผังแนวคิดประมวลสาระหน่วยที่ 9



ประมวลสาระหน่วยที่ 9

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

เค้าโครงเนื้อหา

ตอนที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 9.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 9.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 9.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 9.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แนวคิด

1. การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดยรับแรงดันเต็มๆ และไม่มีการลดกระแสเริ่มเดิน การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากกระแสไหลเกิน อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการใช้งานเกินกำลัง และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

2. การควบคุมวงจรกลับทางหมุน เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานและหยุดทำงาน โดยการทำงานสามารถเลือกทิศทางการหมุนได้ การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าและควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากกระแสไหลเกิน อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการใช้งานเกินกำลัง และ (2) วงจรควบคุม ประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษา “การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษา “การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษา “การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษา “การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง

ตอนที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ในตอนที่ 9.1 แล้ว จึงศึกษาเนื้อหาสาระโดยละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 9.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 9.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แนวคิด

1. การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดยรับแรงดันเต็มทีและไม่มีการลดกระแสเริ่มเดิน การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหายจากกระแสไหลเกิน อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหายจากการใช้งานเกินกำลัง วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต
2. ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรศรตาร้ตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไออะแกรมการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรศรตาร้ตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ได้ถูกต้อง
7. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรศรตาร้ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

เรื่องที่ 9.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงเป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดยรับแรงดันเต็มทีและไม่มีการลดกระแสเริ่มต้น ส่วนประกอบของวงจรมี 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง และ วงจรควบคุม

1. ความหมายของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดยรับแรงดันเต็มทีและไม่มีการลดกระแสเริ่มต้น การควบคุมแบบนี้ใช้กับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ขนาดไม่เกิน 5 แรงม้า

วิธีการควบคุมทำได้โดยใช้สวิตช์โยกหรือแมคเนติกคอนแทคเตอร์ การควบคุมโดยใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์มีสวิตช์บังคับการทำงาน 2 ชนิด คือ สวิตช์เริ่มการทำงาน (Start) และ สวิตช์หยุดการทำงาน (Stop) จำนวนของสวิตช์เริ่มการทำงานและสวิตช์หยุดการทำงานอาจใช้จำนวนมากกว่าชนิดละ 1 ตัว ตามตำแหน่งที่ต้องการควบคุม

การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ส่วนของวงจรกำลังใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์ ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การควบคุมทั้งหมดทำงานตามโปรแกรมมีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงทุกประการ

2. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย อุปกรณ์ในวงจรกำลัง และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

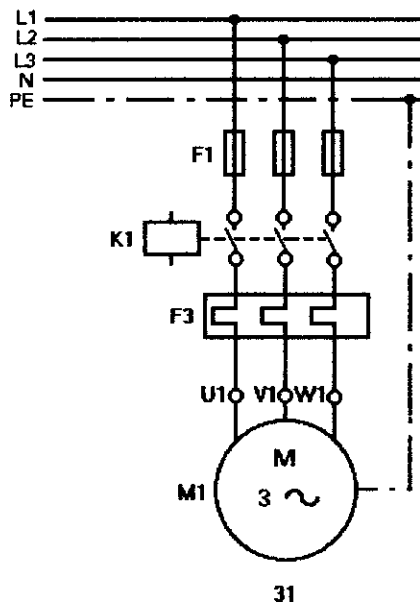
2.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 **อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า** งานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์เป็นตัวตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรกำลังในภาพที่ 9.1 เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K1 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K1 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 กลับสู่ตำแหน่งปกติ ทำให้ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน การควบคุมการทำงานของคอยล์ K1 อยู่ในวงจรควบคุม

2.1.2 **อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า** ได้แก่ ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหายจากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการลัดวงจรในวงจรกำลัง ซึ่งจะทำได้

กระแสไฟฟ้าไหลสูงมาก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเกินพิกัดฟิวส์จะขาดทำให้เปิดวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า หรือถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ก็จะเปิดวงจรเช่นเดียวกัน วงจรกำลังในภาพที่ 9.1 ฟิวส์ F1 ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้า เมื่อฟิวส์ F1 ขาด ก็จะเปิดวงจรกำลังก่อนที่สายไฟฟ้าวงจรกำลังจะได้รับความเสียหาย

2.1.3 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่ โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ได้รับความเสียหายจากการทำงานเกินกำลัง การทำงานเกินกำลังทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโอเวอร์โวลต์ครีเลย์สูงกว่าปกติ แต่ไม่ถึงจุดที่ทำให้ฟิวส์ F1 ขาด วงจรกำลังในภาพที่ 9.1 เมื่อเกิดโอเวอร์โวลต์ทำให้คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 เปลี่ยนตำแหน่ง คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ใช้คอนแทคแบบปกติปิดต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในวงจรควบคุม โปรแกรมควบคุมจะสั่งให้หยุดการทำงานของหน่วยเอาต์พุตที่ควบคุมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าหยุดทำงาน



ภาพที่ 9.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจรสตาร์ทตรง

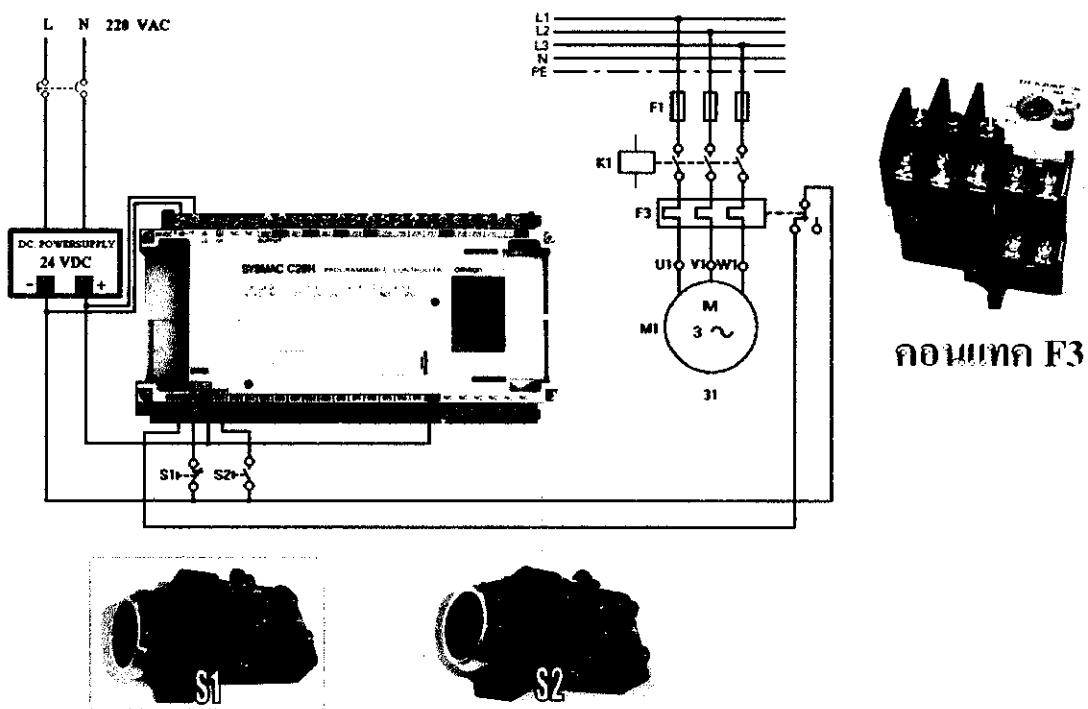
2.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และอุปกรณ์เอาต์พุต มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นเครื่องควบคุมการทำงาน มีการทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำที่เขียนโดยผู้ใช้ คือ การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดก่อนการเขียนโปรแกรม

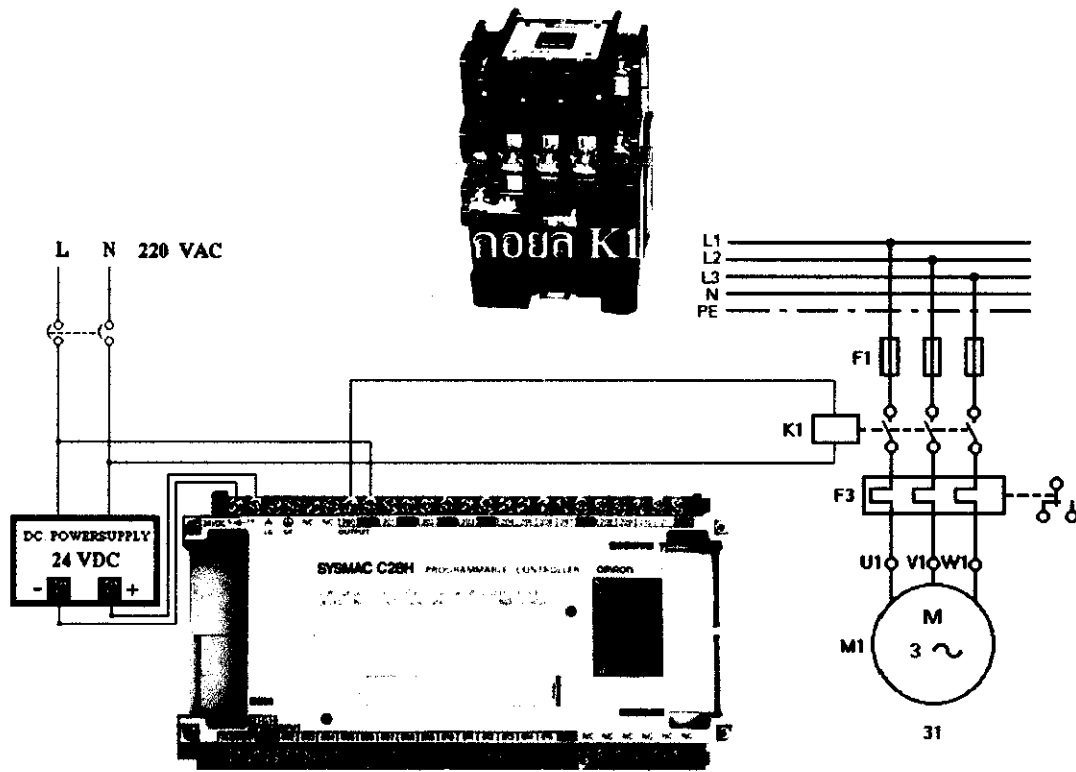
2.2.2 อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน และคอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์อินพุตในภาพที่ 9.2 ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน S2 และ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 อุปกรณ์อินพุตทำหน้าที่ต่อหรือตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ที่จ่ายให้กับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดไว้ ถ้ามีไฟฟ้ากระแสตรง

24 V ต่อเข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งใด หน่วยอินพุตนั้นจะอยู่ในสภาวะ On และเมื่อตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ออก จะอยู่ในสภาวะ Off

2.2.3 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ตัวอย่างการต่ออุปกรณ์เอาต์พุต การควบคุมวงจรสแตร์ตรงแสดงในภาพที่ 9.3 การทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตถูกควบคุมโดยหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์เอาต์พุตจะทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสภาวะ On และจะหยุดทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสภาวะ Off



ภาพที่ 9.2 อุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจรสแตร์ตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 9.3 อุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โดยสรุป การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดยรับแรงดันเต็มที่ไม่มีการลดกระแสเริ่มเดิน มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิทช์หยุดทำงาน คอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงาน และ คอนแทคของโอเวอร์โวลติจส์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต จะต่อเข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง 9.1.2 ต่อไป

เรื่องที่ 9.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้การควบคุมคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ให้ทำงานตาม โปรแกรมที่เขียน โดยผู้ใช้ มีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงทุกประการ มีขั้นตอนครอบคลุม การเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

1. การเขียนโปรแกรม

โปรแกรมควบคุมประกอบด้วยคำสั่งที่เขียนโดยผู้ใช้ สั่งให้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ทำงานควบคุมวงจรสตาร์ทตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ การเขียนโปรแกรมมีขั้นตอนครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไลอะแกรม และ การเขียนคำสั่ง

1.1 การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต หมายถึงตำแหน่งที่ถูกกำหนดให้เป็นหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เครื่องที่ใช้เท่านั้น ซึ่งเครื่องแต่ละยี่ห้อ หรือยี่ห้อเดียวกันแต่รุ่นแตกต่างกัน การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ก็แตกต่างกันด้วย

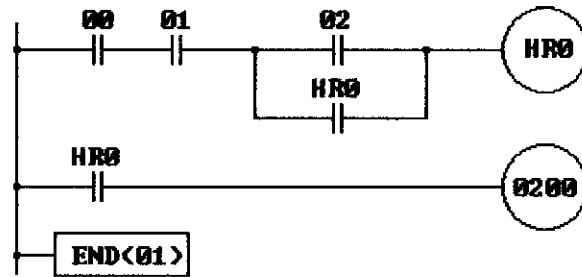
เมื่อกำหนดให้ “F3” คือคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ “S1” คือสวิตช์หยุดการทำงาน “S2” คือสวิตช์เริ่มการทำงาน “K1” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

อุปกรณ์ควบคุม	INPUT	OUTPUT
F3	00	-
S1	01	-
S2	02	-
K1	-	200

1.2 การเขียนแลคเคอร์ไลอะแกรม เป็นขั้นตอนของการออกแบบควบคุม แลคเคอร์ไลอะแกรมถูกเขียนตามเงื่อนไขการควบคุม ใช้ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ที่กำหนดไว้ วงจรสตาร์ทตรงมีรูปแบบการควบคุมที่เป็นรูปแบบเฉพาะ แต่การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์สามารถเพิ่มเติมเงื่อนไขพิเศษบางอย่าง จากคุณสมบัติพิเศษที่มีอยู่ของเครื่องนั้น ๆ ได้ ตัวอย่างแลคเคอร์ไลอะแกรมในภาพที่ 9.4 เมื่อต้องการให้เอาต์พุต 200 สามารถรักษาสถานะการทำงานไว้ได้เมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ทำได้โดยใช้หน่วยความจำ HR ช่วยรักษาสถานะการทำงานไว้

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สวิชต์ สวิชต์ที่ทำหน้าที่หยุดการทำงาน (Stop Button) ที่อยู่หน้างาน รวมถึงคอนแทคของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ทำหน้าที่หยุดการทำงานเช่นคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ คอนแทคของสวิชต์ที่ต่อเข้ากับจุดต่อสายหน่วยอินพุตให้ใช้คอนแทคแบบปกติปิด (NC) เสมอ ดังนั้นคอนแทคของอินพุตที่ทำหน้าที่หยุดการทำงานทุกตัวในแลคเคอร์ไคอะแกรมต้องเป็นแบบปกติเปิด (NO) เสมอ



ภาพที่ 9.4 แลคเคอร์ไคอะแกรมควบคุมวงจรสตาร์ทตรง สามารถรักษาสภาวะการทำงานได้

การทำงานเมื่อต่ออุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์แล้ว คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 และคอนแทคของสวิชต์หยุดการทำงาน S1 ซึ่งใช้แบบปกติปิด ทำให้อินพุต 00 และ 01 อยู่ในสภาวะ On (คอนแทคในแลคเคอร์ไคอะแกรม 00 และ 01 จะเปลี่ยนจากเปิดเป็นปิด) เมื่อกดสวิชต์เริ่มการทำงาน S2 ทำให้อินพุต 02 อยู่ในสภาวะ On ทำให้เอาต์พุต HR0 อยู่ในสภาวะ On (ทำงาน) ทำให้คอนแทคของ HR0 ปกติเปิดเปลี่ยนเป็นปิด ทำให้อาต์พุต HR0 ดำเนินการได้เองถึงแม้จะปล่อยมือจากสวิชต์ S2 แล้วก็ตาม เอาต์พุต HR0 อยู่ในสภาวะ On ทำให้อาต์พุต 200 อยู่ในสภาวะ On

การหยุดทำงานของเอาต์พุต 200 มี 2 กรณี คือ (1) เมื่อคอนแทค F3 อยู่ในตำแหน่งเปิด ในกรณีนี้จะเกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเกินกำลัง ทำให้อินพุต 00 อยู่ในตำแหน่ง Off และ (2) เมื่อกดสวิชต์หยุดการทำงาน S1 ทำให้อินพุต 01 อยู่ในตำแหน่ง Off ส่วนกรณีพิวส์ขาดไม่สามารถสั่งให้อาต์พุต 200 หยุดทำงานได้ แต่จะตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง ทำให้อาต์พุต 200 หยุดทำงาน

การรักษาสภาวะการทำงาน ขณะที่เอาต์พุต 200 ทำงาน (อยู่ในสภาวะ On) แล้วเกิดไฟฟ้าดับทำให้เอาต์พุต 200 หยุดทำงาน เมื่อกระแสไฟฟ้าเป็นปกติเอาต์พุต 200 จะทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องกดสวิชต์ S2 เริ่มการทำงานใหม่

1.3 การเขียนคำสั่ง เขียนคำสั่งตามแลคเคอร์ไคอะแกรม การเขียนคำสั่งสามารถเขียนด้วยปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วม เช่นคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อและรุ่นนั้น ๆ ซึ่งสามารถเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรมได้โดยตรง หรือเครื่องมือเขียนโปรแกรมแบบมือถือซึ่งยี่ห้อ Omron มีชื่อเรียกเฉพาะว่า โปรแกรมมิ่งคอนโซล ต้องเขียนคำสั่งลงในหน่วยความจำของเครื่อง คำสั่งสำหรับแลคเคอร์ไคอะแกรมในภาพที่ 9.4 แสดงในตารางที่ 9.2

ตารางที่ 9.2 คำสั่งควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

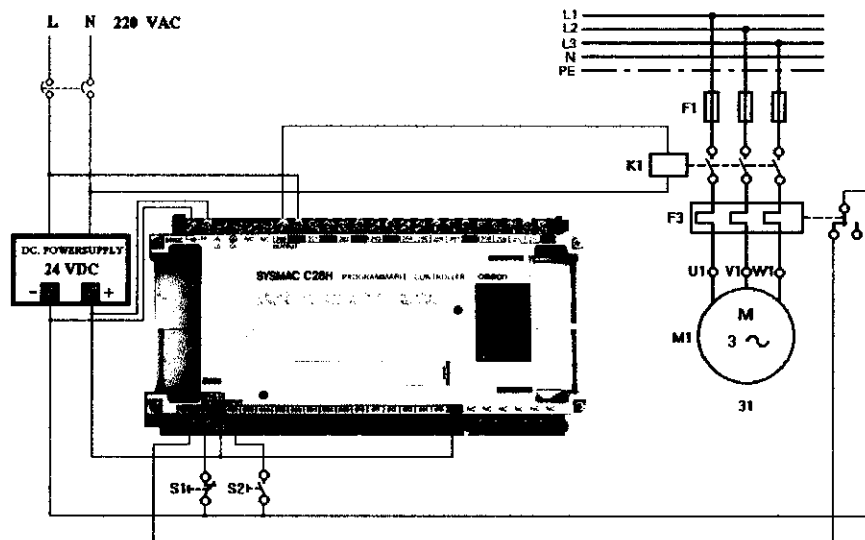
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA	ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	00	0005	OUT	HRO
0001	AND	01	0006	LD	HRO
0002	LD	02	0007	OUT	200
0003	OR	HRO	0008	END (01)	-
0004	AND LD	-			

2. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

ครอบคลุม (1) การต่ออุปกรณ์อินพุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยอินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และอุปกรณ์อินพุต และ (2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์เอาต์พุตและอุปกรณ์เอาต์พุต ดังภาพที่ 9.5

2.1 การต่ออุปกรณ์อินพุต ภาพที่ 9.5 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอนแทกของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มทำงาน S2 และ คอนแทกของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 9.1 และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2.2 การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ภาพที่ 9.5 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K1 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 9.1 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V



ภาพที่ 9.5 Working Diagram ควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

3. การตรวจสอบการทำงาน

การตรวจสอบการทำงานครอบคลุม (1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต (2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ (3) การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ดังนี้

3.1 การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต บังคับให้อุปกรณ์อินพุตทำงานและหยุดทำงานแล้ว สังเกตการแสดงผลของ Input Indicator ตรงกับตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตนั้น ๆ เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ On ทำให้ Input Indicator สว่าง เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ Off ทำให้ Input Indicator ดับ การแสดงผลจะต้องตรงกับตำแหน่งที่กำหนด แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ดังตารางที่ 9.3

3.2 การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต โดยการ Force Output 0200 เมื่อ Force Output 0200 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 0200 สว่าง และมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน เมื่อ Force Output 0200 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 0200 ดับ และมอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ดังตารางที่ 9.3

ตารางที่ 9.3 ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถาวรตรง

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สถานะ การทำงาน	Input Indicator			Output Indicator	สภาพ	ตำแหน่ง
		00	01	02	0200		
F3	ทำงาน (On)	0	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	1	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S1	ทำงาน (On)	-	0	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	1	-	-	ดี	ถูกต้อง
S2	ทำงาน (On)	-	-	1	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	0	-	ดี	ถูกต้อง
K1	ทำงาน (On)	-	-	-	1	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	0	ดี	ถูกต้อง

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง

“0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

จากตารางที่ 9.3 แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ดีและต้องถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่กำหนด หากผลการตรวจสอบไม่ตรงกับตารางนี้ เช่น (1) ผลของ F3 หรือ S1 กลับกันแสดงว่าใช้คอนแทคผิด ซึ่งอุปกรณ์อินพุตทั้ง 2 ตัว ใช้คอนแทคแบบปกติปิด (2) หากการแสดงผลเป็นสว่างทั้ง 2 สถานะ

การทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตอาร์กติกกัน หรือต่อสายผิด (3) หากการแสดงผลเป็นดับทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตเสีย หรือสายไฟฟ้าขาด และ (4) การแสดงผลของ Input/Output Indicator ผิดตำแหน่ง แสดงว่าต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ผิดตำแหน่งที่กำหนดไว้ ความผิดพลาดหรือบกพร่องที่เกิดขึ้นต้องแก้ไขก่อนการตรวจสอบโปรแกรมควบคุม

3.3 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม เลือกการทำงานในโหมด RUN ตรวจสอบการทำงานของวงจรสตาร์ทตรง ตามเงื่อนไขแลคเคอร์ไคอะแกรมในภาพที่ 9.4 ในสถานการณ์การทำงานจริง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่ เงื่อนไขใดที่ไม่สามารถทำได้ แสดงว่าโปรแกรมมีความบกพร่องต้องแก้ไขให้ถูกต้อง รวมถึงการตรวจสอบเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

โดยสรุป การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนดังนี้

(1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่งอินพุต คือ ตำแหน่งคอนแทคของโอเวอร์โวลติลิตี้ คอนแทคของสวิทช์หยุดการทำงาน และคอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงาน ตำแหน่งเอาต์พุต คือ ตำแหน่งคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรมให้มีการทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงที่กำหนดไว้ และการเขียนคำสั่ง (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนด และการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด และ (3) การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

โปรดอ่านหัวเรื่อง 9.2.1 ต่อไป

ตอนที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ในตอนที่ 9.2 แล้วจึงศึกษาเนื้อหาสาระโดยละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 9.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 9.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แนวคิด

1. การควบคุมวงจรกลับทางหมุน เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานและหยุดทำงาน โดยการทำงานสามารถเลือกทิศทางการหมุนได้ การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ วงจรกำลังประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าและควบคุมการกลับทางหมุน มอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ได้รับความเสียหายจากกระแสไหลเกิน อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ได้รับความเสียหายจากการใช้งานเกินกำลัง วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต
2. ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

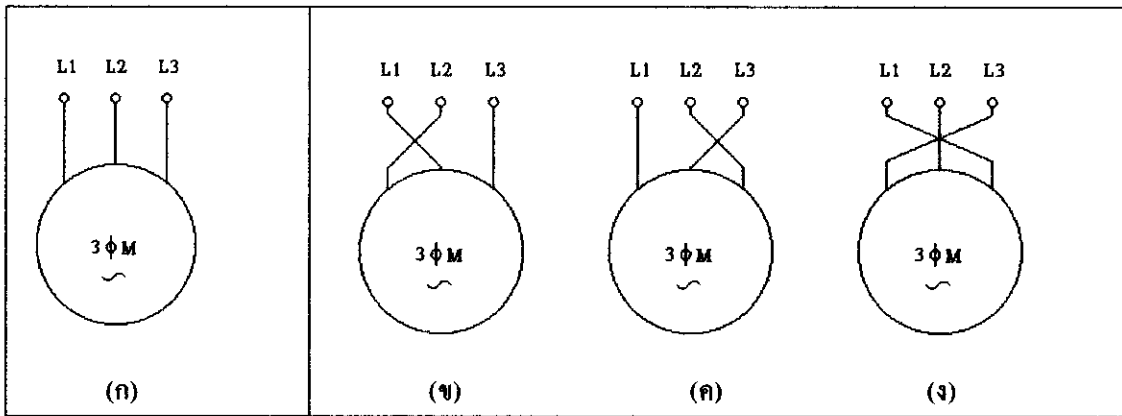
1. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์โคอะแกรมการควบคุมวงจรถลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรถลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรถลับทางหมุน ได้ถูกต้อง
7. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรถลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรถลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

**เรื่องที่ 9.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์**

การควบคุมวงจรกลับทางหมุนเป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานและหยุดทำงานโดยสามารถเลือกทิศทางการหมุนได้ ส่วนประกอบของวงจรมี 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง และ วงจรควบคุม

1. ความหมายของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน

การควบคุมวงจรกลับทางหมุนเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดยสามารถเลือกทิศทางการหมุนได้ คือ หมุนตามเข็มนาฬิกาหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกา วิธีการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำได้โดยการสลับสายแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ต่อให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าคู่ใดคู่หนึ่งจากการต่อแบบเดิม ดังภาพที่ 9.6 ก - ง



ภาพที่ 9.6 ก - ง แสดงวิธีการสลับสายไฟฟ้าเพื่อกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ภาพที่ 9.6 ก การต่อสายแหล่งจ่ายไฟฟ้าตามตำแหน่งนี้มอเตอร์ไฟฟ้าจะหมุนในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง สมมติให้หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เมื่อเปลี่ยนการต่อสายแหล่งจ่ายไฟฟ้า โดยการสลับระหว่าง L1 กับ L2 ดังภาพที่ 9.6 ข หรือ สลับระหว่าง L2 กับ L3 ดังภาพที่ 9.6 ค หรือ สลับระหว่าง L1 กับ L3 ดังภาพที่ 9.6 ง ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนกลับทิศทางเดิม คือหมุนทวนเข็มนาฬิกา

วิธีการควบคุมการกลับทางหมุนมี 3 แบบ คือ (1) แบบ Jogging เป็นการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำงานชั่วขณะ มอเตอร์จะหยุดหมุนทันทีเมื่อปล่อยมือจากสวิตช์บังคับการทำงาน (2) แบบ Plugging สามารถกลับทางหมุนได้ทันทีโดยไม่ต้องบังคับสวิตช์หยุดการทำงานก่อน และ (3) แบบ Reversing After Stop การกลับทางหมุนต้องหยุดการทำงานในทิศทางเดิมด้วยสวิตช์หยุดการทำงานก่อน แล้วจึงจะบังคับด้วยสวิตช์เริ่มการทำงานในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับทิศทางเดิมได้

การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ส่วนของวงจรกำลังใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 2 ตัว ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การควบคุมทั้งหมดมีการ

ทำงานตามรูปแบบและวิธีการกลับทางหมุน และวิธีการควบคุมวงจรกลับทางหมุนทุกประการ การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์สามารถเปลี่ยนวิธีการควบคุมได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมควบคุมเท่านั้น ไม่ต้องเปลี่ยนส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรกำลัง

2. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

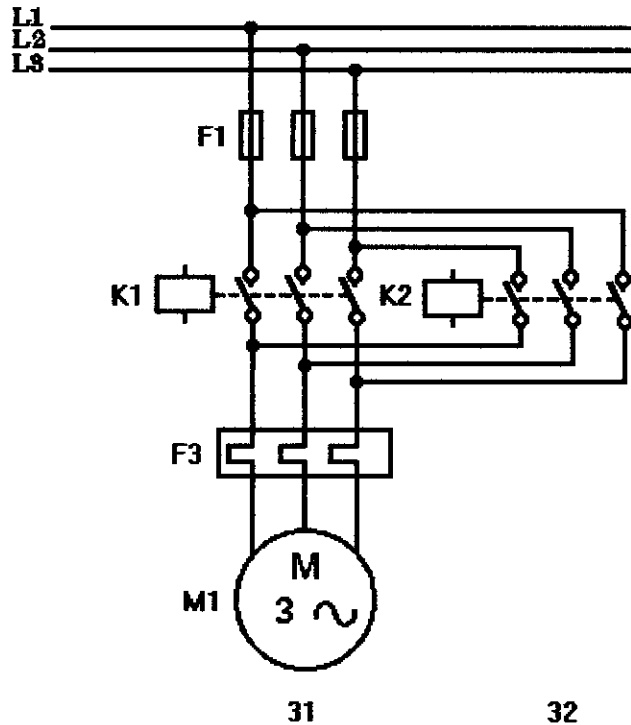
2.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าและควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าและควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า
การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์เป็นตัวตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า และควบคุมการกลับทางหมุน การทำงานของวงจรกำลังในภาพที่ 9.7 เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K1 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน สมมุติให้หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K1 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 กลับสู่ตำแหน่งปกติ ทำให้ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน และ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K2 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 เปลี่ยนเป็นตำแหน่งปิด ทำให้ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หมุน แต่ทิศทางการหมุนจะตรงกันข้ามกับทิศทางขณะ K1 ทำงาน วิธีการกลับทางหมุนวงจรกำลังในภาพที่ 9.7 โดยการสลับการต่อสายแหล่งจ่ายไฟฟ้าระหว่าง L1 กับ L3 เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K2 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 กลับสู่ตำแหน่งปกติ ทำให้ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน การควบคุมการทำงานของคอยล์ K1 และ คอยล์ K2 อยู่ในวงจรควบคุม

2.1.2 อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหาย จากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการลัดวงจรในวงจรกำลัง ซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลสูงมาก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเกินพิกัดฟิวส์จะขาดทำให้เปิดวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า หรือถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ก็จะเปิดวงจรเช่นเดียวกัน วงจรกำลังในภาพที่ 9.7 ฟิวส์ F1 ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้า เมื่อฟิวส์ F1 ขาดก็จะเปิดวงจรกำลังก่อนที่สายไฟฟ้าวงจรกำลังจะได้รับความเสียหาย

2.1.3 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่ โอเวอร์โหลดรีเลย์ ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการทำงานเกินกำลัง การทำงานเกินกำลังทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโอเวอร์โหลดรีเลย์สูงกว่าปกติ แต่ไม่ถึงจุดที่ทำให้ฟิวส์ F1 ขาด วงจรกำลังในภาพที่ 9.7 เมื่อเกิดโอเวอร์โหลดทำให้

คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 เปลี่ยนตำแหน่ง คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์จะต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในวงจรควบคุม โปรแกรมควบคุมจะสั่งให้หยุดการทำงานของหน่วยเอาต์พุตที่ควบคุมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าหยุดทำงาน



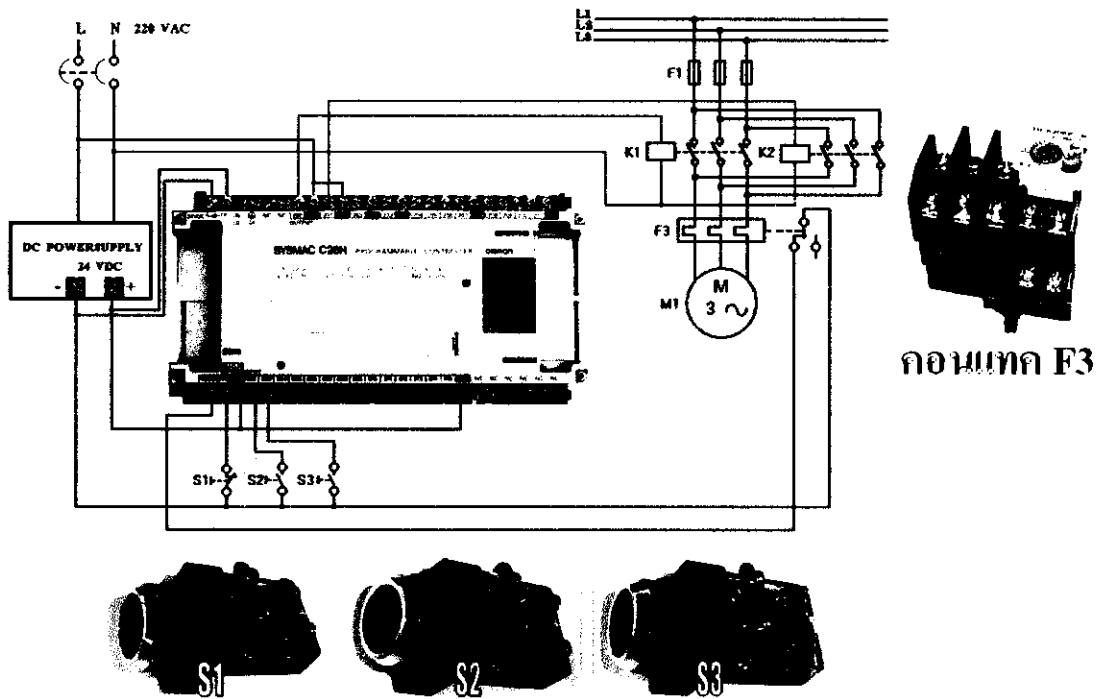
ภาพที่ 9.7 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจรกลับทางหมุน

2.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต แสดงในภาพที่ 9.8 – 9.9 มีรายละเอียดดังนี้

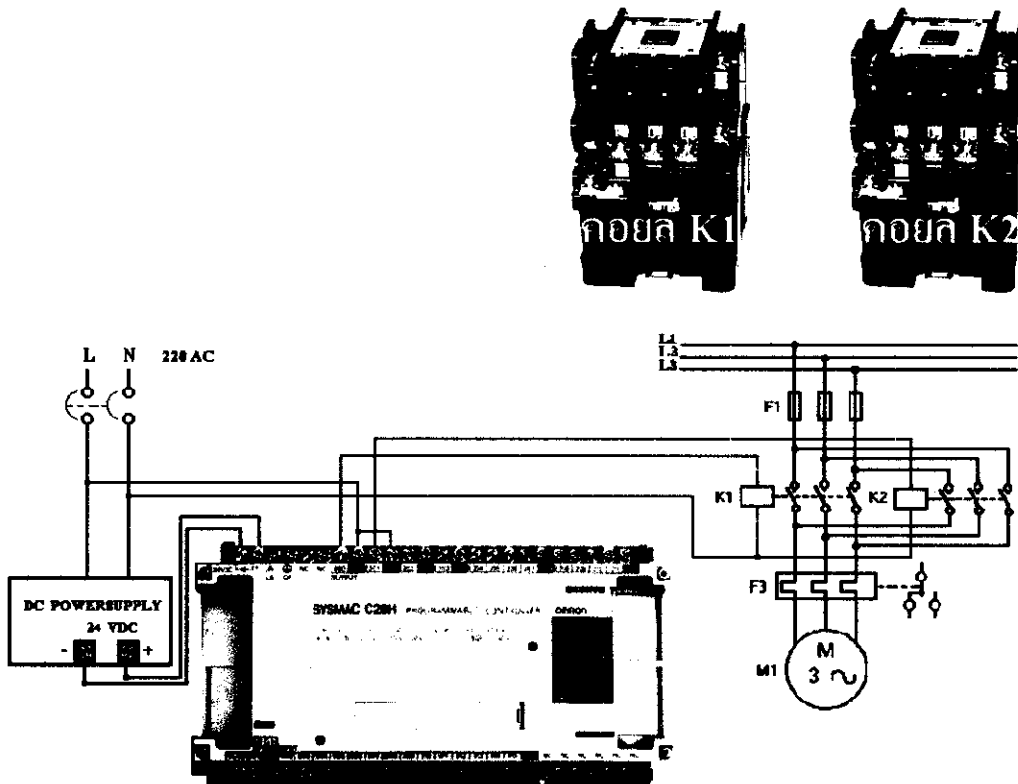
2.2.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นเครื่องควบคุมการทำงาน มีการทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำที่เขียนโดยผู้ใช้ คือ การควบคุมวงจรกลับทางหมุนให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดก่อนการเขียนโปรแกรม

2.2.2 อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา คอนแทคของสวิตช์เริ่มทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา และคอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์อินพุตในภาพที่ 9.8 ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S2 คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา S3 และ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 อุปกรณ์อินพุตทำหน้าที่ต่อหรือตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ที่จ่ายให้กับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดไว้ ถ้ามีไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ต่อเข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งใดหน่วยอินพุตนั้นจะอยู่ในสถานะ On และเมื่อตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ออก จะอยู่ในสถานะ Off

2.2.3 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ควบคุมการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ควบคุมการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา ตัวอย่างการต่ออุปกรณ์เอาต์พุต การควบคุมวงจรกลับทางหมุนแสดงในภาพที่ 9.9 การทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตถูกควบคุมโดยหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์เอาต์พุตจะทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสภาวะ On และจะหยุดทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสภาวะ Off



ภาพที่ 9.8 อุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 9.9 อุปกรณ์แอคต์ทูต ควบคุมวงจรถลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โดยสรุป การควบคุมวงจรถลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานและหยุดทำงานโดยสามารถเลือกทิศทางการหมุนได้คือ หมุนตามเข็มนาฬิกา หรือ หมุนทวนเข็มนาฬิกา วิธีการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำได้โดยการสลับการต่อสายแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าคู่ใดคู่หนึ่งจากการต่อแบบเดิม วิธีการควบคุมการกลับทางหมุนมี 3 แบบ คือ แบบ Jogging แบบ Plugging และ แบบ Reversing After Stop ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าและควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิทช์ และคอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเดย์ อุปกรณ์แอคต์ทูต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์ อินพุต/แอคต์ทูต จะต่อเข้ากับหน่วย อินพุต/แอคต์ทูต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง 9.2.2 ต่อไป

เรื่องที่ 9.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้การควบคุมคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ 2 ตัว ในวงจรกำลัง ให้ทำงานตาม โปรแกรมที่เขียนโดยผู้ใช้ มีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนทุกประการ มีขั้นตอนครอบคลุม การเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

1. การเขียนโปรแกรม

โปรแกรมควบคุมประกอบด้วยคำสั่งที่เขียนโดยผู้ใช้ สั่งให้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ทำงานควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ การเขียนโปรแกรมมีขั้นตอนครอบคลุม การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรม และการเขียนคำสั่ง

1.1 การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต หมายถึงตำแหน่งที่ถูกกำหนดให้เป็นหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เครื่องที่ใช้เท่านั้น ซึ่งเครื่องแต่ละยี่ห้อ หรือยี่ห้อเดียวกันแต่รุ่นแตกต่างกัน การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ก็แตกต่างกันด้วย

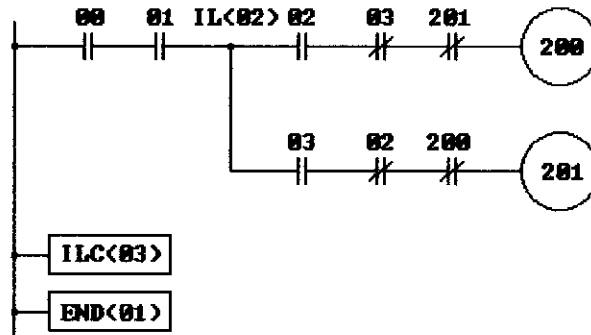
เมื่อกำหนดให้ “F3” คือคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ “S1” คือสวิตช์หยุดการทำงาน “S2” คือสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา “S3” คือสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา “K1” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนตามเข็มนาฬิกา “K2” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนทวนเข็มนาฬิกา เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตารางที่ 9.4

ตารางที่ 9.4 ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน

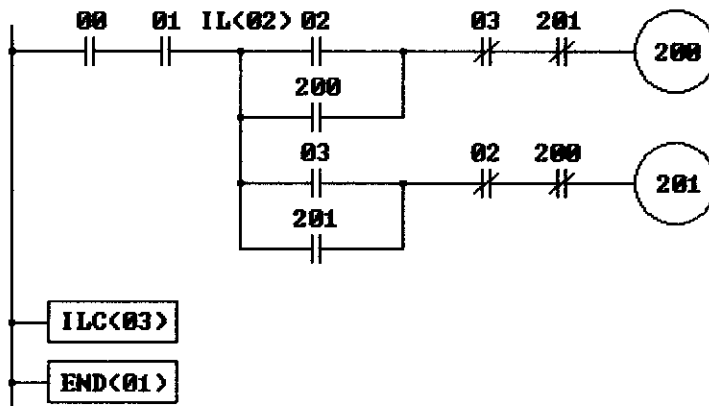
อุปกรณ์ควบคุม	IN PUT	OUT PUT
F3	00	-
S1	01	-
S2	02	-
S3	03	-
K1	-	200
K2	-	201

1.2 การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรม วิธีการควบคุมการกลับทางหมุนมี 3 แบบ คือ แบบ Jogging แบบ Plugging และ แบบ Reversing After Stop ดังนั้นการเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรมจึงเลือกวิธีการควบคุม

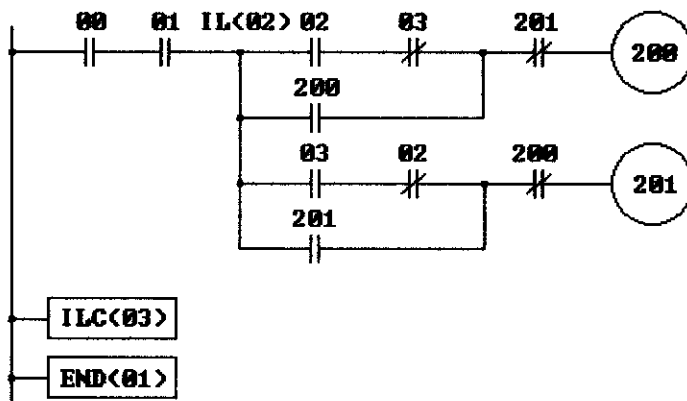
แบบใดแบบหนึ่ง โดยใช้ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ที่กำหนดไว้ ส่วนเงื่อนไขพิเศษอื่น ๆ สามารถเพิ่มเติมได้โดยไม่ทำให้รูปแบบและวิธีการควบคุมเปลี่ยนแปลง การควบคุมวงจรมุ่งกำลังในภาพที่ 9.7 สามารถเขียนแลคเตอร์ไค-แกรมเลือกวิธีการควบคุมการกลับทางหมุนได้ดังภาพที่ 9.10 – 9.12



ภาพที่ 9.10 แลคเตอร์ไคอะแกรมควบคุมการกลับทางหมุนแบบ Jogging



ภาพที่ 9.11 แลคเตอร์ไคอะแกรมควบคุมการกลับทางหมุนแบบ Plugging



ภาพที่ 9.12 แลคเตอร์ไคอะแกรมควบคุมการกลับทางหมุนแบบ Reversing After Stop

การทำงานแลคเกอร์ไคอะแกรมในภาพที่ 9.10 เมื่อต่ออุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลิตี F3 และคอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ซึ่งใช้แบบปกติปิด ทำให้อินพุต 00 และ 01 อยู่ในสถานะ On (คอนแทคในแลคเกอร์ไคอะแกรม 00 และ 01 จะเปลี่ยนจากเปิดเป็นปิด) เมื่อกดสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามนาฬิกา S2 ค้างไว้ ทำให้อินพุต 02 อยู่ในสถานะ On ทำให้เอาต์พุต 200 อยู่ในสถานะ On คอนแทคของอินพุต 02 แบบปกติจะเปิดทำให้เอาต์พุต 201 ไม่สามารถทำงานได้ เอาต์พุต 200 ต่อเข้ากับคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อปล่อยมือจากสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S2 ทำให้อินพุต 02 อยู่ในสถานะ Off ทำให้เอาต์พุต 200 อยู่ในสถานะ Off แล้วทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน เมื่อกดสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S3 ค้างไว้ ทำให้อินพุต 03 อยู่ในสถานะ On ทำให้เอาต์พุต 201 อยู่ในสถานะ On คอนแทคอินพุต 03 แบบปกติจะเปิดทำให้เอาต์พุต 200 ไม่สามารถทำงานได้ เอาต์พุต 201 ต่อเข้ากับคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อปล่อยมือจากสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S3 ทำให้อินพุต 03 อยู่ในสถานะ Off ทำให้เอาต์พุต 201 อยู่ในสถานะ Off แล้วทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน คอนแทคปกติปิดของเอาต์พุต 200 จะต่ออนุกรมกับเอาต์พุต 201 และ คอนแทคปกติปิดของเอาต์พุต 201 จะต่ออนุกรมกับเอาต์พุต 200 เป็นการป้องกันไม่ให้เอาต์พุต 200 และ 201 ทำงานพร้อมกัน ถ้าอินพุต 00 และ 01 อยู่ในสถานะ Off เอาต์พุต 200 และ 201 จะไม่สามารถทำงานได้ หรือขณะกำลังทำงานอยู่ก็จะหยุดการทำงานทันที ส่วนกรณีพิวส์ขาดไม่สามารถสั่งให้เอาต์พุตที่กำลังทำงานหยุดทำงานได้ แต่จะตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าหยุดทำงาน

การทำงานแลคเกอร์ไคอะแกรมในภาพที่ 9.11 เมื่อต่ออุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลิตี F3 และคอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ซึ่งใช้แบบปกติปิด ทำให้อินพุต 00 และ 01 อยู่ในสถานะ On (คอนแทคในแลคเกอร์ไคอะแกรม 00 และ 01 จะเปลี่ยนจากเปิดเป็นปิด) เริ่มการทำงาน กดแล้วปล่อยสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S2 ทำให้อินพุต 02 อยู่ในสถานะ On แล้ว Off ทำให้เอาต์พุต 200 อยู่ในสถานะ On แล้วค้างในตำแหน่ง On ด้วยคอนแทคปกติเปิด 200 ที่ต่อขนานกับคอนแทคอินพุต 02 ขณะกด S2 คอนแทคของอินพุต 02 แบบปกติปิดจะเปิดทำให้เอาต์พุต 201 ไม่สามารถทำงานได้ หรือถ้าทำงานอยู่ก่อนแล้วจะหยุดการทำงานทันที เมื่อกดแล้วปล่อยสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S3 ทำให้อินพุต 03 อยู่ในสถานะ On แล้ว Off คอนแทคอินพุต 03 แบบปกติปิดจะเปิดทำให้เอาต์พุต 200 ที่กำลังทำงานหยุดการทำงานทันที เมื่อเอาต์พุต 200 หยุดทำงานแล้วคอนแทคของเอาต์พุต 200 แบบปกติจะกลับตำแหน่งปกติ คือตำแหน่งปิด จึงทำให้เอาต์พุต 201 อยู่ในสถานะ On แล้วค้างในตำแหน่ง On ด้วยคอนแทคปกติเปิด 201 ที่ต่อขนานกับคอนแทคของอินพุต 03 คอนแทคปกติปิดของเอาต์พุต 200 จะต่ออนุกรมกับเอาต์พุต 201 และคอนแทคปกติปิดของเอาต์พุต 201 จะต่ออนุกรมกับเอาต์พุต 200 เป็นการป้องกันไม่ให้เอาต์พุต 200 และ 201 ทำงานพร้อมกัน ถ้าอินพุต 00 และ 01 อยู่ในสถานะ Off เอาต์พุต 200 และ 201 จะไม่สามารถทำงานได้ หรือขณะกำลังทำงานก็จะหยุดการทำงานทันที

การทำงานแลคเกอร์ไคอะแกรมในภาพที่ 9.12 เมื่อต่ออุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลิตี F3 และคอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน

S1 ซึ่งใช้แบบปกติปิด ทำให้อินพุต 00 และ 01 อยู่ในสภาวะ On (คอนแทกในแลคเกอร์โคอะแกรม 00 และ 01 จะเปลี่ยนจากเปิดเป็นปิด) เริ่มการทำงาน กดแล้วปล่อยสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S2 ทำให้อินพุต 02 อยู่ในสภาวะ On แล้ว Off ทำให้อาต์พุต 200 อยู่ในสภาวะ On แล้วค้างในตำแหน่ง On ด้วยคอนแทกปกติเปิด 200 ที่ต่อขนานกับคอนแทกของอินพุต 02 ขณะอินพุต 02 อยู่ในสภาวะ On คอนแทกอินพุต 02 ปกติปิดจะเปิดจึงป้องกันไม่ให้เกิดการกด S3 มีผล ถ้าต้องการให้อาต์พุต 201 ทำงาน ต้องหยุดการทำงานของเอาต์พุต 200 ก่อน โดยกดสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ทำให้อินพุต 01 อยู่ในสภาวะ Off จึงทำให้อาต์พุต 200 อยู่ในสภาวะ Off กดแล้วปล่อยสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S3 ทำให้อินพุต 03 อยู่ในสภาวะ On แล้ว Off ทำให้อาต์พุต 201 อยู่ในสภาวะ On แล้วค้างในตำแหน่ง On ด้วยคอนแทกปกติเปิด 201 ที่ต่อขนานกับคอนแทกของอินพุต 03 ขณะอินพุต 03 อยู่ในสภาวะ On คอนแทกอินพุต 03 ปกติปิดจะเปิดจึงป้องกันไม่ให้เกิดการกด S2 มีผล ถ้าต้องการให้อาต์พุต 200 ทำงานใหม่ ต้องหยุดการทำงานของเอาต์พุต 201 ก่อน โดยกดสวิตช์หยุดการทำงาน S1 เช่นเดียวกัน คอนแทกปกติปิดของเอาต์พุต 200 จะต่ออนุกรมกับเอาต์พุต 201 และ คอนแทกปกติปิดของเอาต์พุต 201 จะต่ออนุกรมกับเอาต์พุต 200 เป็นการป้องกันไม่ให้อาต์พุต 200 และ 201 ทำงานพร้อมกัน

1.3 การเขียนคำสั่ง ตัวอย่างเมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H เลือกวิธีการควบคุมการกลับทางหมุนแบบ Reversing After Stop เขียนคำสั่งแลคเกอร์โคอะแกรมในภาพที่ 9.12 ได้ดังตารางที่ 9.5

ตารางที่ 9.5 คำสั่งควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนแบบ Reversing After Stop

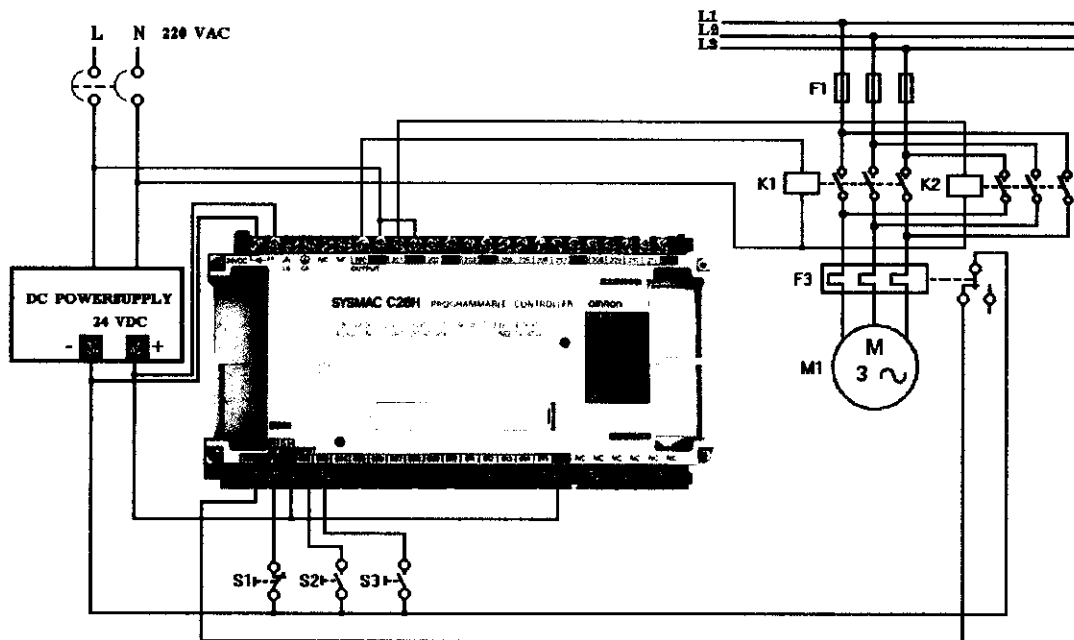
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA	ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	00	0008	LD	03
0001	AND	01	0009	AND NOT	02
0002	IL (02)	-	0010	OR	201
0003	LD	02	0011	AND NOT	200
0004	AND NOT	03	0012	OUT	201
0005	OR	200	0013	ILC (03)	-
0006	AND NOT	201	0014	END (01)	-
0007	OUT	200			

2. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

ครอบคลุม (1) การต่ออุปกรณ์อินพุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยอินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และอุปกรณ์อินพุต และ (2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์เอาต์พุต และอุปกรณ์เอาต์พุต ดังภาพที่ 9.13

2.1 การต่ออุปกรณ์อินพุต ภาพที่ 9.13 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอนแทกของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S2 สวิตช์เริ่มทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา S3 และ คอนแทกของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 เข้ากับจุดต่อสายหน่วย อินพุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 9.4 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2.2 การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ภาพที่ 9.13 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K1 และ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K2 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 9.4 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V



ภาพที่ 9.13 Working Diagram ควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

3. การตรวจสอบการทำงาน

การตรวจสอบการทำงานครอบคลุม (1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต (2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ (3) การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ดังนี้

3.1 การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต บังคับให้อุปกรณ์อินพุตทำงานและหยุดทำงานแล้ว สังเกตการแสดงผลของ Input Indicator ตรงกับตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตนั้น ๆ เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ On ทำให้ Input Indicator สว่าง เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ Off ทำให้ Input Indicator คับ การแสดงผลจะต้องตรงกับตำแหน่งที่กำหนด แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ดังตารางที่ 9.6

3.2 การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต โดยการ Force Output 200 และ 201 ระวังอย่าให้ Output ทั้ง 2 ตัว อยู่ในสถานะ On พร้อมกัน เมื่อ Force Output 200 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 200

สว่าง และมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อ Force Output 200 อยู่ในสภาวะ Off ทำให้ Output Indicator 200 ดับ และมอเตอร์ไฟฟ้าหยุดทำงาน เมื่อ Force Output 201 อยู่ในสภาวะ On ทำให้ Output Indicator 201 สว่าง และมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา เมื่อ Force Output 201 อยู่ในสภาวะ Off ทำให้ Output Indicator 201 ดับ และมอเตอร์ไฟฟ้าหยุดทำงาน แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ดังตารางที่ 9.6

ตารางที่ 9.6 ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถลับทางหมุน

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สภาวะ การทำงาน	Input Indicator				Output Indicator		สภาพ	ตำแหน่ง
		00	01	02	03	0200	0201		
F3	ทำงาน (On)	0	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	1	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S1	ทำงาน (On)	-	0	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	1	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S2	ทำงาน (On)	-	-	1	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	0	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S3	ทำงาน (On)	-	-	-	1	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	0	-	-	ดี	ถูกต้อง
K1	ทำงาน (On)	-	-	-	-	1	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	0	-	ดี	ถูกต้อง
K2	ทำงาน (On)	-	-	-	-	-	1	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	-	0	ดี	ถูกต้อง

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง

“0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

จากตารางที่ 9.6 แสดงผลอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ดีและต่อถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่กำหนด หากผลการตรวจสอบไม่ตรงกับตารางนี้ เช่น (1) ผลของ F3 หรือ S1 กลับกันแสดงว่าใช้คอนแทคผิด ซึ่งอุปกรณ์อินพุตทั้ง 2 ตัว ใช้คอนแทคแบบปกติ (2) หากการแสดงผลเป็นสว่างทั้ง 2 สภาวะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตอาร์คติดกัน หรือต่อสายผิด (3) หากการแสดงผลเป็นดับทั้ง 2 สภาวะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตเสีย หรือสายไฟฟ้าขาด และ (4) การแสดงผลของ Input/Output

Indicator ฝึกตำแหน่ง แสดงว่าต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ฝึกตำแหน่งที่กำหนดไว้ ความผิดพลาดหรือบกพร่องที่เกิดขึ้นต้องแก้ไขก่อนการตรวจสอบ โปรแกรมควบคุม

3.3 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม เลือกการทำงานในโหมด RUN ตรวจสอบการทำงานของวงจรกลับทางหมุน ตามเงื่อนไขแลคเคอร์โคอะแกรมในภาพที่ 9.12 ในสถานการณ์การทำงานจริง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่ เงื่อนไขใดที่ไม่สามารถทำได้ แสดงว่าโปรแกรมมีความบกพร่องต้องแก้ไขให้ถูกต้อง รวมถึงการตรวจสอบเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

โดยสรุป การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนดังนี้

(1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่งอินพุต คือ ตำแหน่งคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา ตำแหน่งเอาต์พุต คือ ตำแหน่งคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ควบคุมการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา และคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ควบคุมการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา การเขียนแลคเคอร์โคอะแกรมให้มีการทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรกลับทางหมุนที่กำหนดไว้ และ การเขียนคำสั่ง (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนด และการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด และ (3) การตรวจสอบการทำงานครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน


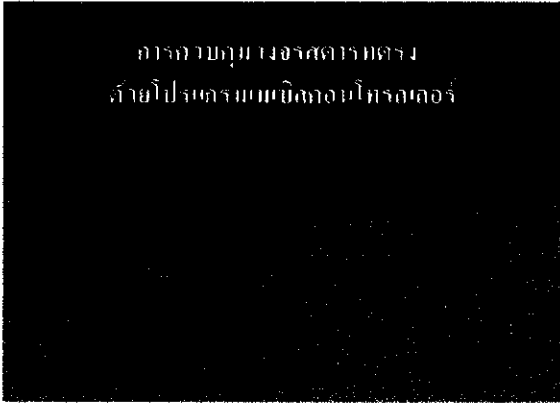
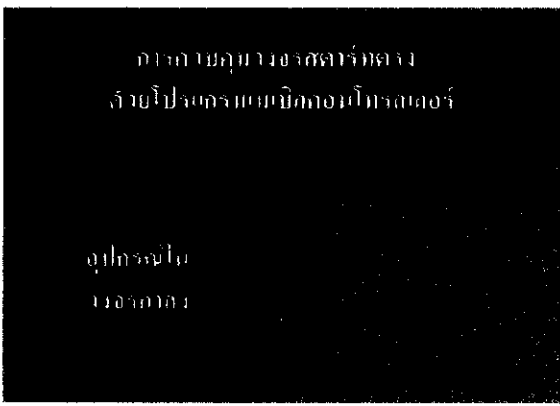
จบประมวลสาระหน่วยประสบการณ์ที่ 9


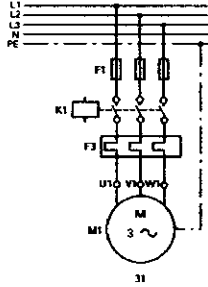
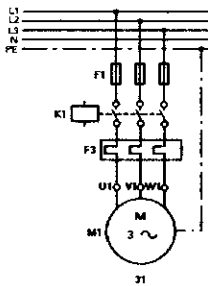
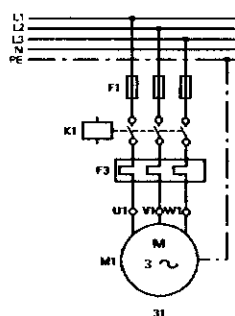
บทมัลติมีเดีย

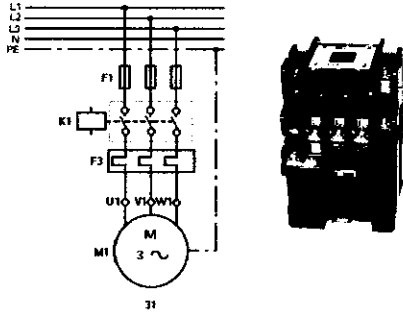
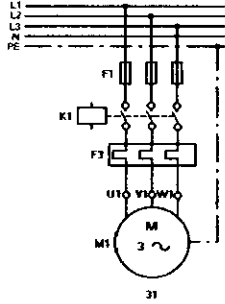
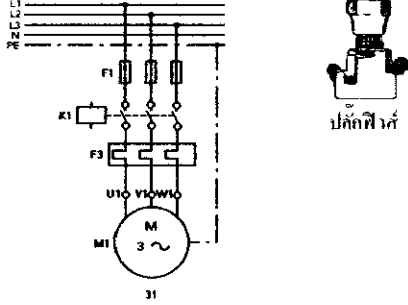
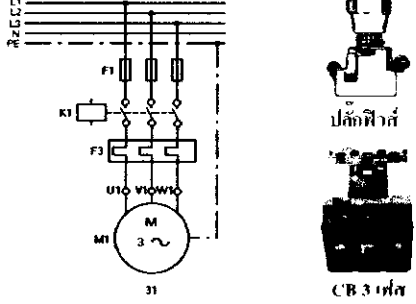
เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

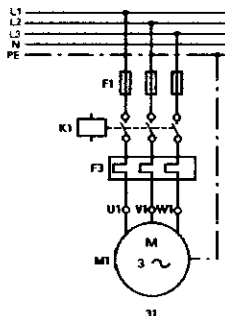
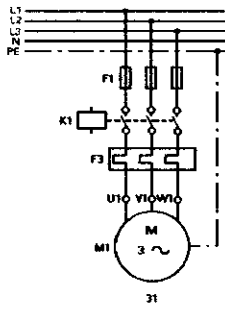

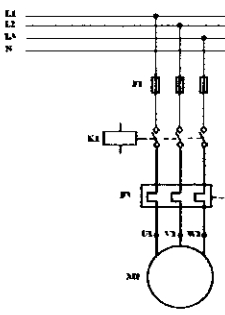
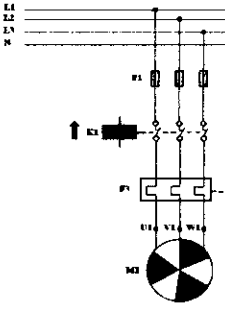
หน่วยประสการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

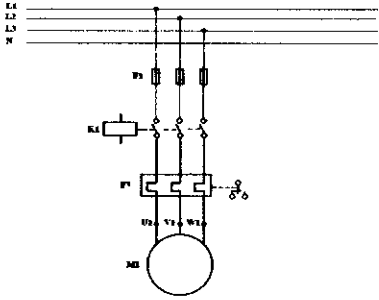
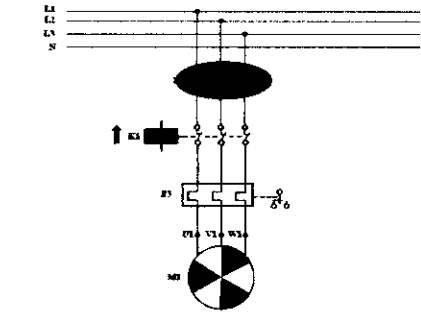
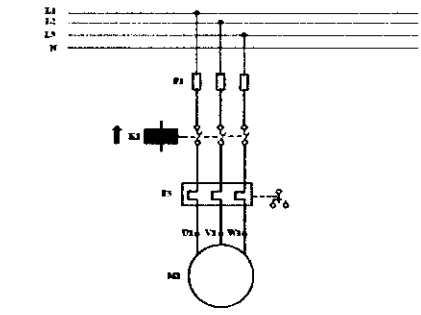
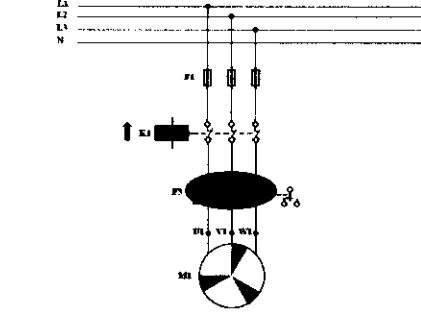
ประสการณ์รองที่ 9.1 การควบคุมวงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

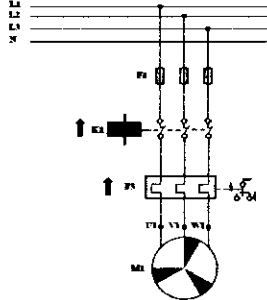
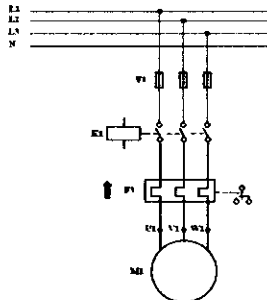
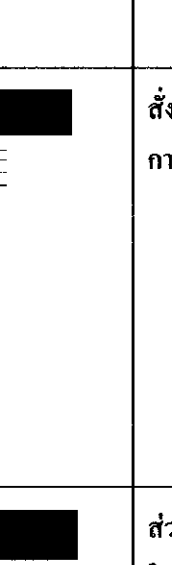

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FI. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - มัลติมีเดีย	
	CG ₂ - เรื่อง	
	CG ₃ - ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	
	FO. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	
2	 <p>การควบคุม วงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรสแตร์ตรง ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย
	 <p>การควบคุม วงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>อุปกรณ์ใน วงจรกำลัง</p>	อุปกรณ์ในวงจรกำลัง

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">การควบคุมมอเตอร์เริ่มตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>อุปกรณ์ใน บอราถแก้ว</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>อุปกรณ์ใน บอราถเบญจ</p> </div> </div>	<p>และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้</p>
<p>3</p>	 	
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ใน บอราถแก้ว</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรกำลังประกอบด้วย</p>
<p>4</p>	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อ กระแสไฟฟ้า ได้แก่</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p> 	<p>แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ใช้ส่วนของคอนแทคเมน</p>
5	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกัน สายไฟฟ้าวงจรกำลัง ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>ปลั๊กฟิวส์</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
6	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p>  	<p>โอเวอร์โวลติลลิตี F3 ใช้ส่วนของจุดต่อสายไฟฟ้าวงจรกำลัง</p>
7	<p style="text-align: center;">การทำงานของวงจรกำลังวงจรถูกตรง</p> 	<p>การทำงานของวงจรกำลังวงจรถูกตรง</p>
8	<p style="text-align: center;">เมื่อ K1 ทำงาน</p> 	<p>เมื่อคอยล์ K1 ทำงาน ทำให้คอนแทกเมน K1 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคอนแทกเมน K1 จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">เมื่อ KI หยุดทำงาน</p> 	<p>เมื่อคอยล์ KI หยุดทำงาน ทำให้คอนแทกเมน KI กลับตำแหน่งปกติ ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน</p>
9	<p style="text-align: center;">เมื่อ F1 ทำงาน</p> 	<p>เมื่อ F1 ทำงาน</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อ F1 ทำงาน</p> 	<p>ทำให้ฟิวส์ F1 ขาด ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน</p>
10	<p style="text-align: center;">เมื่อ F3 ทำงาน</p> 	<p>เมื่อ F3 ทำงาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">เมื่อ F3 ท้าวม</p> 	<p>ทำให้คอนแทค F3 เปลี่ยนตำแหน่ง</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อ F3 ท้าวม</p> 	<p>สั่งให้โปรแกรมควบคุมหยุด การทำงานของคอยล์ K1</p>
11	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เบรกยกเบรก</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรควบคุมประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เบรกยกเบรก</p>  <p style="text-align: center;">โปรแกรมเบรกยกเบรก</p>	<p>โปรแกรมเบรกยกเบรก</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
12	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p>	อุปกรณ์อัตโนมัติประกอบด้วย
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p>	สวิตช์หยุดการทำงาน S1
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p>	สวิตช์เริ่มการทำงาน S2
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p>	คอนแทคของ โอเวอร์โหลดรีเลย์ F3

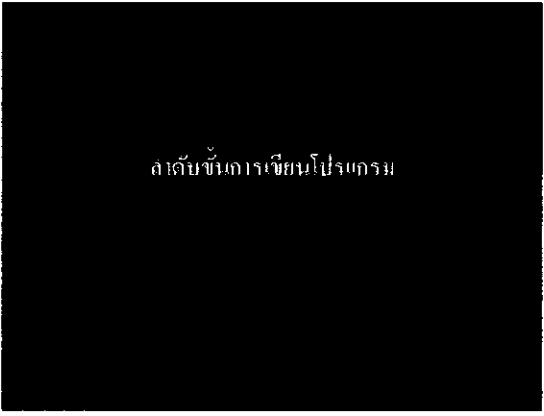
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
13	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เทอร์มินัล</p>	อุปกรณ์เอาต์พุตประกอบคีย์
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p>	คีย์ของ แม่เหล็กคอนแทคเตอร์ K1
14	<p>FI. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ</p> <p>S/I CG₁ - ผลิตโดย</p> <p>S/I CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <p>S/I CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <p>FO. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

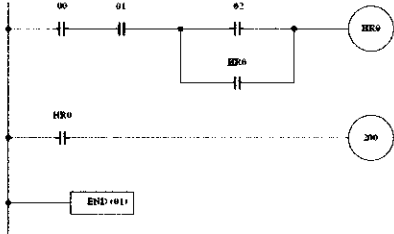
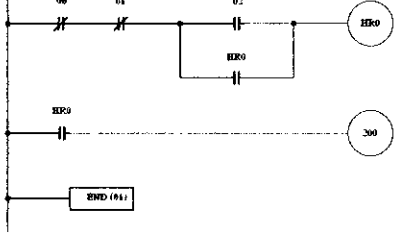
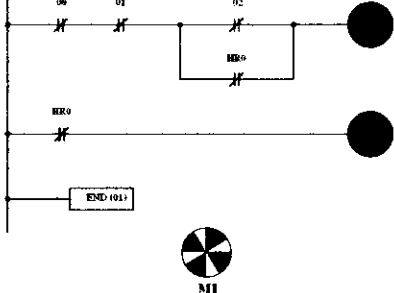
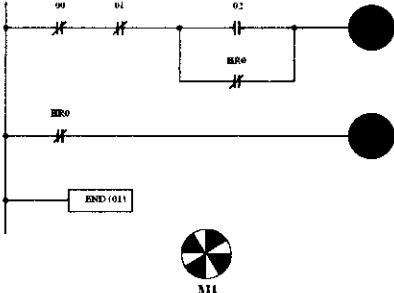
บทสไลด์คอมพิวเตอร์

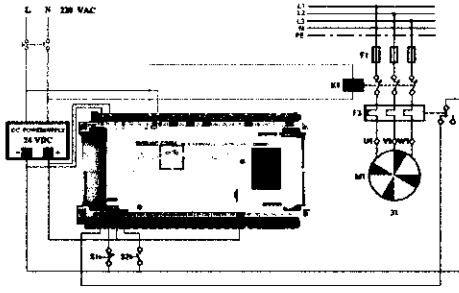
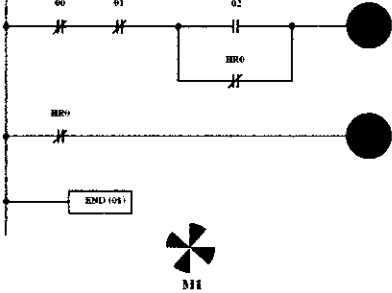
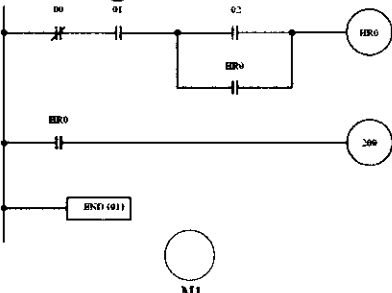
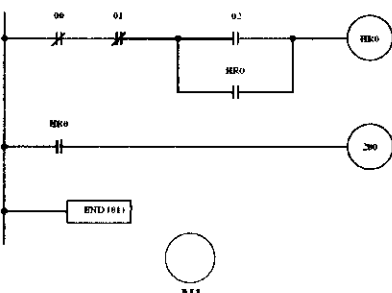
ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรสแตร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

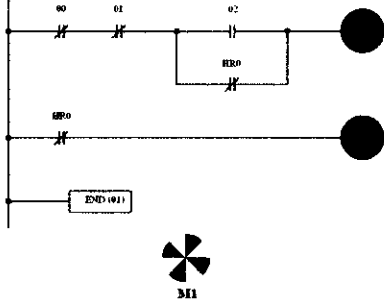
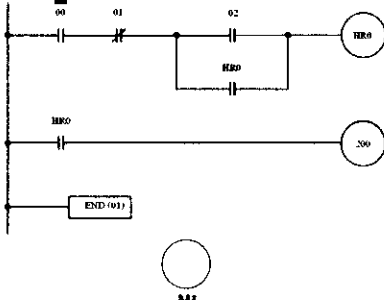
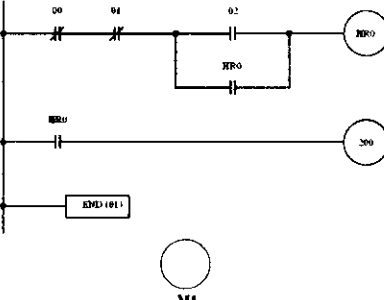
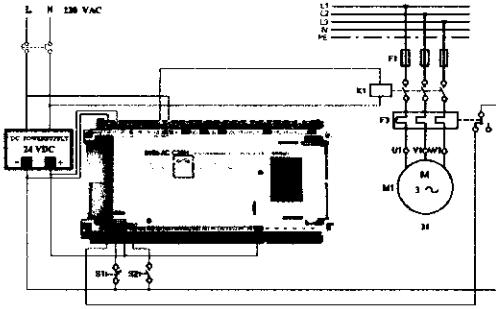
หน่วยประสงค์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

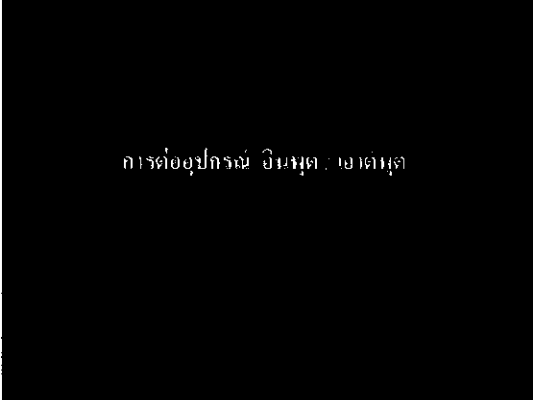
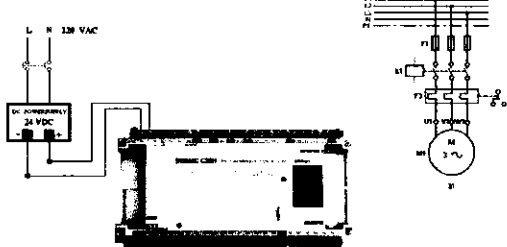
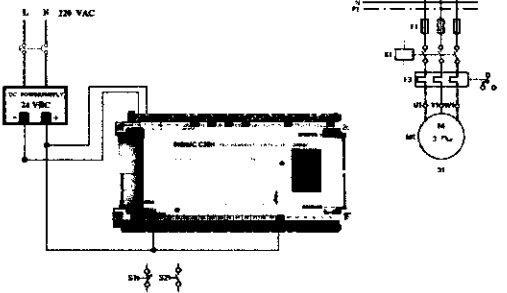
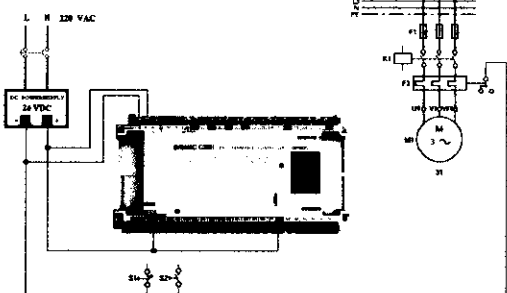
ประสงค์ที่ 9.1 การควบคุมวงจรสแตร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

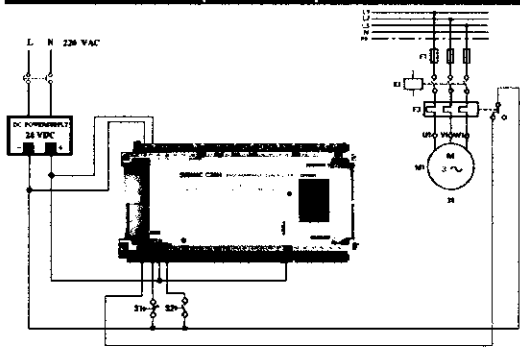
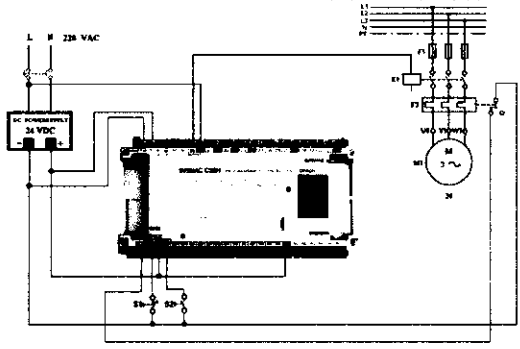
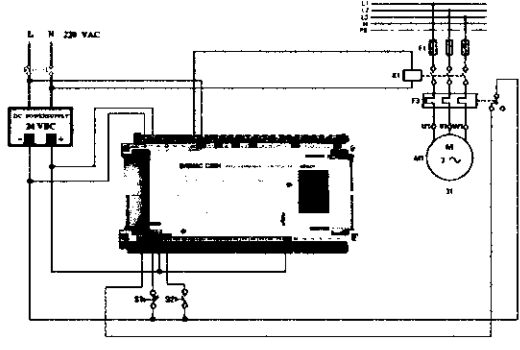
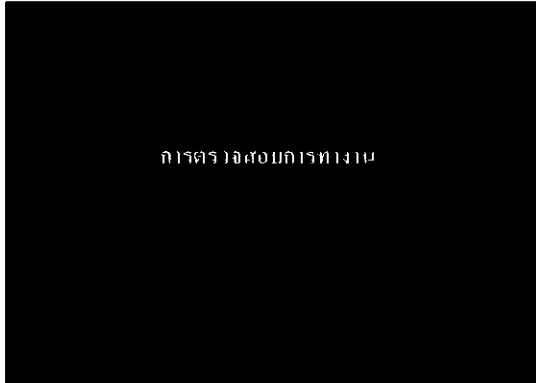
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง															
1	<p>พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์</p> <p>CG₂ - ประสิทธิภาพที่ 9.1.1</p> <p>CG₃ - การศึกษาการควบคุมวงจรสแตร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>CG₄ - เรื่อง</p> <p>CG₅ - ขั้นตอนการควบคุมวงจรสแตร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↑</p> <p>↓</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>															
2		<p>ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วย</p>															
3	<p>การกำหนดตำแหน่ง อินพุต - เอาต์พุต</p> <table border="1" data-bbox="454 1444 997 1848"> <thead> <tr> <th>address</th> <th>INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F3</td> <td>00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>01</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>02</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>-</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table>	address	INPUT	OUTPUT	F3	00	-	S1	01	-	S2	02	-	K1	-	200	<p>การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตัวอย่าง</p> <p>F3 ตำแหน่งอินพุต 00</p> <p>S1 ตำแหน่งอินพุต 01</p> <p>S2 ตำแหน่งอินพุต 02</p> <p>K1 ตำแหน่งเอาต์พุต 200</p>
address	INPUT	OUTPUT															
F3	00	-															
S1	01	-															
S2	02	-															
K1	-	200															

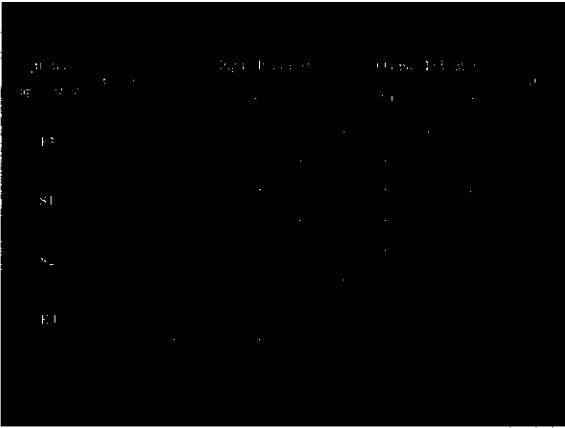
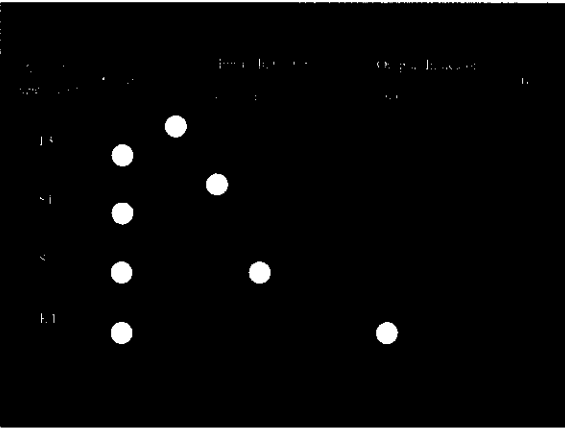

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4	<p style="text-align: center;">เขียนแลคเตอร์ไลอะแกรม</p> 	<p>เขียนแลคเตอร์ไลอะแกรมเมื่อกำหนดเงื่อนไขการควบคุมให้สามารถรักษาสถานะการทำงานไว้ได้ เขียนได้ดังนี้</p>
5	<p style="text-align: center;">การทำงานตามแลคเตอร์ไลอะแกรม</p> 	<p>เมื่ออยู่ในโหมด RUN อินพุต 00 และ 01 อยู่ในสถานะ On ทำให้คอนแทค 00 และ 01 ในแลคเตอร์ไลอะแกรมอยู่ในตำแหน่งปิด</p>
6	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิทช์ S2 แล้วปล่อย</p> 	<p>เมื่อกดสวิทช์ S2 ทำให้ HR0 ทำงาน แล้วทำให้เอาต์พุต 200 ทำงาน</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิทช์ S2 แล้วปล่อย</p> 	<p>ปล่อยมือจากสวิทช์ S2 HR0 ทำงาน และเอาต์พุต 200 ยังคงทำงานได้อยู่</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
7		<p>เอาต์พุต 200 ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน</p>
8	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p> 	<p>เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p> 	<p>ทำให้ HRO และเอาต์พุต 200 หยุดทำงาน</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p> 	<p>ปล่อยมือจากสวิตช์ S1 HRO และเอาต์พุต 200 ยังคงหยุดทำงาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
9	<p style="text-align: center;">เมื่อโอเวอร์โวลติจ์ F3 ทำงาน</p> 	เมื่อโอเวอร์โวลติจ์ F3 ทำงาน
	<p style="text-align: center;">เมื่อโอเวอร์โวลติจ์ F3 ทำงาน</p> 	ทำให้ HR0 และเอาต์พุต 200 หยุดทำงาน
	<p style="text-align: center;">เมื่อโอเวอร์โวลติจ์ F3 ทำงาน</p> 	รีเซ็ตโอเวอร์โวลติจ์ F3 HR0 และเอาต์พุต 200 ยังคงหยุดทำงาน
10		เอาต์พุต 200 หยุดทำงาน ทำให้ออเตอร์ไฟฟ้า MI หยุดทำงาน

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
11	<p style="text-align: center;">การต่ออุปกรณ์ อินพุต : เอาต์พุต</p> 	การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต
12	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
13	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ PC เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V</p> <p>(PC บางรุ่น/บางยี่ห้อ มี แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ในตัว)</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อขั้วหนึ่งของอุปกรณ์อินพุต ทุกตัวเข้าด้วยกัน แล้วต่อเข้ากับ ขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์โอเมต</p> 	<p>ต่อขั้วที่เหลือของอุปกรณ์อินพุต เข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่ กำหนด</p>
14	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 เข้ากับสาย L ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p> <p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับ ขั้วใดขั้วหนึ่งของคอยล์ K1</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>
15	<p style="text-align: center;">การตรวจสอบการทำงาน</p> 	<p>การตรวจสอบการทำงาน</p>



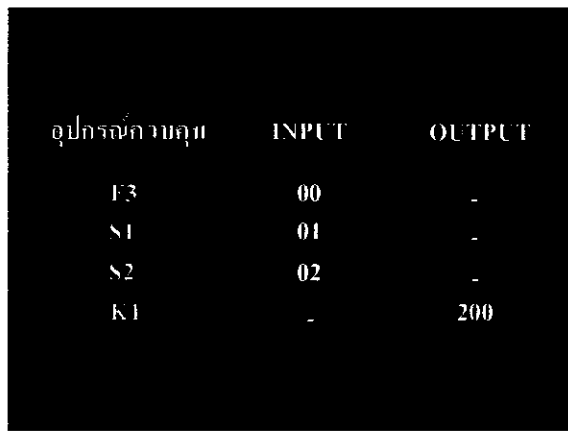
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
16		ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แล้วสังเกตรการแสดงผลที่ อินพุต/เอาต์พุต อินดิเคเตอร์
		วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off
17	พื้นที่นำเงินตัวหนังสือสีเหลือง	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - มลิต โคย	
	CG ₂ - อุทัย สุมาลย์	
	CG ₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน	

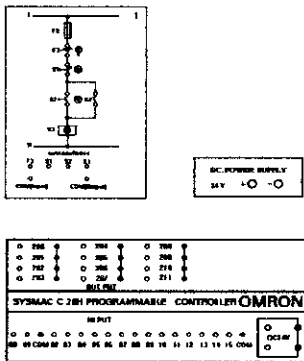
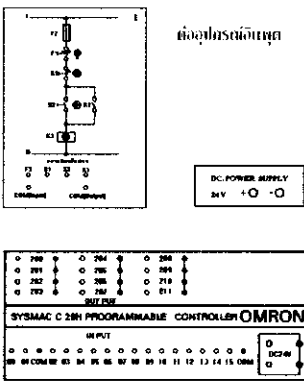
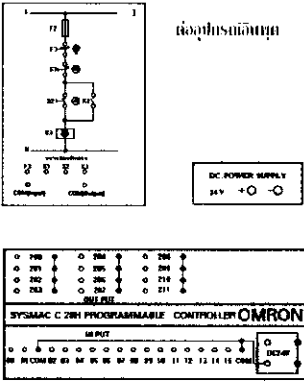
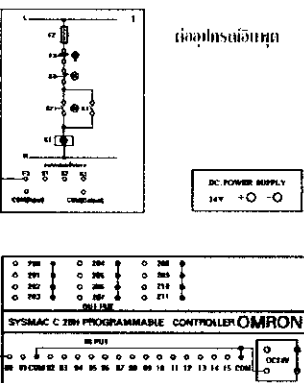
บทมัลติมีเดีย

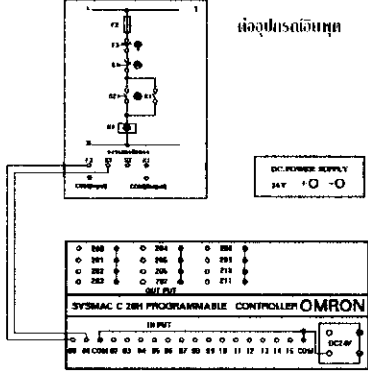
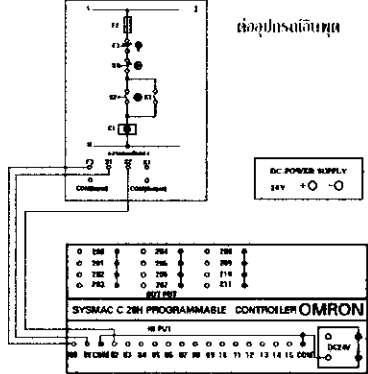
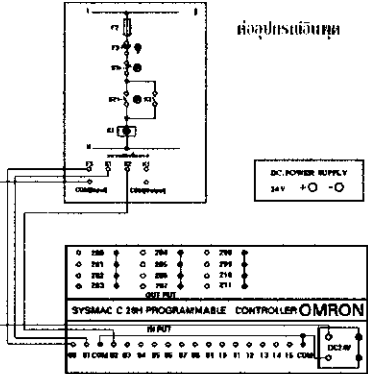
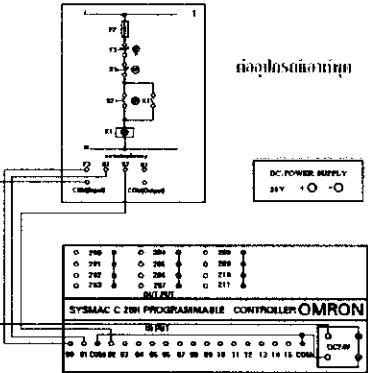
เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถ่ายตรง

หน่วยประสงค์การเรียนรู้ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสงค์การเรียนรู้ที่ 9.1 การควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต CG ₁ - มัลติมีเดีย CG ₂ - เรื่อง CG ₃ - การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
2		การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต
3		เมื่อกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตาราง

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4		<p>อุปกรณ์ควบคุมใช้ PLC OMRON รุ่น C 28 H และใช้ โหลดจำลอง 1 แทนโหลดจริง</p>
	 <p>ต่อโหลดจริงทุก</p>	<p>การต่ออุปกรณ์อินพุต</p>
	 <p>ต่อโหลดจริงทุก</p>	<p>ต่อขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC เข้ากับจุดต่อร่วมอินพุต</p>
	 <p>ต่อโหลดจริงทุก</p>	<p>ต่อจุดต่อ F3 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 00</p>

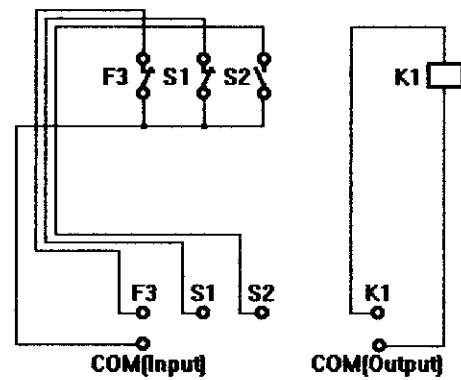
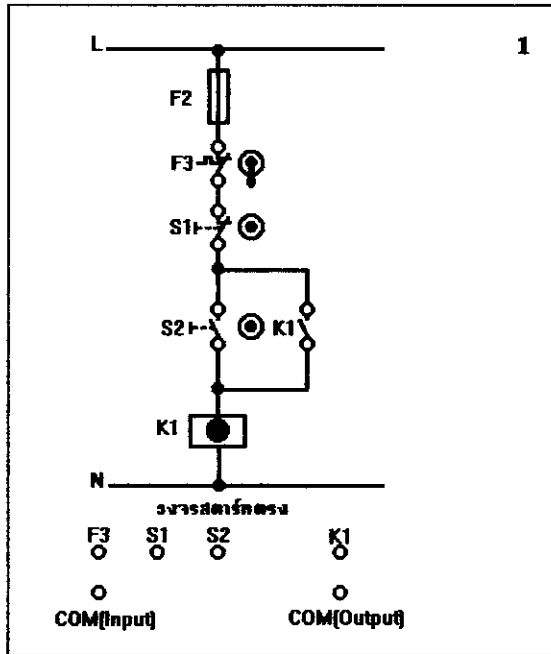
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p>ล่ออุปกรณอินพุต</p>  <p>DC POWER SUPPLY 24V + -</p> <p>OMRON SYSMAC C 20H PROGRAMMABLE CONTROLLER</p>	<p>ต่อจุดต่อ S1 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 01</p>
	<p>ล่ออุปกรณอินพุต</p>  <p>DC POWER SUPPLY 24V + -</p> <p>OMRON SYSMAC C 20H PROGRAMMABLE CONTROLLER</p>	<p>ต่อจุดต่อ S2 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 02</p>
	<p>ล่ออุปกรณอินพุต</p>  <p>DC POWER SUPPLY 24V + -</p> <p>OMRON SYSMAC C 20H PROGRAMMABLE CONTROLLER</p>	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ โหนดจำลองหมายเลข 1 เข้ากับ ขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC</p>
	<p>ล่ออุปกรณเอาต์พุต</p>  <p>DC POWER SUPPLY 24V + -</p> <p>OMRON SYSMAC C 20H PROGRAMMABLE CONTROLLER</p>	<p>การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p>ต่อขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก เข้ากับ จุดต่อร่วมเอาต์พุต 200</p>	<p>ต่อขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก เข้ากับ จุดต่อร่วมเอาต์พุต 200</p>
	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับจุดต่อ K1</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับจุดต่อ K1</p>
	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 1 เข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก</p>	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 1 เข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก</p>
<p>5</p>	<p>FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p> <p>CG₁ - พลิต โดย</p> <p>CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <p>CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <p>FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

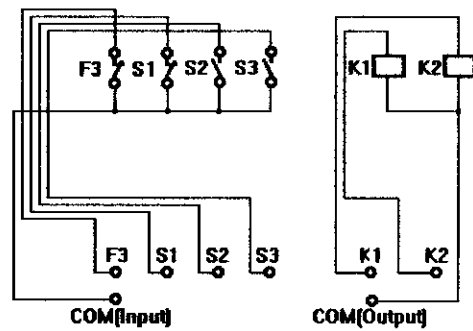
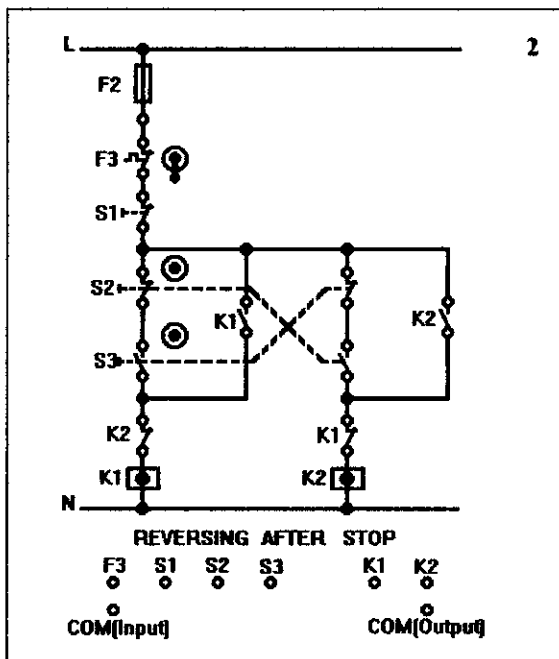
โหลดจำลองหมายเลข 1-2

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสบการณ์ครั้งที่ 9.1-9.2



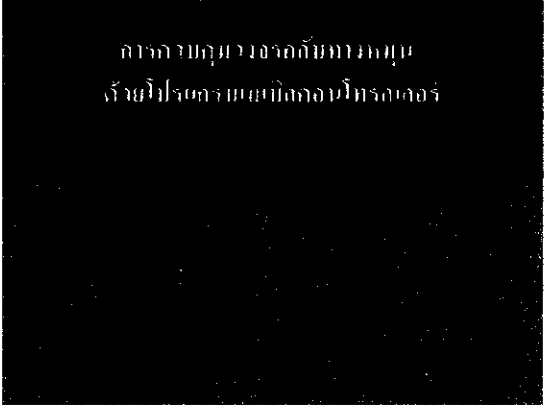
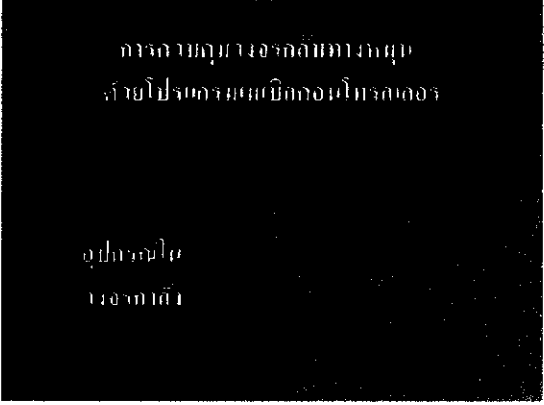
แสดงภาพด้านหน้า และ Wiring Diagram ของโหลดจำลองหมายเลข 1

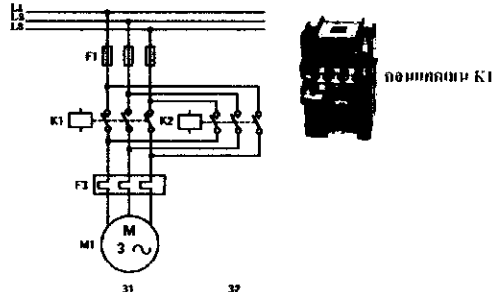
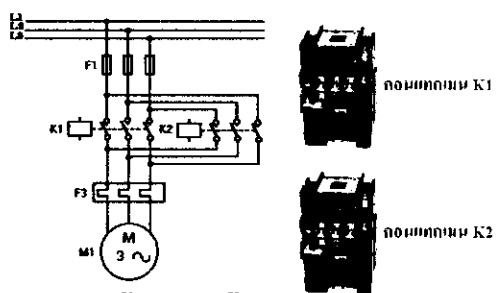
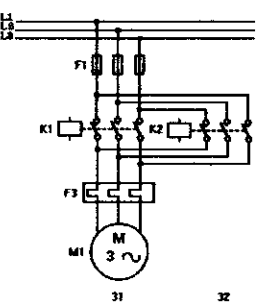
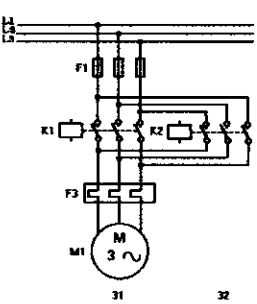


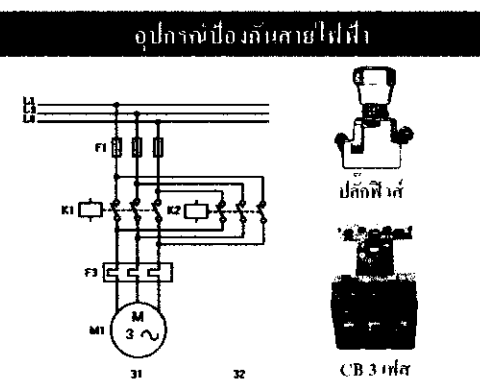
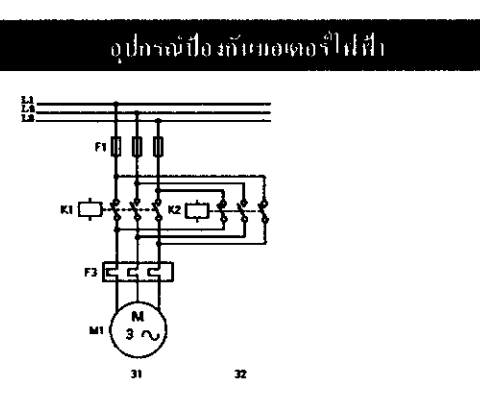
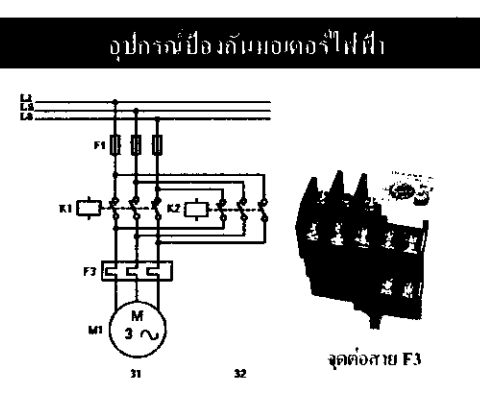
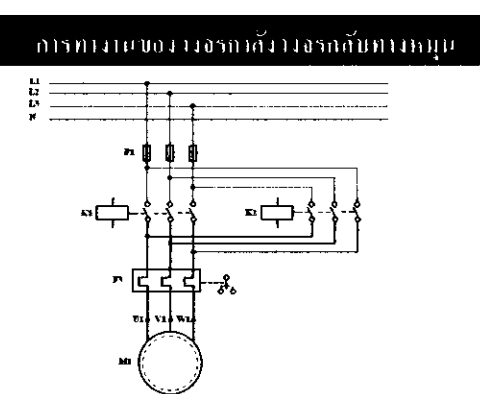
แสดงภาพด้านหน้า และ Wiring Diagram ของโหลดจำลองหมายเลข 2

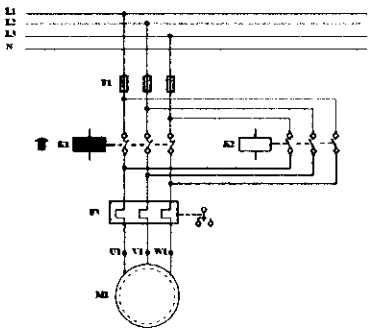
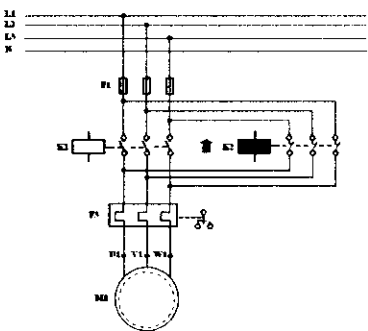
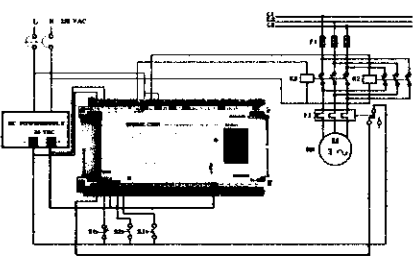
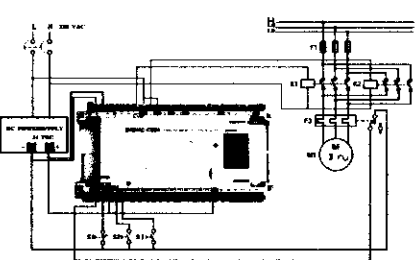
บทมัลติมีเดีย

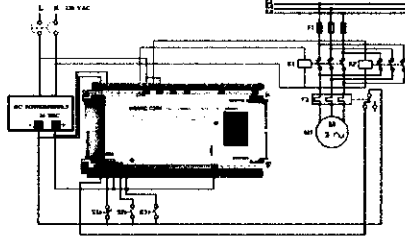
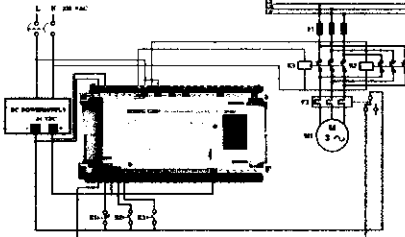

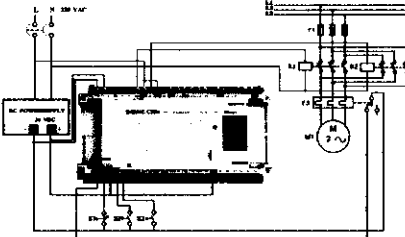

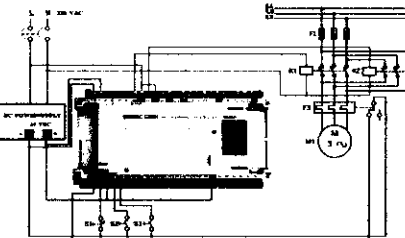

เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว
 ประสบการณ์รองที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

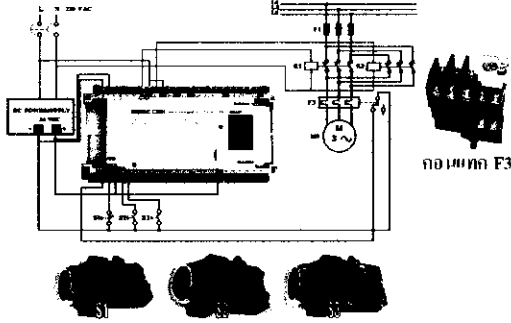
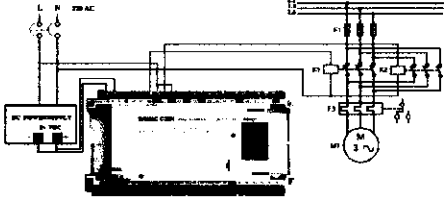

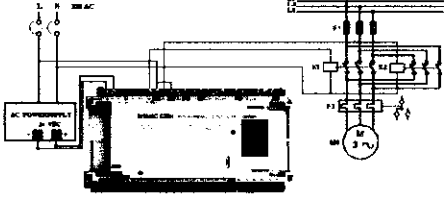

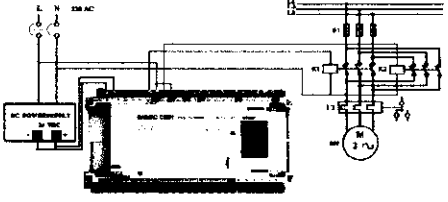
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FI. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	FI คนตรีประจำรายการ ↕ FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - มัลติมีเดีย	
	CG ₂ - เรื่อง	
	CG ₃ - ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	
	FO. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	
2	 <p>การควบคุมมอเตอร์กลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรกลับทางหมุน ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย
	 <p>การควบคุมมอเตอร์กลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>อุปกรณ์ในวงจรกำลัง</p>	อุปกรณ์ในวงจรกำลัง


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้าและกลับทวนหมุน</p> 	<p>แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ใช้ส่วนของคอนแทคเมน</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้าและกลับทวนหมุน</p> 	<p>และ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ใช้ส่วนของคอนแทคเมน</p>
5	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกัน สายไฟฟ้าวงจรกำลัง ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p>  <p style="text-align: center;">ปลั๊กฟิวส์</p>	<p>ปลั๊กฟิวส์</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส</p>
6	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p> 	<p>โอเวอร์โวลติจรีเลย์ F3 ใช้ส่วนของจุดต่อสายไฟฟ้าวงจรกำลัง</p>
7	<p style="text-align: center;">การทำงานของวงจรกำบังวงจรถับทางหมุน</p> 	<p>การทำงานของวงจรกำบังวงจรถับทางหมุน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
8	<p style="text-align: center;">หมุนตามเข็มนาฬิกา</p> 	<p>เมื่อ K1 ทำงาน ทำให้คอนแทคเมน K1 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคอนแทคเมน K1 จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หมุนตามเข็มนาฬิกา</p>
9	<p style="text-align: center;">หมุนตามเข็มนาฬิกา</p> 	<p>เมื่อ K2 ทำงาน ทำให้คอนแทคเมน K2 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคอนแทคเมน K2 จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หมุนทวนเข็มนาฬิกา</p>
10	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรควบคุม</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุมประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรควบคุม</p>  <p style="text-align: center;">โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
11	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	อุปกรณ์อัตโนมัติประกอบด้วย
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p>  	สวิตช์หยุดการทำงาน S1
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p>  	สวิตช์ควบคุมเลือกการทำงาน หมุนตามเข็มนาฬิกา S2
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p>  	สวิตช์ควบคุมเลือกการทำงาน หมุนทวนเข็มนาฬิกา S3

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อิมพัลส์</p>  <p style="text-align: right;">กล่องเทก F3</p>	<p>คอนแทคของ โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3</p>
12	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>อุปกรณ์เอาต์พุตประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p>  	<p>คอยล์ของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p>  	<p>และ คอยล์ของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2</p>

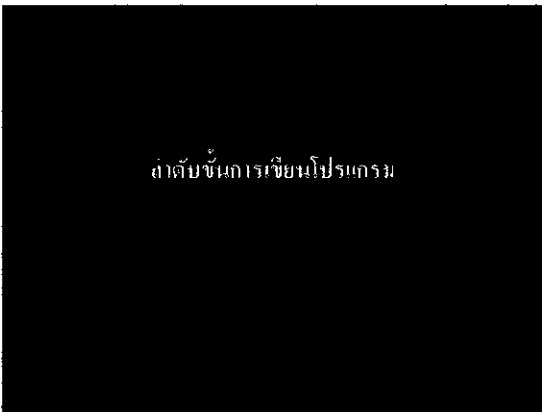
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
13	FI. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	SI/ CG ₁ - ผลิต โคช	
	SI/ CG ₂ - อุทัย สุมาลย์	
	SI/ CG ₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน	
	FO. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ	

บทสไลด์คอมพิวเตอร์

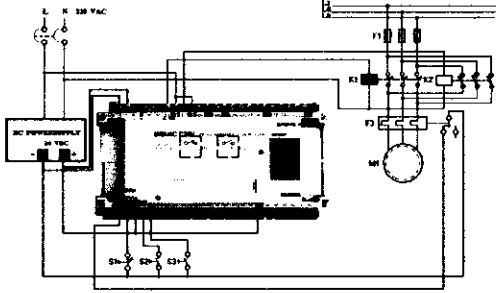
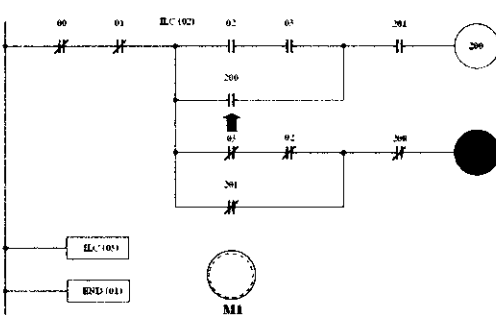
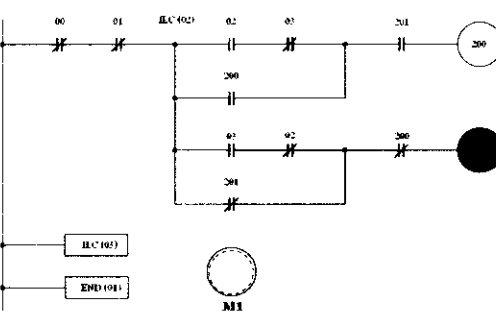
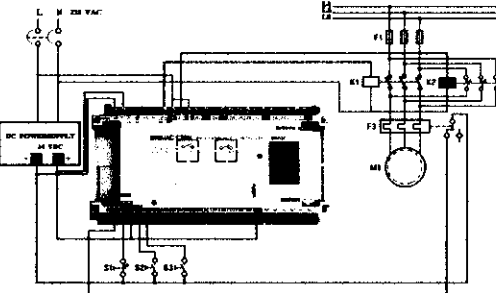
ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

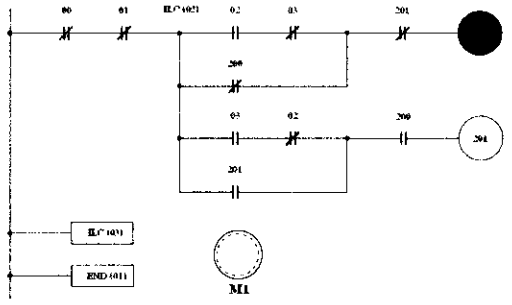
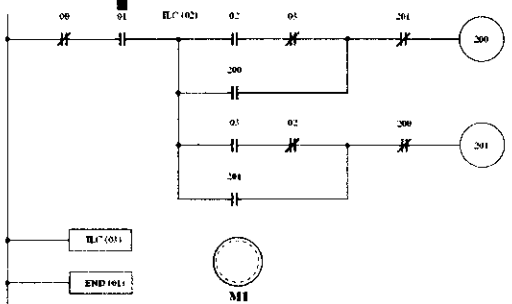
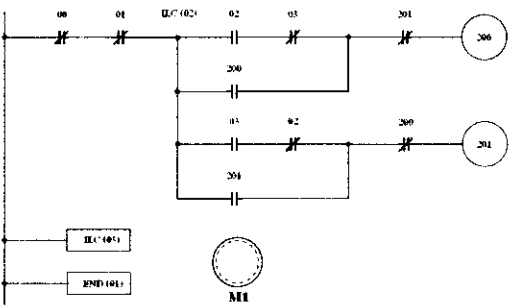
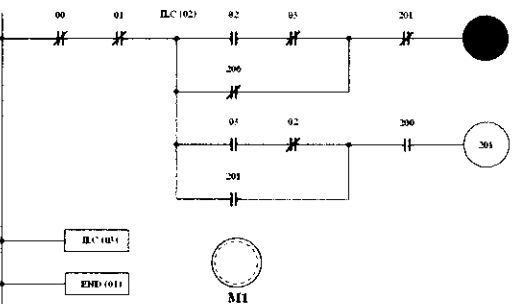
หน่วยประสงค์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

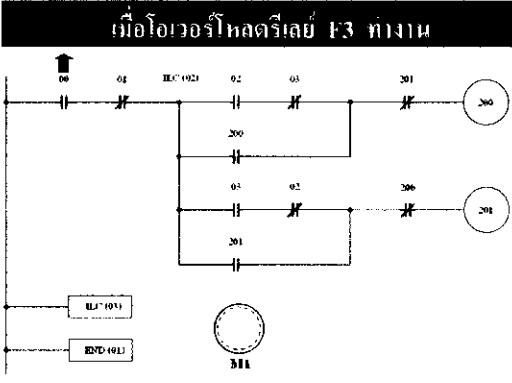
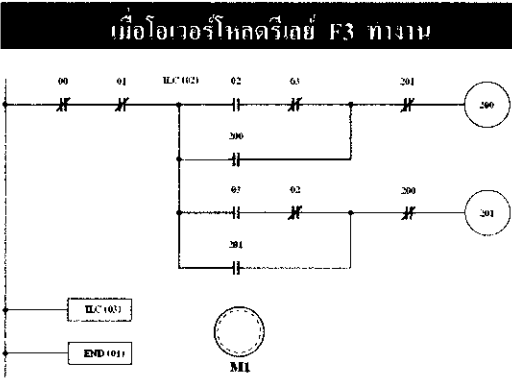
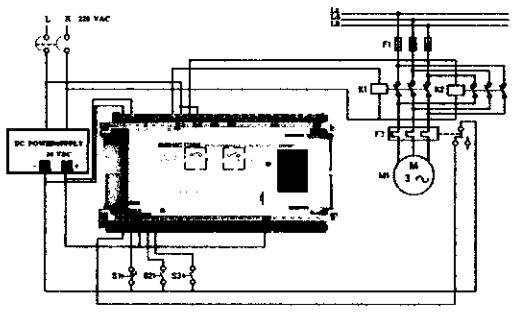
ประสงค์ที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

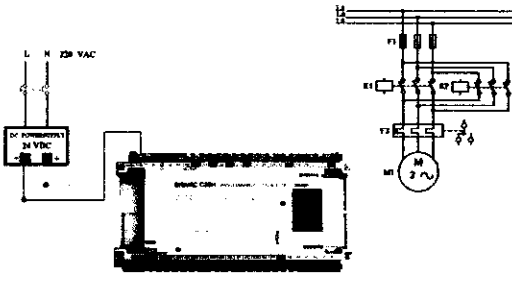
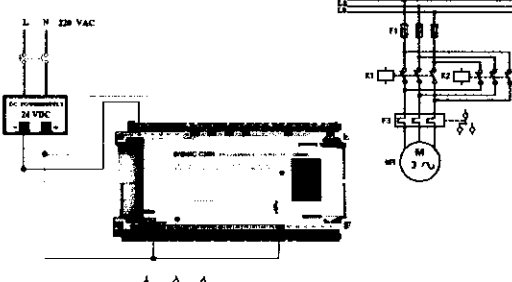
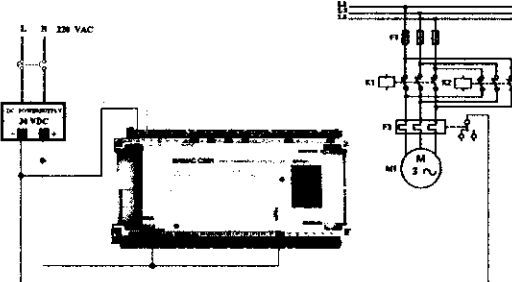
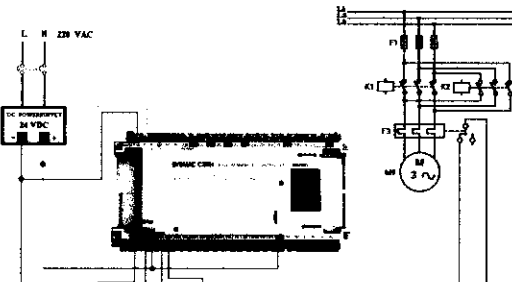
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง																					
1	<p>พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์</p> <p>CG₂ - ประสิทธิภาพที่ 9.2.1</p> <p>CG₃ - การศึกษาการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>CG₄ - เรื่อง</p> <p>CG₅ - ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↑</p> <p>↓</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>																					
2	 <p>ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม</p>	<p>ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วย</p>																					
3	<p>การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต</p> <table border="1" data-bbox="453 1442 994 1850"> <thead> <tr> <th>จุดต่ออินพุต</th> <th>INPL1</th> <th>OL CPL1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I3</td> <td>00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>01</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>02</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>03</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>-</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>-</td> <td>201</td> </tr> </tbody> </table>	จุดต่ออินพุต	INPL1	OL CPL1	I3	00	-	S1	01	-	S2	02	-	S3	03	-	K1	-	200	K2	-	201	<p>การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตัวอย่าง</p> <p>F3 ตำแหน่งอินพุต 00</p> <p>S1 ตำแหน่งอินพุต 01</p> <p>S2 ตำแหน่งอินพุต 02</p> <p>S3 ตำแหน่งอินพุต 03</p> <p>K1 ตำแหน่งเอาต์พุต 200</p> <p>K2 ตำแหน่งเอาต์พุต 201</p>
จุดต่ออินพุต	INPL1	OL CPL1																					
I3	00	-																					
S1	01	-																					
S2	02	-																					
S3	03	-																					
K1	-	200																					
K2	-	201																					

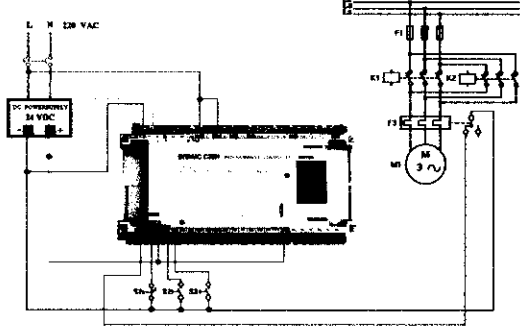
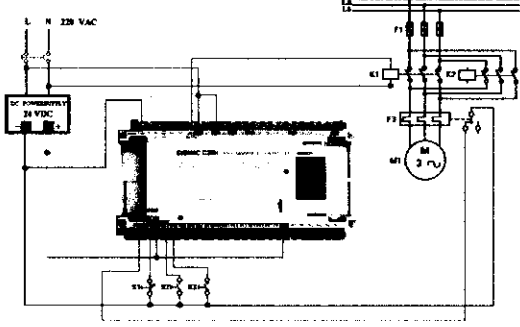
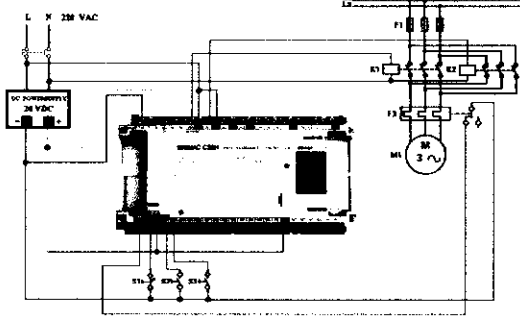

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4	<p style="text-align: center;">เขียนแลคเกอร์ไคอะแกรม</p>	เขียนแลคเกอร์ไคอะแกรมได้ ดังนี้
5	<p style="text-align: center;">การทำงานตามแลคเกอร์ไคอะแกรม</p>	เมื่ออยู่ในโหมด RUN อินพุต 00 และ 01 อยู่ในสถานะ On ทำให้ คอนแทค 00 และ 01 ใน แลคเกอร์ไคอะแกรม อยู่ในตำแหน่งปิด
6	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิทช์ S2 แล้วปล่อย</p>	เมื่อกดสวิทช์ S2 ทำให้ เอาต์พุต 200 ทำงาน
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิทช์ S2 แล้วปล่อย</p>	ปล่อยมือจากสวิทช์ S2 เอาต์พุต 200 ยังคงทำงานได้อยู่

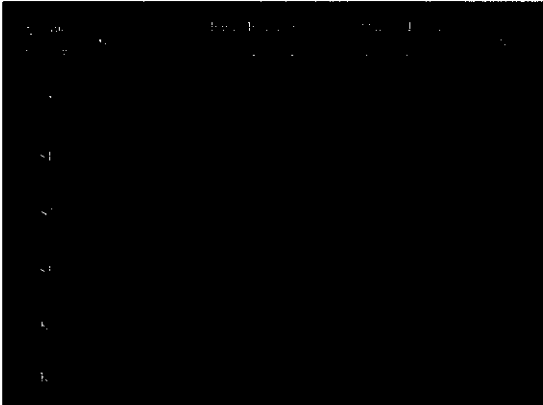
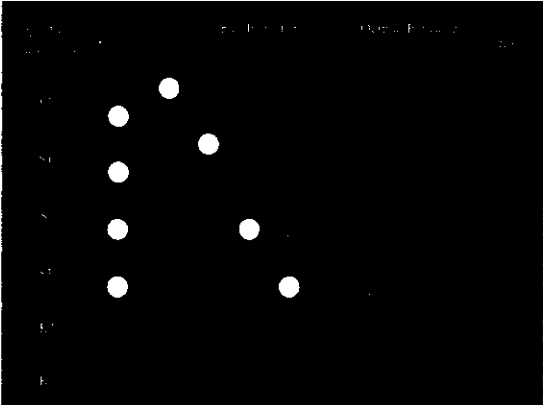
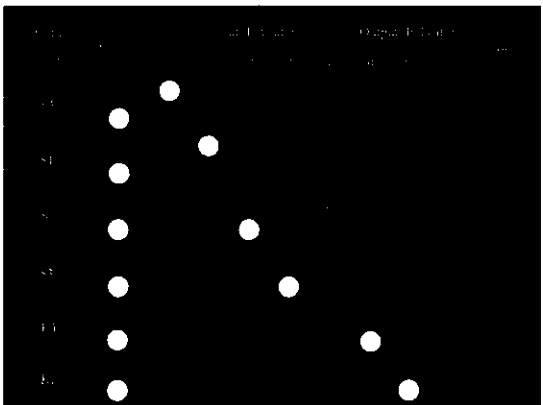
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
7		<p>เอาต์พุต 200 ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน หมุนตามเข็มนาฬิกา</p>
8	<p>เมื่อกดสวิตช์ S3 แล้วย่อ</p> 	<p>เมื่อกดสวิตช์ S3 ทำให้เอาต์พุต 201 ทำงาน</p>
8	<p>เมื่อกดสวิตช์ S3 แล้วย่อ</p> 	<p>ปล่อยมือจากสวิตช์ S3 เอาต์พุต 201 ยังคงทำงานได้อยู่</p>
9		<p>เอาต์พุต 201 ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน หมุนทวนเข็มนาฬิกา</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
10	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p> 	เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p> 	ทำให้เอาต์พุต 200 หยุดทำงาน
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p> 	ปล่อยมือจากสวิตช์ S1 เอาต์พุต 200 ยังคงหยุดทำงาน
11	<p style="text-align: center;">เมื่อโอเวอร์โวลติจ์ F3 ทำงาน</p> 	เมื่อโอเวอร์โวลติจ์ F3 ทำงาน

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">เมื่อโอเวอร์โวลติจ์ F3 ทำงาน</p> 	<p>ทำให้เอาต์พุต 200 หยุดทำงาน</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อโอเวอร์โวลติจ์ F3 ทำงาน</p> 	<p>รีเซ็ตโอเวอร์โวลติจ์ F3 เอาต์พุต 200 ยังคงหยุดทำงาน</p>
<p>12</p>		<p>เอาต์พุต 200 หยุดทำงาน ทำให้ มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน</p>
<p>13</p>	<p style="text-align: center;">การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>	<p>การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
14	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
15	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ PC เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V (PC บางรุ่น/บางยี่ห้อ มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ในตัว)
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	ต่อขั้วหนึ่งของอุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้าด้วยกัน แล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	ต่อขั้วที่เหลือของอุปกรณ์อินพุตเข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนด

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
16	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 และ 201 เข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับ ขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K1 และขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 ต่อเข้ากับสาย N ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับ ขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K2 และขั้วที่เหลือของคอยล์ K2 ต่อเข้ากับสาย N ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC</p>
17	<p style="text-align: center;">การตรวจสอบการทำงาน</p> 	<p>การตรวจสอบการทำงาน</p>

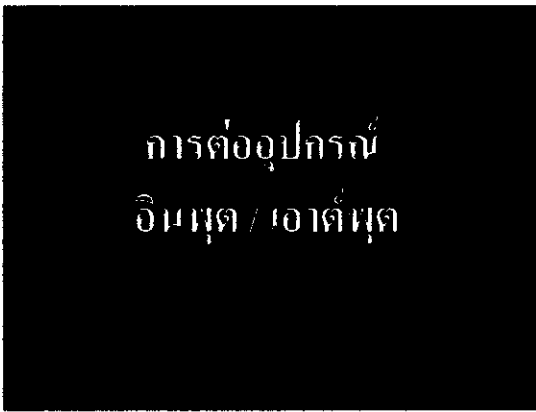
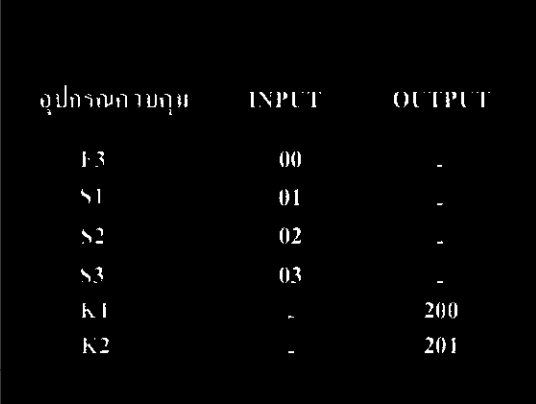
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
18		<p>ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แล้วสังเกตการแสดงผลที่ อินพุต/เอาต์พุต อินดิเคเตอร์</p>
		<p>การทำงานของอุปกรณ์อินพุต วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off</p>
		<p>การทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off</p>
19	<p>พื้นที่นำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <hr/> <p>CG₁ - พลิตโตย</p> <hr/> <p>CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <hr/> <p>CG₃ - แหนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p style="text-align: center;">↑</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

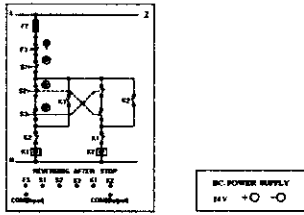
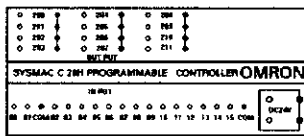
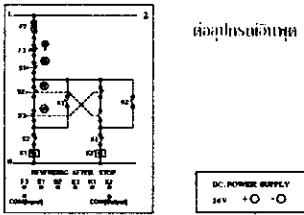
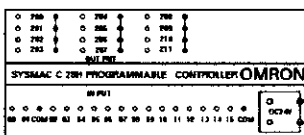
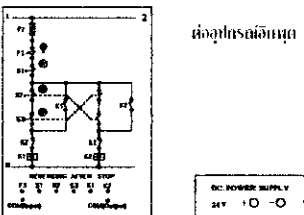
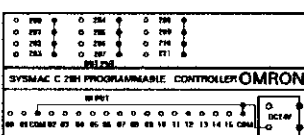
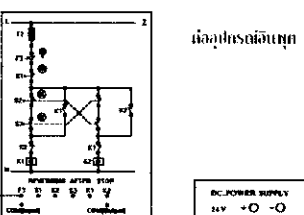
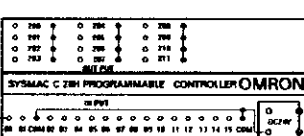
บทมัลติมีเดีย

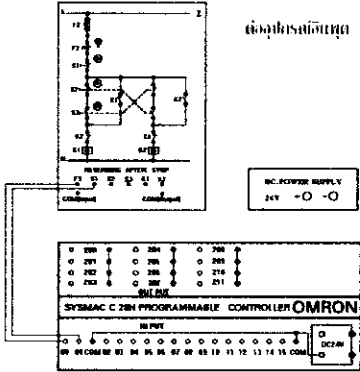
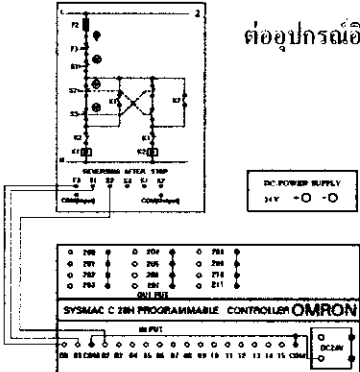
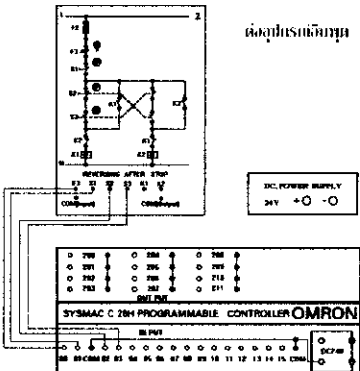
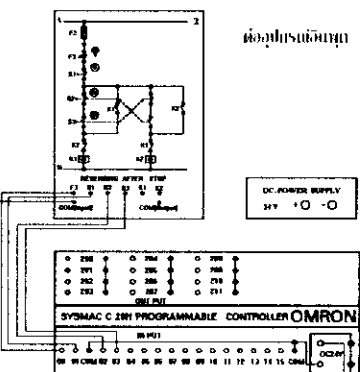
เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน

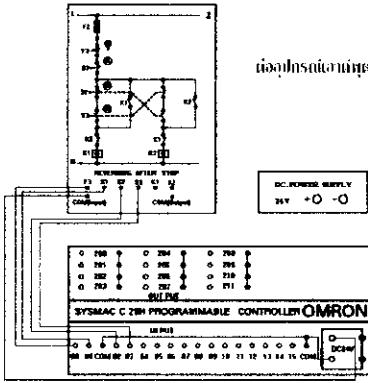
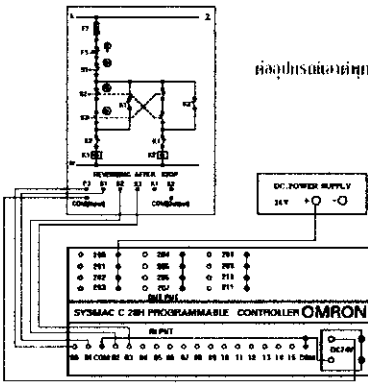
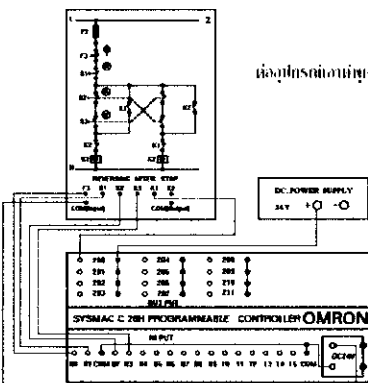
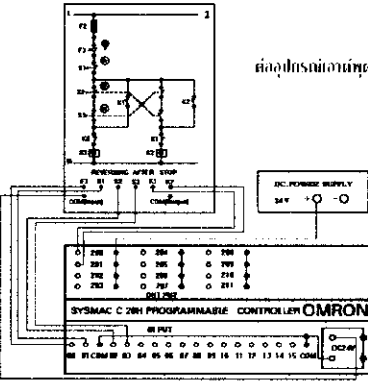
หน่วยประสภการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

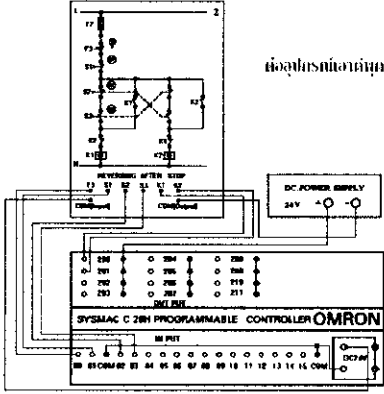
ประสภการณ์รองที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต CG ₁ - มัลติมีเดีย CG ₂ - เรื่อง CG ₃ - การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร กลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	FI คนตรีประจำรายการ ↑ ↓ FO คนตรีประจำรายการ
2		การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต
3		เมื่อกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตาราง

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4	 <p>DC POWER SUPPLY 24V +○ -○</p>  <p>SYSMAC C 28H PROGRAMMABLE CONTROLLER OMRON</p>	<p>อุปกรณ์ควบคุมใช้ PLC OMRON รุ่น C 28 H และใช้โหลดจำลองหมายเลข 2 แทนโหลดจริง</p>
	 <p>DC POWER SUPPLY 24V +○ -○</p>  <p>SYSMAC C 28H PROGRAMMABLE CONTROLLER OMRON</p>	<p>การต่ออุปกรณ์อินพุต</p>
	 <p>DC POWER SUPPLY 24V +○ -○</p>  <p>SYSMAC C 28H PROGRAMMABLE CONTROLLER OMRON</p>	<p>ต่อขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC เข้ากับ จุดต่อร่วมอินพุต</p>
	 <p>DC POWER SUPPLY 24V +○ -○</p>  <p>SYSMAC C 28H PROGRAMMABLE CONTROLLER OMRON</p>	<p>ต่อจุดต่อ F3 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 00</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p>ต่อปลั๊กอินทุก</p> 	<p>ต่อจุดต่อ S1 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 01</p>
	<p>ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อ S2 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 02</p>
	<p>ต่อปลั๊กอินทุก</p> 	<p>ต่อจุดต่อ S3 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 03</p>
	<p>ต่อปลั๊กอินทุก</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ โหลดจำลองหมายเลข 2 เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p>ลวดโปรแกรม</p>  <p>DC POWER SUPPLY 24V + -</p> <p>OMRON SYSMAC C 20H PROGRAMMABLE CONTROLLER</p>	<p>การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p>
	<p>ลวดโปรแกรม</p>  <p>DC POWER SUPPLY 24V + -</p> <p>OMRON SYSMAC C 20H PROGRAMMABLE CONTROLLER</p>	<p>ต่อขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก เข้ากับ จุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 - 201</p>
	<p>ลวดโปรแกรม</p>  <p>DC POWER SUPPLY 24V + -</p> <p>OMRON SYSMAC C 20H PROGRAMMABLE CONTROLLER</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับ จุดต่อ K1</p>
	<p>ลวดโปรแกรม</p>  <p>DC POWER SUPPLY 24V + -</p> <p>OMRON SYSMAC C 20H PROGRAMMABLE CONTROLLER</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับ จุดต่อ K2</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	 <p>ต่ออุปกรณ์ภายนอก</p>	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุตของ โหนดจำลองหมายเลข 2 เข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก</p>
5	<p>FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p> <p>CG₁ - หลีตโต</p> <p>CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <p>CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <p>FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↕</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

**เครื่องมือประเมิน
หน่วยประสบการณ์ที่ 9**

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

หน่วยประเมินครั้งที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสบการณ์ครั้งที่ 9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์ครั้งที่ 9.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรถกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นรายกลุ่ม ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานและหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
1. ชั้นเตรียม		
1.1 เตรียม วัสดุ/อุปกรณ์	3	3 เตรียม 0 ไม่เตรียม
1.2 ตรวจสอบ วัสดุ/อุปกรณ์	3	3 ปฏิบัติ 0 ไม่ปฏิบัติ
รวม	6	
2. ชั้นปฏิบัติ		
2.1 เขียนโปรแกรม	10	10 ถูกต้องทั้งหมดจากการตรวจครั้งที่ 1 8 ถูกต้องทั้งหมดหลังการแก้ไข 5 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป 0 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50
2.2 ต่ออุปกรณ์อินพุต	10	(ข้อที่ 2.1 – 2.4 ใช้เกณฑ์เดียวกัน)
2.3 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	10	
2.4 การทำงานของโปรแกรม	10	
รวม	40	
3. ชั้นผลสำเร็จ		
3.1 ตอบคำถาม	20	
3.1.1 การเขียนโปรแกรม		5 ถูกต้องทั้งหมด 3 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป 1 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป แต่ไม่ถึงร้อยละ 75 0 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
3.1.2 การต่ออุปกรณ์อินพุต 3.1.3 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต 3.1.4 การทำงานของโปรแกรม 3.2 การนำเสนอผลงานต่อครูและเพื่อน 3.3 การวิพากษ์งานเพื่อน 3.4 รายงานผลการปฏิบัติงาน	10 5 5	(ข้อที่ 3.1.1 – 3.1.4 ใช้เกณฑ์เดียวกัน) 10 ถูกต้องครบถ้วน การนำเสนอดี 8 ถูกต้องครบถ้วน การนำเสนอไม่ดี 5 เนื้อหาไม่ครบถ้วน การนำเสนอดี 1 เนื้อหาไม่ครบถ้วน การนำเสนอไม่ดี 5 ชักถามและเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์ 2 ชักถามไม่เสนอแนะ 0 ไม่เสนอแนะ ไม่ชักถาม 5 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน รูปแบบถูกต้อง 3 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน รูปแบบไม่ถูกต้อง 2 เนื้อหาถูกต้องแต่ไม่ครบ รูปแบบถูกต้อง 1 เนื้อหาถูกต้องแต่ไม่ครบ รูปแบบไม่ถูกต้อง
รวม	40	
4. ชิ้นงานนิสัยการปฏิบัติงาน 4.1 การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ 4.2 การเก็บวัสดุอุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน 4.3 รักษาความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน 4.4 ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด	2 2 5 5	2 ทำสม่ำเสมอ 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ 2 ทำสม่ำเสมอ 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ 5 สะอาด 0 ไม่สะอาด 5 ใช้เวลาพอดี 3 เลขเวลาไม่เกิน 10 นาที 0 เลขเวลาเกิน 10 นาที
รวม	14	
รวมทั้งหมด	100	

เกณฑ์การประเมินผล

ต้องได้คะแนนขั้นปฏิบัติไม่น้อยกว่า 32 คะแนน และคะแนนขั้นผลสำเร็จไม่น้อยกว่า 25 คะแนน

ใส่อักษร A-D ตามระดับผลการประเมิน ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน ใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนนรวม 80 คะแนน ขึ้นไป	ดีมาก	แสดงด้วยอักษร A
คะแนนรวม 70-79 คะแนน	ดี	แสดงด้วยอักษร B
คะแนนรวม 50-69 คะแนน	ปานกลาง	แสดงด้วยอักษร C
คะแนนรวมไม่ถึง 50 คะแนน	ต้องปรับปรุง	แสดงด้วยอักษร D

ตารางบันทึกการประเมินผลการปฏิบัติงาน

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสบการณ์รองที่ 9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 9.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง 1. บันทึกคะแนนตรงกับหัวข้อการประเมินและกลุ่ม

2. บันทึกผลการประเมินด้วยตัวอักษรแทนความหมายระดับผลการประเมิน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน / หัวข้อการประเมิน		คะแนน / กลุ่ม									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ขั้นเตรียม	เตรียมเครื่องมือ										
	เตรียมอุปกรณ์										
ขั้นปฏิบัติ	เขียนโปรแกรม										
	ต่ออุปกรณ์อินพุต										
	ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต										
	การทำงานของโปรแกรม										
ขั้นผลสำเร็จ	ตอบคำถาม	การเขียนโปรแกรม									
		การต่ออุปกรณ์อินพุต									
		ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต									
		การทำงานของโปรแกรม									
	การนำเสนอผลงานต่อครูและเพื่อน										
	การวิพากษ์งานเพื่อน										
	รายงานผลการปฏิบัติงาน										
ขั้นปฏิบัติงาน	การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์										
	การเก็บวัสดุอุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน										
	รักษาความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน										
	ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด										
รวมคะแนน											
ผลการประเมิน (A, B, C)											

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม

วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

คำชี้แจง ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นรายกลุ่ม ตามหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด

หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	5	5 สม่าเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่มีความรับผิดชอบ
2. ความตั้งใจในการทำงาน	5	5 สม่าเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่ตั้งใจ
3. ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน	5	5 สม่าเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่ให้ความร่วมมือหรือร่วมมืออย่างไม่เต็มใจ
4. การแก้ปัญหา	5	5 ร่วมกันแก้ปัญหจนสำเร็จทุกเรื่อง 3 ร่วมกันแก้ปัญหาได้บางเรื่อง 1 แก้ปัญหาไม่ได้
5. การแสดงความคิดเห็นและการรับฟังผู้อื่น	5	5 ทำอย่างสม่าเสมอ 3 ทำเป็นบางครั้ง 1 ไม่แสดงความคิดเห็นและรับฟังผู้อื่น

เกณฑ์การประเมินผล

ใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

23 คะแนนขึ้นไป	ดี	แสดงด้วยอักษร A ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน
15 – 22 คะแนน	พอใช้	แสดงด้วยอักษร B ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน
1 – 14 คะแนน	ต้องปรับปรุง	แสดงด้วยอักษร C ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน

ตารางบันทึกการประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม
วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

- คำชี้แจง**
1. บันทึกคะแนนตรงกับหัวข้อการประเมินและกลุ่ม
 2. บันทึกผลการประเมินด้วยตัวอักษรแทนความหมายระดับผลการประเมิน

หัวข้อการประเมิน	คะแนน / กลุ่ม									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน										
2. ความตั้งใจในการทำงาน										
3. ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน										
4. การแก้ปัญหา										
5. การแสดงความคิดเห็นและการรับฟังผู้อื่น										
รวมคะแนน										
ผลการประเมิน (A, B, C)										

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....

แบบประเมินผลการทดสอบภาคปฏิบัติ

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสบการณ์รองที่ 9.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 9.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรถ่ายกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง ใช้ประเมินผลการทดสอบภาคปฏิบัติ ก่อน/หลัง เഴริญประสบการณ์

หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. ต่ออุปกรณ์อินพุต	5	5 ถูกต้องทั้งหมด
2. ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	5	3 ถูกเกินร้อยละ 50 แต่ไม่ถึงร้อยละ 100 1 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50 0 ไม่ถูกต้อง (ข้อที่ 1 – 2 ให้เกณฑ์เดียวกัน)

ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

**เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง**

หน่วยประสบการณ์ที่ 10

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

โดย

อูทัย สุมามาลย์

แบบเสนอหน่วยประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

รหัสวิชา 2104-2114

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ผู้สอน นายอุทัย สุมาภรณ์

หน่วยประสบการณ์	ประสบการณ์หลัก	ประสบการณ์รอง
10. การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน เรียงลำดับ	10.1 การควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	10.1.1 การศึกษาการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		10.1.2 การปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	10.2 การควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	10.2.1 การศึกษาการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		10.2.2 การปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แบบแผนภารกิจและงาน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
 เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง

ประสบการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
10.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ
10.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	1.1 จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหลดจำลองหมายเลข 3
	2. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร

ประเภทการตรวจ	ภารกิจ	งาน
		2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 3
	3. ดำเนินการควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	<p>3.1 ชมมัลติมิเตอร์เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์</p> <p>3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ใช้คำสั่งที่กำหนดให้</p> <p>3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหนดจำลอง หมายเลข 3 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 10.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของโหนดจำลอง หมายเลข 3 เข้ากับจุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 10.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุตทุกตัวของโหนดจำลองหมายเลข 3</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ เอาต์พุตทุกตัวของโหนดจำลองหมายเลข 3</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม ควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้ โหนดจำลองหมายเลข 3</p>
	4. รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ	<p>4.1 นำเสนอผลงาน</p> <p>4.2 วิพากษ์</p> <p>4.3 สรุปผล</p>

แบบแผนอภรกิจและงาน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง

ประสบการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
10.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ
10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	1.1 จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหลดจำลองหมายเลข 4
	2. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

ประสพการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
		2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลองหมายเลข 4
	3. ดำเนินการควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ	3.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม- เมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ใช้คำสั่งที่กำหนดให้ 3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหลดจำลอง หมายเลข 4 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 10.4 ในประมวลสาระ 3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของโหลดจำลอง หมายเลข 4 เข้ากับจุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 10.4 ในประมวลสาระ 3.5 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุตทุกตัวของโหลดจำลองหมายเลข 4 3.6 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ เอาต์พุตทุกตัวของโหลดจำลองหมายเลข 4 3.7 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม ควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้ โหลดจำลองหมายเลข 4
	4. รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล 4.4 ทำแบบฝึกหัด

แผนการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

รหัสวิชา 2104-2114

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

เวลา 4 ชั่วโมง

ประสบการณ์

ประสบการณ์หลัก	ประสบการณ์รอง
10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	10.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 10.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	10.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์

- หลังจากเผชิญประสบการณ์ “การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
- หลังจากเผชิญประสบการณ์ “การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

บริบทและสถานการณ์

บริบท

การเผชิญประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ มีกิจกรรม 2 อย่าง ที่นักศึกษาต้องเผชิญประสบการณ์ตามลำดับก่อนหลัง คือ (1) การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ทั้ง 2 กิจกรรม ต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมกัน คือ สายเสียบวงจรคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ จอภาพ เครื่องขยายเสียง โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียม

โหลคจำลองหมายเลข 3 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
ต้องเตรียมโหลคจำลองหมายเลข 4 สถานที่เผชิญประสบการณ์ ได้แก่ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเม-
เบิลคอนโทรลเลอร์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าของบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจาก
บริษัทให้ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าในโรงงานผลิตสายตัวนำแกนเดี่ยว มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียง
ลำดับ มีรูปแบบการควบคุม 2 แบบ คือ (1) ทำงานเรียงลำดับด้วยมือ สำหรับสายพานลำเลียงม้วนสายไฟฟ้า
เข้าโกดัง และ (2) ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ สำหรับสายพานลำเลียงม้วนทองแดงเข้าสายการผลิต ซึ่ง
บริษัทได้เปลี่ยนระบบการควบคุมจากแบบกลไกไฟฟ้าเป็น โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาจึงต้องเข้า
รับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์

ขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์

ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์
เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 1 ข้อ

ขั้นที่ 2 ประชุมนิเทศการเผชิญประสบการณ์ เป็นการชี้แจงวัตถุประสงค์ ประสบการณ์ บริบท
และสถานการณ์ ขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ (ภารกิจ/งาน) สื่อ และ เครื่องมือการประเมิน

- วัตถุประสงค์การเรียนรู้มีดังนี้ (1) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน
อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติกรควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเม-
เบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง และ (2) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบาย
ขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติกรควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิล-
คอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

- ประสบการณ์ที่นักศึกษาต้องเผชิญ 2 ประสบการณ์ คือ (1) การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ
ด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วย
โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- บริบทในการเผชิญประสบการณ์ คือ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง สิ่งที่นักศึกษาต้องเตรียม คือ โปรแกรมเบิล-
คอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V สายเสียบวงจร โหลคจำลองหมายเลข 3 โหลคจำลอง
หมายเลข 4 และ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม

- สถานการณ์ บริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้เปลี่ยนระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
สายพานลำเลียงในโรงงานผลิตสายตัวนำแกนเดี่ยว วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือสำหรับสายพานลำเลียงม้วน
สายไฟฟ้าเข้าโกดัง วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติสำหรับสายพานลำเลียงม้วนทองแดงเข้าสายการผลิต
จากแบบกลไกไฟฟ้าเป็น โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าของบริษัทจึงต้อง
เข้ารับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์

- การกิจ/งาน ในการเผชิญประสบการณ์ คือ ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบ ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ ดำเนินการควบคุม และ รายงานผลการปฏิบัติงาน ในงานควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือและเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- สื่อที่ใช้ ได้แก่ ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V สายเสียบวงจร โหลดจำลองหมายเลข 3 และ โหลดจำลองหมายเลข 4

- การประเมิน จากการทำแบบทดสอบ สังเกตพฤติกรรม ทำแบบฝึกหัด และงานที่กำหนดให้ทำ ได้แก่ ปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือและเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 3 เผชิญประสบการณ์ นักเรียนต้องเผชิญประสบการณ์หลัก 2 ประสบการณ์ คือ (1) การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 4 รายงานความก้าวหน้า เมื่อนักศึกษาได้เผชิญประสบการณ์ โดยทำภารกิจและงานได้ระยะหนึ่งแล้ว นักศึกษาต้องรายงานความก้าวหน้าจากการเผชิญประสบการณ์ ดังนี้

- ประสบการณ์เรื่องที่ 10.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักเรียนต้องรายงานความก้าวหน้าเกี่ยวกับ การจัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกปฏิบัติ ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต และ ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม

- ประสบการณ์เรื่องที่ 10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักเรียนต้องรายงานความก้าวหน้าเกี่ยวกับ การจัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกปฏิบัติ ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต และ ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม

ขั้นที่ 5 รายงานผลการเผชิญประสบการณ์ เมื่อนักศึกษาได้เผชิญประสบการณ์หลักแต่ละประสบการณ์แล้ว นักศึกษาต้องรายงานผลการปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือและเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 6 สรุปผลการเผชิญประสบการณ์ เป็นการสรุปขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์และชี้แนะแหล่งความรู้เพิ่มเติม

ขั้นที่ 7 ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์ โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 1 ข้อ

สื่อและแหล่งประสบการณ์

สื่อเผชิญประสบการณ์	แหล่งประสบการณ์
1. ประมวลสาระ	1. ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มุมหนังสือ
2. สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ	2. มุมหนังสือ
3. มัลติมีเดีย	3. มุมหนังสือ
4. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	4. มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V	5. มุมวัสดุอุปกรณ์
6. สายเดี่ยววงจร	6. มุมวัสดุอุปกรณ์
7. โทลด์จำลองหมายเลข 3 - 4	7. มุมวัสดุอุปกรณ์ และ มุมแสดงผลงาน

การประเมิน

1. จากแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์
2. จากการทำแบบฝึกหัด
3. จากการปฏิบัติงานกลุ่ม ครอบคลุมการประเมิน ความร่วมมือในการทำงาน ความรับผิดชอบ การแสดงความคิดเห็น การแก้ปัญหา และการยอมรับคำแนะนำและปรับปรุง
4. จากงานที่กำหนดให้ทำ ประเมินแต่ละขั้นตอนของการทำงาน
 - 4.1 ปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 - 4.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. จากการบันทึกสาระสำคัญ

แผนเผชิญประสพการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

รหัสวิชา 2104-2114

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

หน่วยประสพการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

เวลา 4 ชั่วโมง

ประสพการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เวลา 2 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมาย และ อธิบายส่วนประกอบ การทำงาน ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง

2. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง

ประสพการณ์และบริบท

1. ประสพการณ์ที่คาดหวัง

นักศึกษาผ่านกระบวนการการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แล้ว สามารถปฏิบัติการควบคุมได้

2. บริบทและสถานการณ์

บริบท

นักศึกษาศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ และปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ และมุมแสดงผลงาน โดยนักศึกษาต้องเตรียมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง สายเสียบวงจร และ โหลดจำลองหมายเลข 3

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัท ให้ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ในโรงงานผลิตสายตัวนำแกนเดี่ยว สำหรับสายพานลำเลียงม้วนสายไฟฟ้าเข้าโกดัง ทำงานเรียงลำดับด้วยมือควบคุมด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยรูปแบบการเผชิญประสพการณ์ภาคทฤษฎีเป็นแบบเดี่ยวภาคปฏิบัติเป็นแบบกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้ (1) ชมวีดิทัศน์และอ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) เตรียมการปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ดำเนินการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

สิ่งที่พึงระวังในการเผชิญสถานการณ์

1. การใช้จุดต่อสาย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่หลวมหรือชำรุด จะทำให้เกิดการลัดวงจรหรือทำให้กระแสไฟฟ้าร่วงลงโครงได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้งานตำแหน่งดังกล่าว ให้เปลี่ยนไปใช้ตำแหน่งอื่นแทน

2. การปล่อยปลายสายไฟฟ้าที่ใช้ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ไว้ตั้งแต่ 2 ปลาย ขึ้นไป มีโอกาสที่ปลายสายจะสัมผัสกันทำให้เกิดการวงจรได้ ดังนั้นการต่อสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องทำให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วจึงต่อสายไฟฟ้าเส้นอื่นต่อไป

3. การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ขณะที่มิกระแสไฟฟ้าจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ ดังนั้นจึงต้องปิดสวิตช์ Power ก่อนทุกครั้งที่จะเริ่มต่อสายไฟฟ้า

4. สายไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ซึ่งฉนวนเสียหายจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ และ หากฉนวนเสียหายมากกว่า 2 เส้น มีโอกาสที่ตัวนำของสายไฟฟ้าจะสัมผัสกันได้ทำให้เกิดการลัดวงจรได้ จึงไม่ควรใช้งานสายไฟฟ้าดังกล่าว

รายละเอียดการเผชิญประสพการณ์ที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรการทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบของการควบคุม - ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบิน - จากสาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- สไลด์ - คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบิน - จากสาระสำคัญ

ประสมการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ/ แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ	1.1 จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหนดจำลอง หมายเลข 3	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิสต อุปกรณ์	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 3	- โต๊ะ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่ออินพุต/ เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 3 - ประมวลตรา	- โต๊ะ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสมการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ/ แหล่งความรู้	ถึงอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 3	PDL					
	3. ดำเนินการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	3.1 ชมมัลติมิเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ใช้คำสั่งตามตารางที่ 10.2 ในประมวลผล 3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหนดจำลองหมายเลข 3 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ดำเนินการที่กำหนดตามตารางที่ 10.1 ในประมวลผล	SDL PDL PDL	- การต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต - การเขียนโปรแกรม - การตรวจสอบการทำงาน	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ - โหนดจำลองหมายเลข 3 - ประมวลผล	- ใต้ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ - มัลติมิเตอร์	ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสบการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 3 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 10.1 ในประมวลสาระ 3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 3	PDL					
		3.6 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 3	PDL					
		3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้โหลด จำลองหมายเลข 3	PDL					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล	PDL TDL/PDL TDL/PDL		- ห้องเรียน - มุมแสดงผลงาน	- โปรแกรมเมมเบิร์ตคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 3 - ประมวลผลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผลการทำงาน - การปฏิบัติงาน

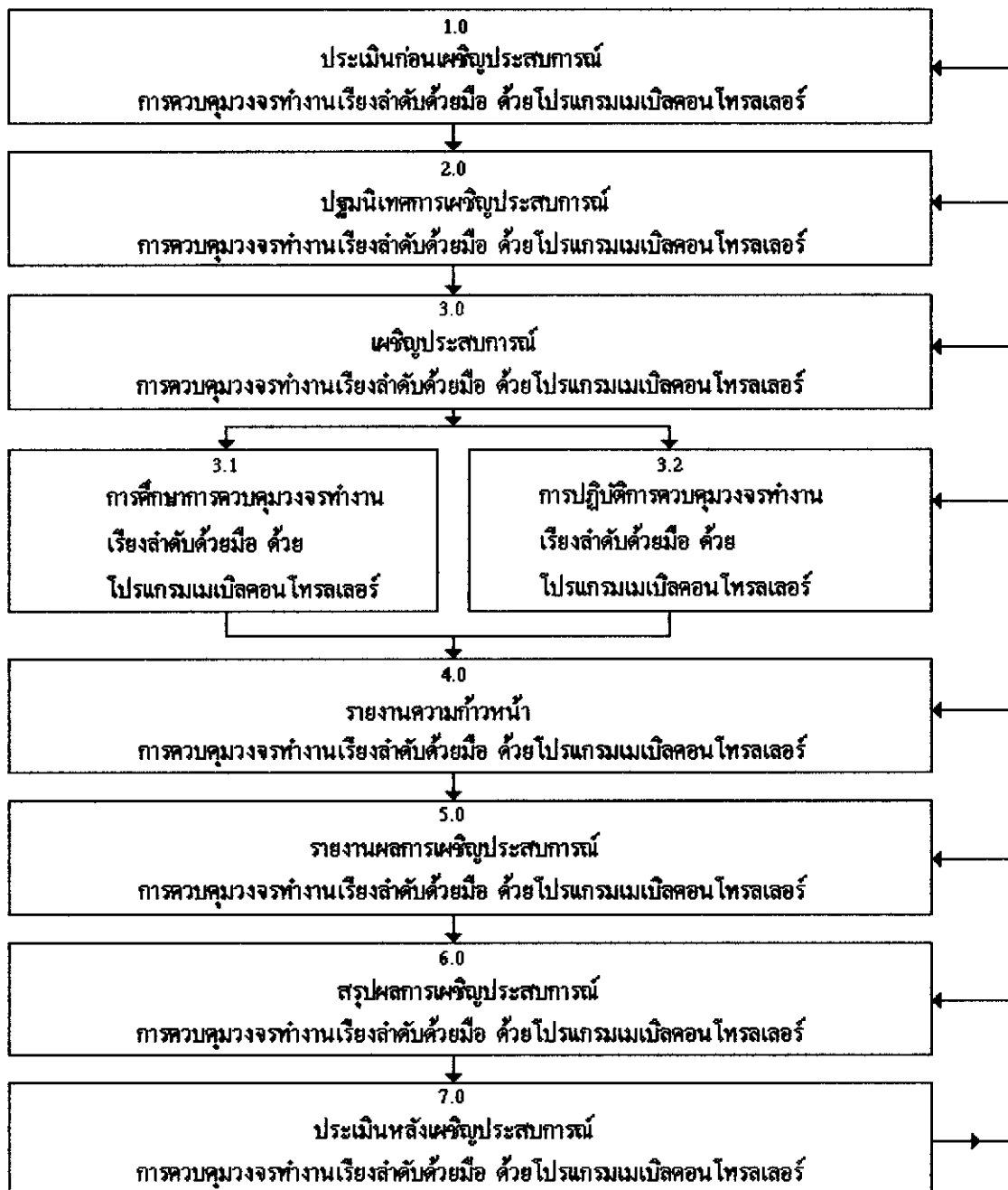
แผนกำกับประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง ผู้สอน นายอุทัย สุมาลย์ จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ลำดับ ที่	กิจกรรม / ภารกิจ	สื่อ	สถานที่	เวลา (นาที)
1	ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ - ทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20
2	ปฐมนิเทศประสบการณ์ 2.1 วัตถุประสงค์ 2.2 ประสบการณ์ 2.3 บริบท/สถานการณ์ 2.4 ขั้นตอนการหาประสบการณ์ 2.5 สื่อ / วัสดุ-อุปกรณ์ 2.6 การประเมิน	- สไลด์คอมพิวเตอร์	- ห้องเรียน	10
3	เผชิญประสบการณ์ 3.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ 3.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	- มัลติมีเดีย - สไลด์คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ - โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 3	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ - มุมวัสดุ อุปกรณ์ - มุมแสดง ผลงาน	25 30
4	รายงานความก้าวหน้า		- ห้องเรียน	5
5	รายงานผลการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
6	สรุปการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
7	ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20

เส้นทางการเรียน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง ประสบการณ์รองที่ 10.1.1 – 10.1.2 จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1



แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์หลักที่ 10.1 – 10.2	เวลา 10 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
 เรื่อง ปฐมนิเทศประสบการณ์หลักที่ 10.1 – 10.2
 วัตถุประสงค์

หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์เรื่อง “ปฐมนิเทศหน่วยประสบการณ์หลักที่ 10.1 – 10.2 แล้ว”
 นักศึกษาสามารถบอกหน่วยประสบการณ์ วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ การกิจและงาน สื่อและแหล่ง
 ประสบการณ์ และ การประเมิน ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การเผชิญประสบการณ์ในหน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
 แบ่งเป็น 2 ประสบการณ์หลัก ได้แก่ (1) ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
 ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบ
 ของการควบคุม อธิบายการทำงานส่วนประกอบ อธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วย
 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง และ (2) ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงาน
 เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถบอก
 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม อธิบายการทำงานส่วนประกอบ อธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจร
 ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง บริบทได้แก่ ห้องเรียน มุม
 หนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ มุมแสดงผลงาน สถานการณ์ในการเผชิญประสบการณ์ คือ บริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทย
 เติบลงจำกัดทำการเปลี่ยนระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ในโรงงานผลิตสายตัวนำแกนเดี่ยว จากระบบ
 กลไกไฟฟ้าเป็นระบบโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ทำงานเรียงลำดับด้วยมือสำหรับควบคุมสายพานลำเลียง
 ม้วนสายไฟฟ้าเข้าโกดัง ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติสำหรับสายพานลำเลียงม้วนทองแดงเข้าสายการผลิต
 นักศึกษาในฐานะพนักงานของบริษัท ต้องเผชิญประสบการณ์ตามภารกิจและงานที่กำหนดให้ สื่อที่ใช้ได้แก่
 ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โหลดจำลองหมายเลข 3 – 4
 และ คู่มือเผชิญประสบการณ์ การประเมินใช้แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ ทดกิจกรรมการ
 ทำงานในกลุ่ม ผลการปฏิบัติงาน และแบบฝึกหัด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนการเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วยเงื่อนไข พฤติกรรม และเกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดข้อความ** ได้แก่ วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ ภารกิจและงาน สื่อและแหล่งประสบการณ์ และการประเมิน ใช้ตัวอักษรที่มีขนาดเหมาะสมให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

1.4 **วิเคราะห์และกำหนดภาพ** ได้แก่ ภาพที่ใช้ประกอบการนำเสนอ

1.5 **ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์** ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.6 **เขียนบท**

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำข้อความและภาพกราฟิก**

3.2 **ตกแต่งภาพ**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวเรื่อง (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประมวลผลที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประมวลผลหลักที่ 10.1		เวลา 25 นาที
ประมวลผลหลักที่ 10.2		เวลา 25 นาที
ประมวลผลรองที่ 10.1.1, 10.2.1		จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ ประมวลสาระ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไคอะแกรม การเขียนโปรแกรมควบคุม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไคอะแกรม การเขียนโปรแกรมควบคุม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลังประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัว และคอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทุกตัวในวงจรกำลัง

การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลังประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน และ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทุกตัวในวงจรกำลัง

การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือและวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนคือ การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไลดอะแกรม และการเขียนคำสั่ง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด การตรวจสอบการทำงานครอบคลุม การตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ และวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

บริษัทออมนรอนครีคส์จำกัด (ม.ป.ป) *Operation Manual Omron Sysmac C20P/C28P/C40P*

กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท

วิจิตร บุญขโรกุล (ม.ป.ป) *ระบบควบคุมมอเตอร์* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์แปซิฟิก

สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา (2542) *เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada*

กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.

สุพรรณ กุลพาณิชย์ (2533) *Programmable Controller เทคนิคและการใช้งานเบื้องต้น*.

พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ

อำนาจ ทองผาสุข, วิทยา ประสงค์พันธ์ (ม.ป.ป) *การควบคุมมอเตอร์* กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.

อุทัย สุมาลย์ (2546) *การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า* กรุงเทพมหานคร

สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

B.L. Theraja. (1982) *Electrical Technology*. New Delhi. Nirja Construction & Development

CO. (P) LTD.

Hamann Peter, Steve Willings. (1990) *Operation Manual Oron*. Tokyo ม.ป.ท.

Joseph F. Mcpartland. (1979) *National Electriccal Handbook 19th Edition*. New York.

McGraw – Hill.

Theodore Wildi. (2000) *Electrical Machines Drives, and Power System Fourth Edition*.

New Jersey. Prentice-Hall, Inc.

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตประมวลผลสารมีขั้นตอนการผลิตตลอดคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 *วิเคราะห์ผู้เรียน* เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ระดับสติปัญญา และ ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.2 *กำหนดวัตถุประสงค์* เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วยเงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 *วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา* เป็นการรวบรวมเนื้อหาสาระจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง หนังสืออ้างอิง และหนังสือเรียน ที่เกี่ยวกับเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยแมคเนติกคอนแทคเตอร์ และการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นำมาจำแนกเป็นหัวเรื่องที่จะเขียนเป็นประมวลผลสาร

2. ขั้นเตรียมการ

2.1 *เตรียมบุคลากร* ได้แก่ เจ้าหน้าที่พิมพ์ เจ้าหน้าที่ปรับแต่งภาพ เจ้าหน้าที่พิสูจน์อักษร เจ้าหน้าที่เข้ารูปเล่ม

2.2 *เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต* ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ กระดาษ A4 และ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เข้ารูปเล่มเอกสาร

3. ขั้นดำเนินการผลิต

3.1 *เขียนแผนผังแนวคิด* ในรูปแบบภูมิ ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ ตอน และ หัวเรื่อง

3.2 *เขียนแผนการสอนประจำตอนและหัวเรื่อง* ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3 *เขียนเนื้อหาสาระ* ตรงกับหัวเรื่อง ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ การให้เนื้อหาสาระประกอบด้วย การเกริ่นนำ อธิบายเนื้อหาสาระ และสรุป

3.4 *กำหนดภาพประกอบ* โดยระบุประเภทของภาพ ขนาดของภาพ และ คำอธิบายรายละเอียดของภาพ

3.5 *จัดวางภาพประกอบในเนื้อหาสาระ* ปรับแต่งขนาดของภาพให้เหมาะสม มีความคมชัด มีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์

3.6 *ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้* ให้ถูกต้องตามหลักภาษา และตรวจสอบความสอดคล้องของคำอธิบายกับภาพประกอบ

3.7 ตรวจสอบความถูกต้องในการพิมพ์ ให้ถูกต้องตามรูปแบบ ให้เป็นรูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเล่ม

3.8 จัดพิมพ์และเข้ารูปเล่ม

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และเทคโนโลยีทางการศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) เนื้อหาสาระ ครอบคลุมความสอดคล้องกับจุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของหน่วยประสบการณ์ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เนื้อหาสาระทันสมัย มีความถูกต้อง เนื้อหาสาระเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก (2) ภาพประกอบในเนื้อหา ครอบคลุมความชัดเจนของภาพประกอบ ความสอดคล้องของภาพประกอบกับเนื้อหา ความชัดเจนของคำอธิบายภาพประกอบ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา (3) ภาษาในการนำเสนอเนื้อหา ครอบคลุมภาษาอ่านแล้วเข้าใจง่าย ใช้ภาษาไทยได้ถูกต้องตามหลักภาษา และ (4) รูปแบบการเสนอเนื้อหาสาระ ครอบคลุมมีส่วนประกอบครบถ้วน คือ กรีนนำ เนื้อหา และ สรุป การลำดับหัวข้อเนื้อหาสาระเรียงตามลำดับถูกต้อง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 1,000 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์ และ วัสดุที่ใช้เข้ารูปเล่มเอกสาร
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และเครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 10.1.1	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่อง “ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มี 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัว และ โอเวอร์โวลต์รีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทุกตัวในวงจรกำลัง

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. หนังสือระบบควบคุมมอเตอร์
3. หนังสือการควบคุมมอเตอร์

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจื่อนใจ พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา** ที่มีความเหมาะสมกับวิธีการให้ความรู้ด้วยมัลติมีเดีย เลือก เนื้อหาสาระจากประมวลสาระตอนที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เรื่องที่ 10.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.4 **ร่างข้อความ ภาพ และเสียง**

1.5 **ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย**

1.6 **เขียนบท** กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. **ขั้นเตรียมการ**

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. **ขั้นดำเนินการผลิต**

3.1 **จัดทำภาพและข้อความ**

3.2 **บันทึกเสียง**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม**

3.5 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. **ขั้นการประเมินสื่อ**

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวเรื่อง (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสงค์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสงค์รองที่ 10.1.1	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

1. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์-ไดอะแกรม ได้ถูกต้อง
2. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการเขียนโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง
3. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้
(1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไดอะแกรม การทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ที่กำหนดไว้ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ตามตำแหน่งที่กำหนด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada
3. หนังสือ Operation Manual Omron Sysmac C20P/C28P/C40P

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดภาพและข้อความ** ได้แก่ ภาพและข้อความที่ใช้ประกอบการนำเสนอ ให้มีความสอดคล้องกัน และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่น่าเสนอ

1.4 **ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์** ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.5 เขียนบท

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำข้อความและภาพกราฟิก**

3.2 **ตกแต่งภาพ**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวข้อเรื่อง และ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 10.1.2	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
 เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่อง “การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอน คือ (1) ต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ และ (2) ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลด และหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วยเงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 ร่างข้อความ ภาพ และเสียง

1.4 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.5 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ชั้นเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ชั้นดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ชั้นการประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้อง ความคมชัดของตัวอักษร และขนาดของตัวอักษร (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์หลักที่ 10.1 - 10.2		เวลา 60 นาที
ประสบการณ์รองที่ 10.1.2, 10.2.2		จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ โหลดจำลองหมายเลข 3 - 4 () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

- เรื่อง 1. การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 2. การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 วัตถุประสงค์

1. หลังจากปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ด้วยการจำลองสถานการณ์โดยใช้โหลดจำลองหมายเลข 3 แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง

2. หลังจากปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ด้วยการจำลองสถานการณ์โดยใช้โหลดจำลองหมายเลข 4 แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

โหลดจำลองหมายเลข 3 ใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในสถานการณ์จำลอง ได้แก่ การฝึกต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม

โหลดจำลองหมายเลข 4 ใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในสถานการณ์จำลอง ได้แก่ การฝึกต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตโหลดจำลองหมายเลข 3 – 4 มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

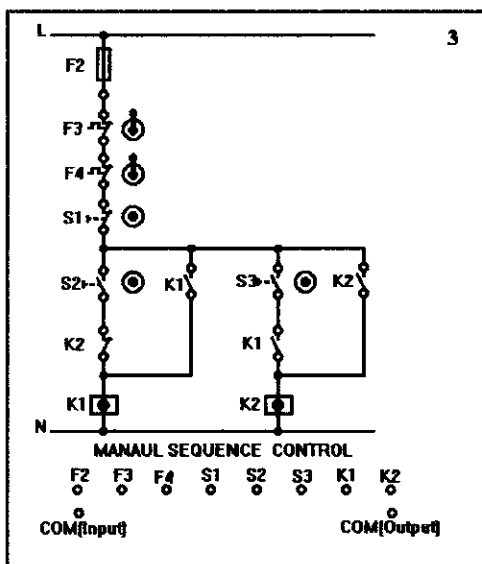
1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และ ทักษะ การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจื่อนใจ พฤติกรรม และ เกณฑ์

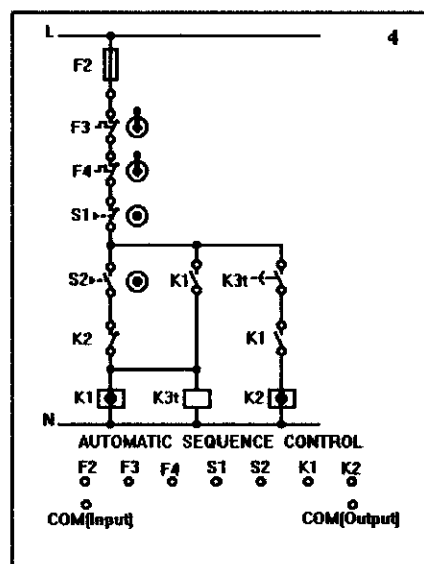
1.3 วิเคราะห์และกำหนดการสร้างโหลดจำลอง ดังนี้

1.3.1 ศึกษาเนื้อหาสาระจากประมวลสาระเรื่องที่ 10.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ เรื่องที่ 10.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ กำหนดเป็นงานที่ต้องฝึกปฏิบัติในแบบฝึกปฏิบัติ

1.3.2 กำหนดเงื่อนไขการควบคุม ในรูปของวงจรควบคุมด้วยแมคเนติกคอนแทคเตอร์ และจุดต่อสายอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เพื่อใช้สร้างภาพวงจรบนส่วนหน้าของโหลดจำลองหมายเลข 3 – 4 คือ วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ และ วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 5.4 ก - ข



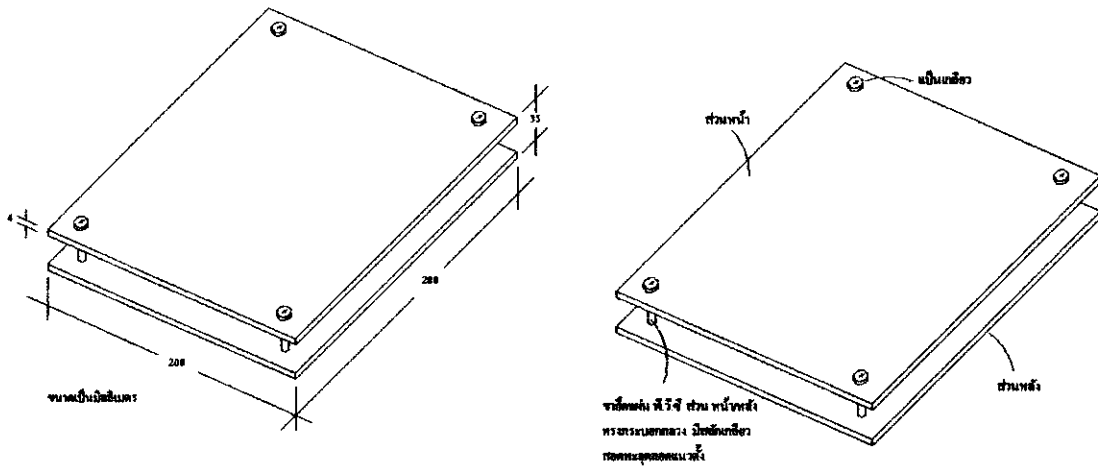
(ก) ภาพส่วนหน้าของโหลดจำลองหมายเลข 3



(ข) ภาพส่วนหน้าของโหลดจำลองหมายเลข 4

ภาพที่ 5.4 ก - ข แสดงภาพส่วนหน้าของโหลดจำลองหมายเลข 3 – 4

1.3.3 เขียนแบบโหลดจำลองหมายเลข 3-4 ดังภาพที่ 5.5



ภาพที่ 5.5 ภาพแสดงโครงสร้างส่วนประกอบและขนาดของโหลดจำลองหมายเลข 3-4

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่กราฟิก นักศึกษาที่ช่วยผลิตโหลดจำลองหมายเลข 3-4

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต** ครอบคลุมวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

2.2.1 **วัสดุ** ได้แก่ (1) สายไฟฟ้า 1 × 0.5 Sqmm. VSF (2) ตะกั่วบัดกรี และ (3) แผ่น พี.วี.ซี หนา 4 มิลลิเมตร

2.2.2 **อุปกรณ์** ได้แก่ (1) ทอกเก็ตสวิทช์ (2) สวิตช์ปุ่มกด (3) ชุดหลอด LED (4) ไบคิงโพส และ (5) อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบโหลดจำลอง

2.3 **เตรียมเครื่องมือการผลิต** ได้แก่ คัตเตอร์ เลื่อยตัดเหล็ก ตะไบ ส่วนไฟฟ้า บรรทัดเหล็ก ชุดเครื่องมือประจำตัวช่างไฟฟ้า และ เครื่องมือสร้างภาพวงจรบนแผ่น พี.วี.ซี

3. ขั้นตอนการผลิต

3.1 **เตรียมส่วนหน้าและส่วนหลังของโหลดจำลอง** ตัดแผ่น พี.วี.ซี ให้ได้ขนาดตามแบบและจำนวนตามปริมาณที่ต้องการ

3.2 **สร้างภาพวงจรบนแผ่น พี.วี.ซี ส่วนหน้า** ด้วยการนำซิลสกรีนวงจรควบคุมด้วยแมคเนติกคอนแทคเตอร์และจุดต่อสายอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้ (1) โหลดจำลองหมายเลข 3 วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ดังภาพที่ 5.4 ก (2) โหลดจำลองหมายเลข 4 วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 5.4 ข

3.3 **ติดตั้งอุปกรณ์ อินพุตเอาต์พุต** บนส่วนหน้าของโหลดจำลอง ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ

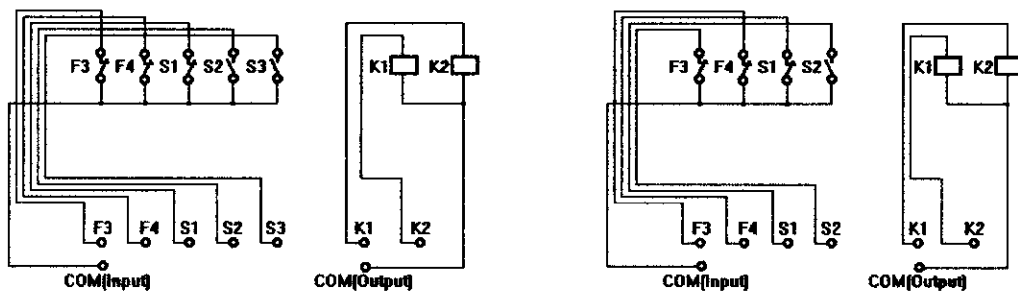
3.4 **เดินสายวงจรไฟฟ้า** ตาม Wiring Diagram ดังภาพที่ 5.6 ก-ข ใช้การบัดกรีเชื่อมสายไฟฟ้ากับจุดต่อสายทุกจุด

3.5 **สร้างชิ้นส่วนของส่วนประกอบ** ได้แก่ ขายึดแผ่น พี.วี.ซี ส่วนหน้าและส่วนหลังเข้าด้วยกัน

3.6 **ประกอบโหนดจำลอง** ประกอบชิ้นส่วนของส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันตามแบบ
 ชันเป็นเกลียวที่ใช้ยึดส่วนประกอบให้แน่น

3.7 **ตรวจสอบการทำงาน** ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ด้วยมัลติมิเตอร์
 เพื่อเป็นหลักประกันความถูกต้องและความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ รวมถึงตรวจสอบการยึดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ให้
 มั่นคงแข็งแรง

3.8 **ทดสอบการทำงาน** ด้วยการใช้ในสถานการณ์เดียวกับการใช้เผชิญประสบการณ์ เพื่อหา
 จุดบกพร่องแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข



(ก) Wiring Diagram โหลดจำลองหมายเลข 3

(ข) Wiring Diagram โหลดจำลองหมายเลข 4

ภาพที่ 5.6 Wiring Diagram โหลดจำลองหมายเลข 3 - 4

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และเทคโนโลยีทางการศึกษา ด้านความ
 ตรงกับเนื้อหาสาระ ความเหมาะสมกับการใช้ในการเรียนการสอน คุณภาพของโหลดจำลอง ความสะดวกใน
 การใช้งาน และ ความปลอดภัย

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ ต่อ 1 ชุด 200 บาท
2. บุคลากร 5 คน
3. วัสดุ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ สายไฟฟ้า 1×0.5 Sqmm. VSF ตะกั่วบัดกรี และ แผ่น พี.วี.ซี
4. อุปกรณ์ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ ทอกเกิ้ลสวิทช์ สวิตช์ปุ่มกด หลอด LED ไขควง และ
 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบโหลดจำลอง
5. เครื่องมือ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ คัตเตอร์ เลื่อยตัดเหล็ก ตะไบ สว่านไฟฟ้า บรรทัดเหล็ก
 ชุดเครื่องมือประจำตัวช่างไฟฟ้า และ เครื่องมือสร้างภาพวงจร

แผนเผชิญประสพการณ์

วิชา การ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสพการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสพการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมาย และ อธิบายส่วนประกอบ การทำงาน และขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

ประสพการณ์และบริบท

1. ประสพการณ์ที่คาดหวัง

นักศึกษาค้นกระบวนการการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แล้ว สามารถปฏิบัติการควบคุมได้

2. บริบทและสถานการณ์

บริบท

นักศึกษาศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ และปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ และมุมแสดงผลงาน โดยนักศึกษาต้องเตรียมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง สายเสียบวงจร และ โหลดจำลองหมายเลข 4

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะช่างไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัท ให้ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ในโรงงานผลิตสายตัวนำแกนเดี่ยว สำหรับสายพานลำเลียงม้วนทองแดงเข้าสายการผลิต ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยรูปแบบการเผชิญประสพการณ์ภาคทฤษฎีเป็นแบบเดี่ยวภาคปฏิบัติเป็นแบบกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้ (1) ชม มัลติมีเดียและอ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) เตรียมการปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดย

อัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ดำเนินการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

สิ่งที่พึงระวังในการเผชิญประสบการณ์

1. การใช้จุดต่อสาย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่หลวมหรือชำรุด จะทำให้เกิดการลัดวงจรหรือทำให้กระแสไฟฟ้ารั่วลงโครงได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้งานตำแหน่งดังกล่าว ให้เปลี่ยนไปใช้ตำแหน่งอื่นแทน

2. การปล่อยปลายสายไฟฟ้าที่ใช้ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ไว้ตั้งแต่ 2 ปลาย ขึ้นไป มีโอกาสที่ปลายสายจะสัมผัสกันทำให้เกิดการวงจรได้ ดังนั้นการต่อสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องทำให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วจึงต่อสายไฟฟ้าเส้นอื่นต่อไป

3. การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ขณะที่กระแสไฟฟ้าจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ ดังนั้นจึงต้องปิดสวิตช์ Power ก่อนทุกครั้งที่จะเริ่มต่อสายไฟฟ้า

4. สายไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ซึ่งฉนวนเสียหายจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ และ หากฉนวนเสียหายมากกว่า 2 เส้น มีโอกาสที่ตัวนำของสายไฟฟ้าจะสัมผัสกันได้ทำให้เกิดการลัดวงจรได้ จึงไม่ควรใช้งานสายไฟฟ้างดังกล่าว

รายละเอียดการเผชิญประสพการณ์ที่ 10.2 การควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ/ แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบของการควบคุม - ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบิน - จากสาระสำคัญ
2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- ซีดี คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบิน - จากสาระสำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ/ แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงาน เรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ	1.1 จัดทำโปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหนดจำลอง หมายเลข 4	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิสต อุปกรณ์	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 4	- โต๊ะ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงาน เรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบชุดต่ออินพุต/ เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 4	PDL PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 4 - ประมวลผล	- โต๊ะ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสบการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ปริมาณ ความสะดวก	การ ประเมิน
		3.4 คู่มือโปรแกรมเอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 4 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 10.4 ในประมวลสาระ 3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 4	PDL					
		3.6 ตรวจสอบการทำงานของ คู่มือโปรแกรมเอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 4	PDL					
		3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้ โหลดจำลองหมายเลข 4	PDL					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล 4.4 ทำแบบฝึกหัด	PDL TDL/PDL TDL/PDL SDL		- ห้องเรียน - มุมแสดงผลงาน	- โปรแกรมมเบ-เบ็ดคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 4 - ประมวลผลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผลการทำงาน

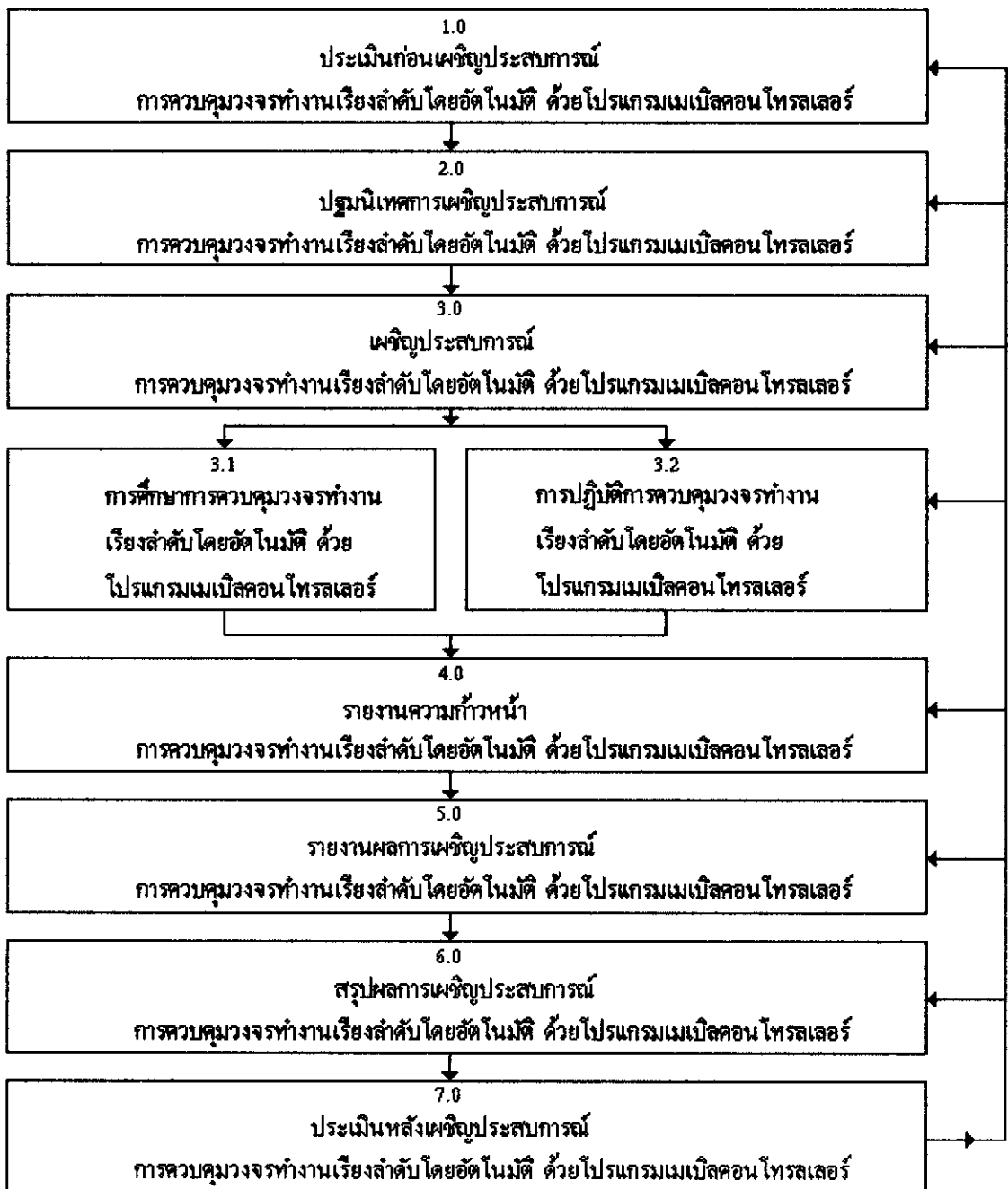
แผนกำกับประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง ผู้สอน นายอุทัย สุมามาลย์ จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ลำดับ ที่	กิจกรรม / ภารกิจ	สื่อ	สถานที่	เวลา (นาที)
1	ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ - ทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20
2	ปฐมนิเทศประสบการณ์ 2.1 วัตถุประสงค์ 2.2 ประสบการณ์ 2.3 บริบท/สถานการณ์ 2.4 ขั้นตอนการหาประสบการณ์ 2.5 สื่อ / วัสดุ-อุปกรณ์ 2.6 การประเมิน	- สไลด์คอมพิวเตอร์	- ห้องเรียน	10
3	เผชิญประสบการณ์ 3.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม- เมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม- เมเบิลคอนโทรลเลอร์	- มัลติมีเดีย - สไลด์คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ - โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 4	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ - มุมวัสดุ อุปกรณ์ - มุมแสดง ผลงาน	25 30
4	รายงานความก้าวหน้า		- ห้องเรียน	5
5	รายงานผลการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
6	สรุปการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
7	ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20

เส้นทางกรเรียน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสภการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสภการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง ประสภการณ์รองที่ 10.1.1 – 10.1.2 จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1



แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 10.2.1	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่อง “ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มี 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุม ประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงาน และ โอเวอร์โวลต์รีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทุกตัวในวงจรกำลัง

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. หนังสือระบบควบคุมมอเตอร์
3. หนังสือการควบคุมมอเตอร์

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา ที่มีความเหมาะสมกับวิธีการให้ความรู้ด้วยมัลติมีเดีย เลือก เนื้อหาสาระจากประมวลสาระตอนที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เรื่องที่ 10.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.4 รวบรวมข้อมูล ภาพ และเสียง

1.5 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.6 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวเรื่อง (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 10.2.1	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

1. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไดอะแกรม ได้ถูกต้อง
2. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการเขียนโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง
3. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย เรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้ (1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไดอะแกรมการทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ที่กำหนดไว้ และ (2) การต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ตามตำแหน่งที่กำหนด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada
3. หนังสือ Operation Manual Omron Sysmac C20P/C28P/C40P

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วยเงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 วิเคราะห์และกำหนดภาพและข้อความ ได้แก่ ภาพและข้อความที่ใช้ประกอบการนำเสนอให้มีความสอดคล้องกัน และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่นำเสนอ

1.4 ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์ ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.5 เขียนบท

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำข้อความและภาพกราฟิก

3.2 ตกแต่งภาพ

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวเรื่อง และ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 10.2.2	เวลา 5 นาที	จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่อง “การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอน คือ (1) ต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ และ (2) ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลด และหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 ร่างข้อความ ภาพ และเสียง

1.4 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.5 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้อง ความคมชัดของตัวอักษร และขนาดของตัวอักษร (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

ชุดประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 10
การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

โดย
อุทัย สุมาลย์

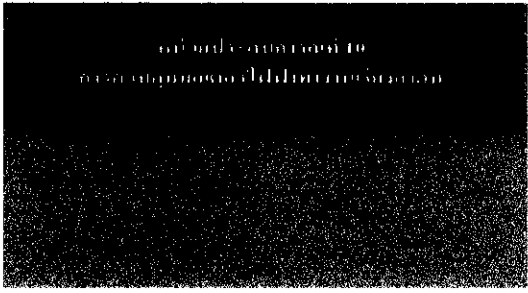
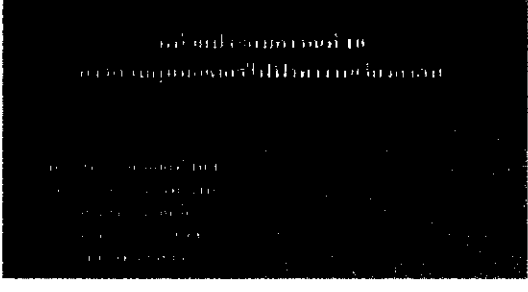
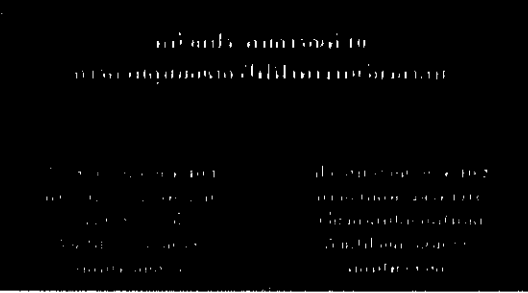
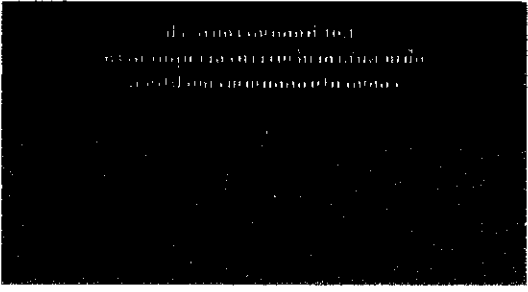
แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

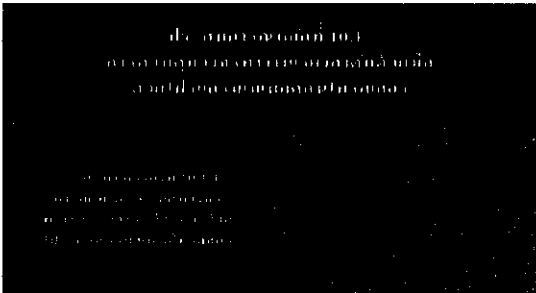
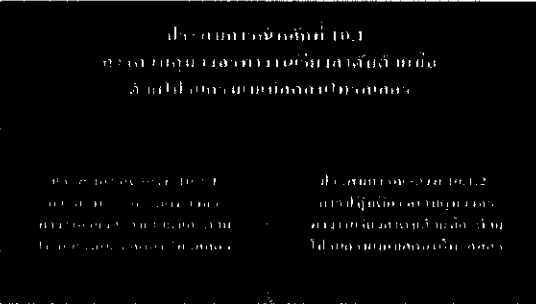
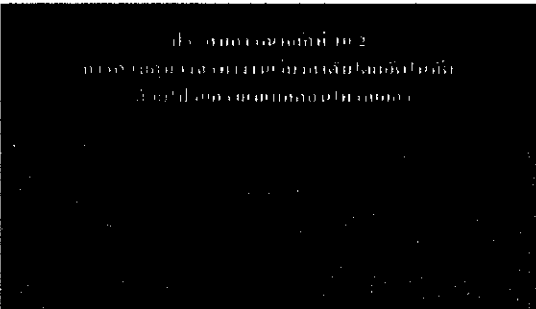
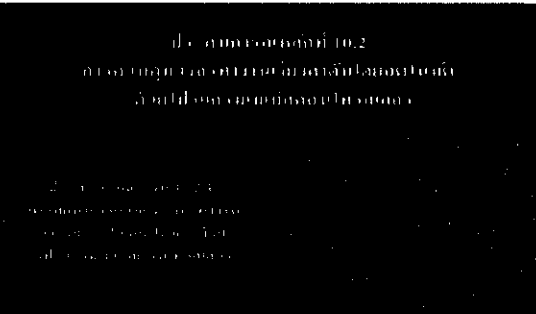
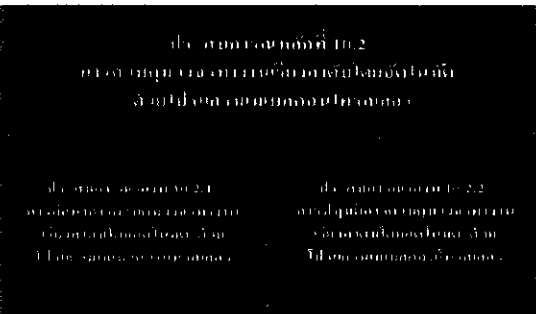
วิทยาลัยเทคนิคน่าน
กระทรวงศึกษาธิการ

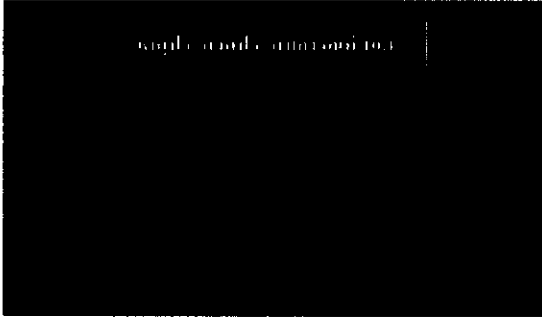
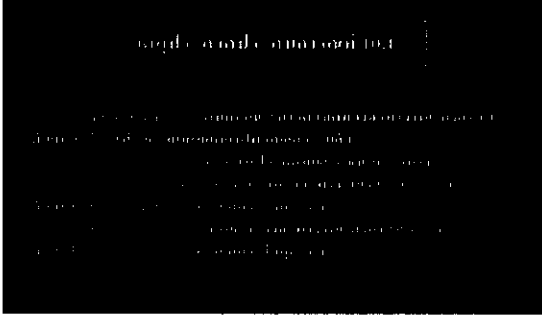
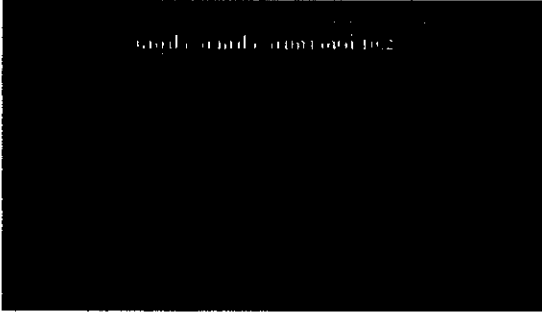
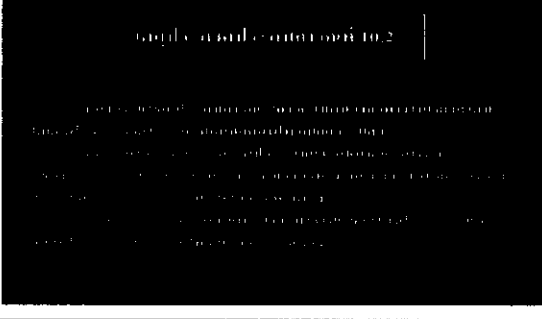
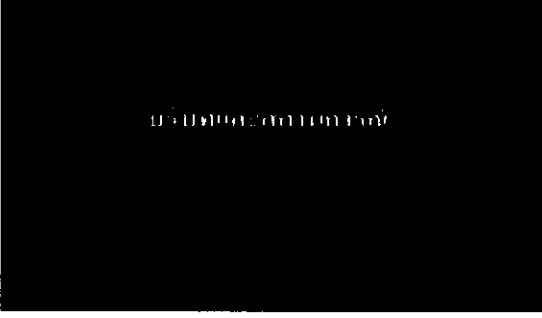
บทสไลด์คอมพิวเตอร์

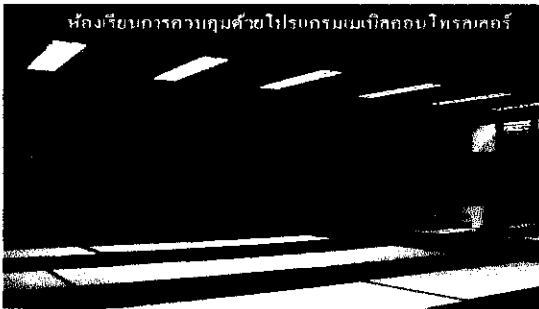




สำหรับปฐมนิเทศ

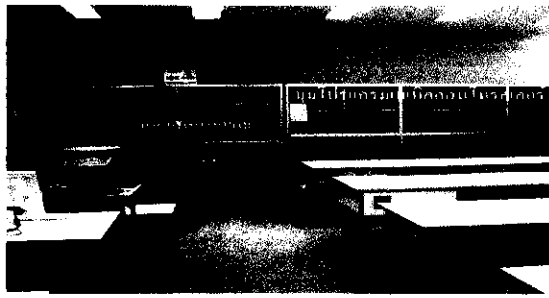
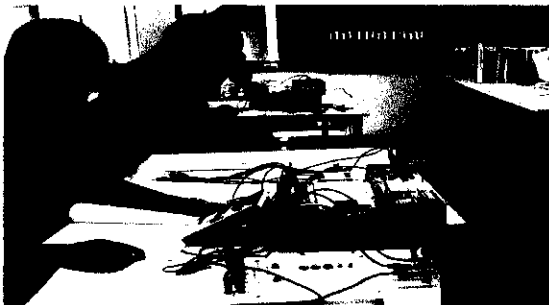

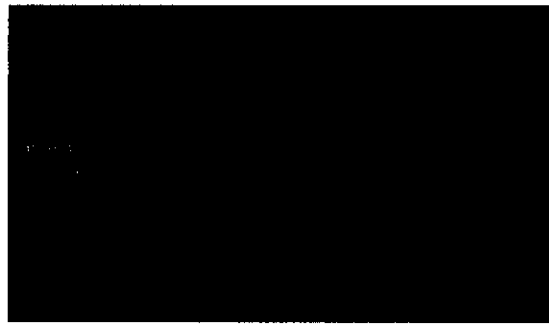

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

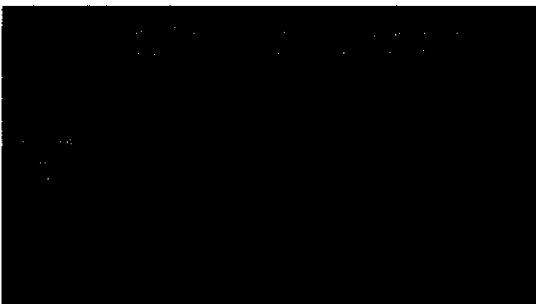

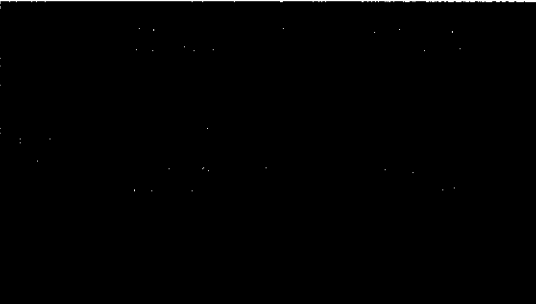


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง	FI คนตรีประจำรายการ ↑ ↓ FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์	
	CG ₂ - ปฐมนิเทศ	
	CG ₃ - หน่วยประสบการณ์ที่ 10	
	CG ₄ - การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ	
2		หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ มี 2 ประสบการณ์หลัก ได้แก่
		ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
3		ประสบการณ์หลักที่ 10.1 มี 2 ประสบการณ์รอง ได้แก่



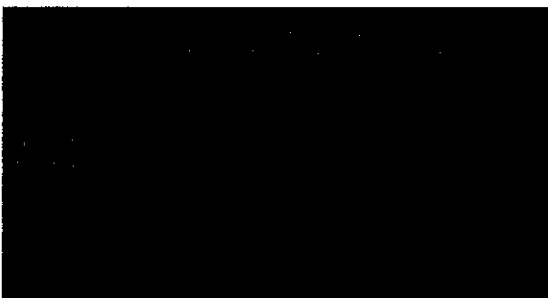
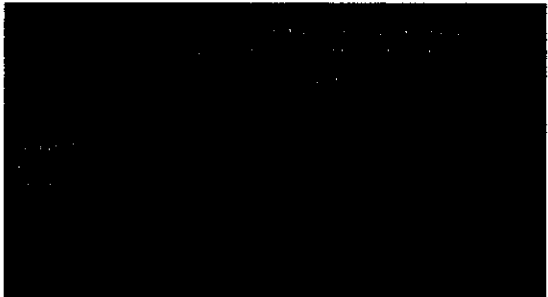
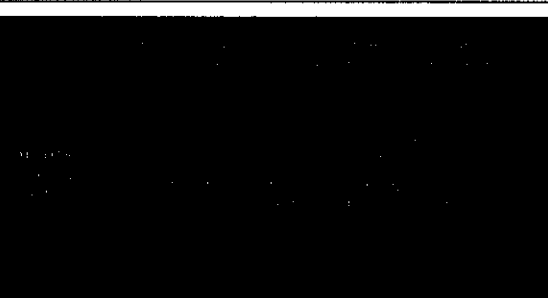
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสี่ยง
	 <p>ประกาศกระทรวงมหาดไทย กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น เรื่อง อนุมัติร่างนโยบายคนพิการแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๐</p>	<p>ประสพการณ์ร้องที่ 10.1.1 การศึกษาการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
	 <p>ประกาศกระทรวงมหาดไทย 10.1.1 กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น เรื่อง อนุมัติร่างนโยบายคนพิการแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๐</p> <p>ประกาศกระทรวงมหาดไทย 10.1.2 กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น เรื่อง อนุมัติร่างนโยบายคนพิการแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๐</p>	<p>ประสพการณ์ร้องที่ 10.1.2 การปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
4	 <p>ประกาศกระทรวงมหาดไทย กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น เรื่อง อนุมัติร่างนโยบายคนพิการแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๐</p>	<p>ประสพการณ์หลักที่ 10.2 มี 2 ประสพการณ์ร้อง ได้แก่</p>
	 <p>ประกาศกระทรวงมหาดไทย 10.2 กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น เรื่อง อนุมัติร่างนโยบายคนพิการแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๐</p>	<p>ประสพการณ์ร้องที่ 10.2.1 การศึกษาการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
	 <p>ประกาศกระทรวงมหาดไทย 10.2 กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น เรื่อง อนุมัติร่างนโยบายคนพิการแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๐</p> <p>ประกาศกระทรวงมหาดไทย 10.2.1 กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น เรื่อง อนุมัติร่างนโยบายคนพิการแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๐</p> <p>ประกาศกระทรวงมหาดไทย 10.2.2 กระทรวงมหาดไทย โดยกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น เรื่อง อนุมัติร่างนโยบายคนพิการแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๑ โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๕ ตุลาคม ๒๕๖๐</p>	<p>ประสพการณ์ร้องที่ 10.2.2 การปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>


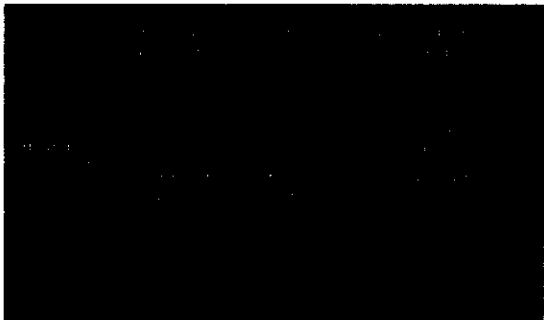
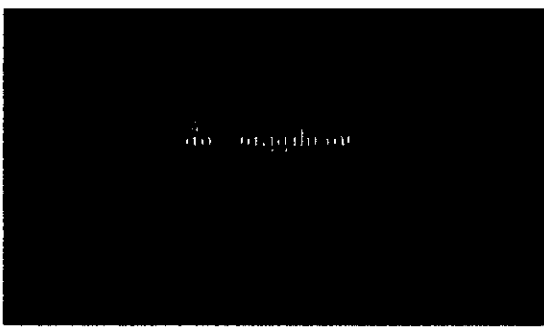


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
5		<p>วัตถุประสงค์ประสพการณ์ที่ 10.1</p>
		<p>(1) นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน (2) อธิบายขั้นตอนการควบคุม (3) ปฏิบัติการควบคุมในงานควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง</p>
6		<p>วัตถุประสงค์ประสพการณ์ที่ 10.2</p>
		<p>(1) นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน (2) อธิบายขั้นตอนการควบคุม (3) ปฏิบัติการควบคุมในงานควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง</p>
7		<p>บริษัทและสถานการณื</p>



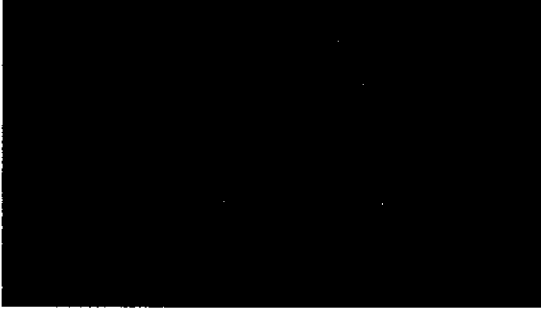


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
8	<p>ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> 	ห้องเรียน ได้แก่ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
9	<p>ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> 	
10	<p>มูมนั่งสือ</p> 	มูมนั่งสือ
11	<p>มูมแสดงผลงาน</p> 	มูมแสดงผลงาน
12	<p>มูมคอมพิวเตอร์</p> 	มูมคอมพิวเตอร์





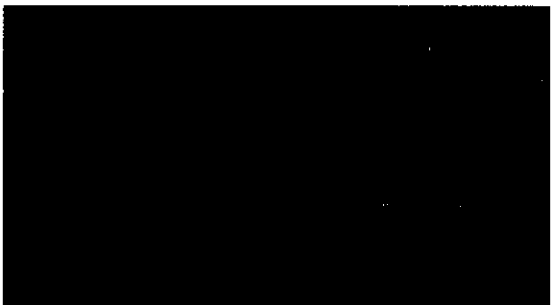
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
13		<p>มุมวัสดุอุปกรณ์ มุม โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
14		<p>สถานการณ์ นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิล จำกัดทำหน้าที่ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว วงจรสตาร์ทตรงสำหรับพัฒนาขยายอากาศ และวงจรกลับทางหมุนสำหรับเปิดเปิดประตู ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
15		<p>นักศึกษาจึงต้องเข้ารับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยมีภารกิจและงานดังนี้</p>
16		<p>ภารกิจประสบการณ์หลักที่ 10.1 ประกอบด้วย</p>
		<p>ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>


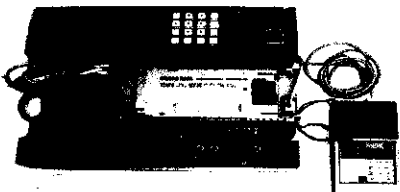

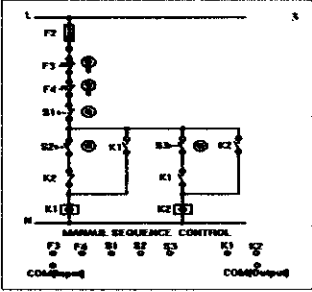
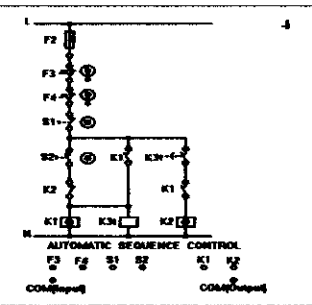
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สำหรับปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ สำหรับปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ดำเนินการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์





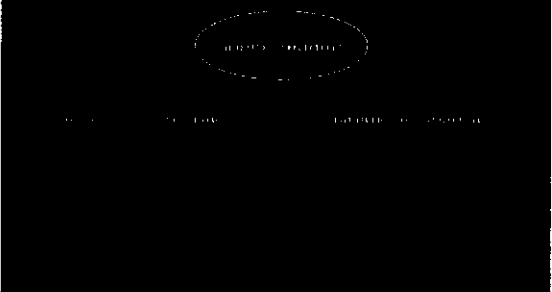
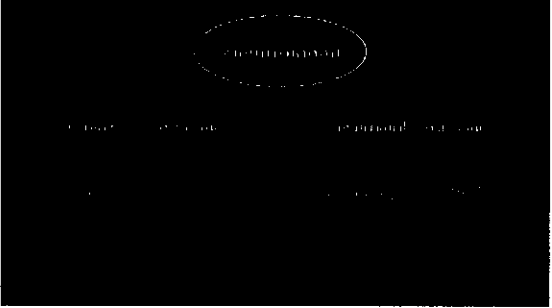
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
17		ภารกิจประสบการณ์หลักที่ 10.2 ประกอบด้วย
		ศึกษาเรื่องความหมาย และส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สำหรับปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ สำหรับปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

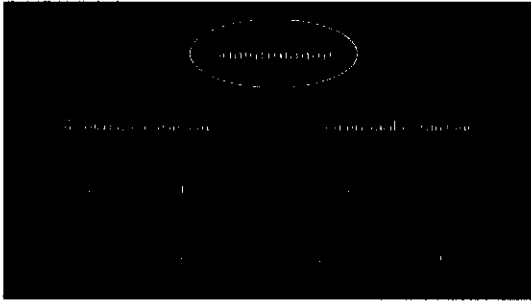
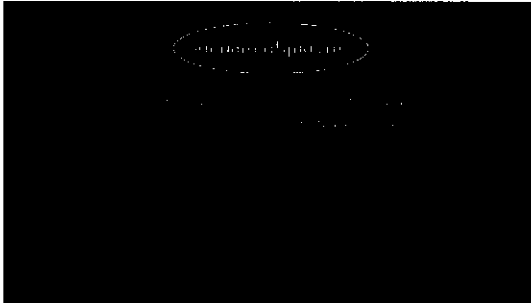
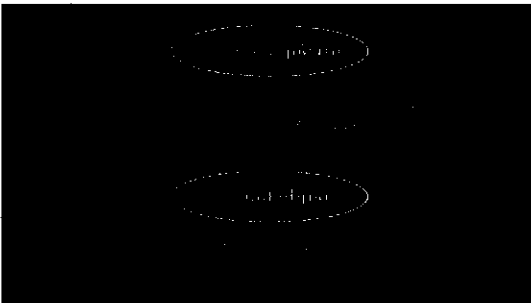
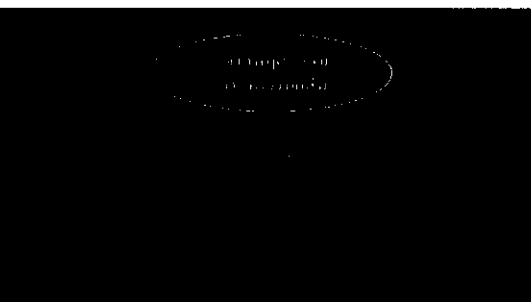
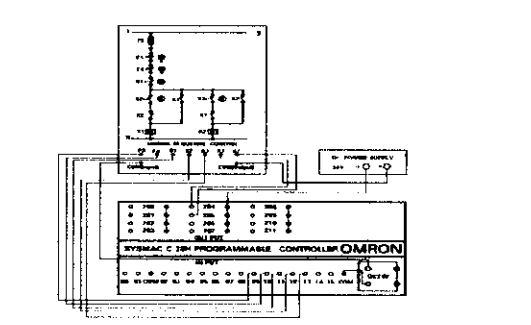
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>ดำเนินการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
18	 สื่อ วัสดุอุปกรณ์	สื่อ และ วัสดุอุปกรณ์
19		สื่อประสบการณ์หลักที่ 10.1 ได้แก่
		<p>มัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ประมวลสาระเรื่องการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		มัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		โหลดจำลองหมายเลข 3
20		สื่อประสบการณ์หลักที่ 10.2 ได้แก่

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>มัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับ โดยฮัต โนมิตี ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>ประมวลสารเรื่องการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับ โดยฮัต โนมิตี ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับ โดยฮัต โนมิตี ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>มัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ โดยฮัต โนมิตี ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>โหลดจำลองหมายเลข 4</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
21	<p>อุปกรณ์</p> 	อุปกรณ์ที่ใช้เผชิญประสบการณ์ ได้แก่
	<p>อุปกรณ์</p>  <p>โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
22	<p>อุปกรณ์</p>  <p>แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC</p>	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
23	<p>อุปกรณ์</p> <p>โหลดจำลอง หมายเลข 3</p> 	โหลดจำลองหมายเลข 3
24	<p>อุปกรณ์</p> <p>โหลดจำลอง หมายเลข 4</p> 	โหลดจำลองหมายเลข 4

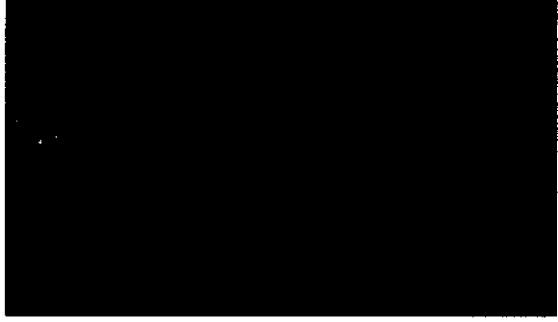

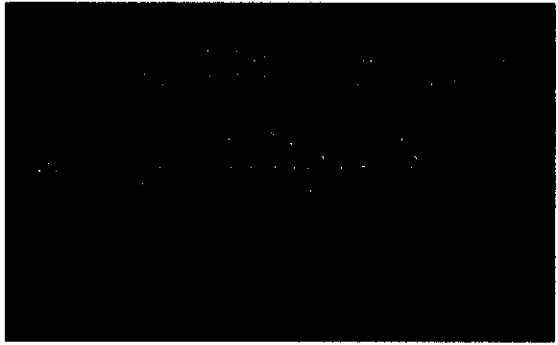

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
25	  <p data-bbox="592 618 715 640">สายเสียบวงจร</p>	วัสดุที่ใช้ได้แก่สายเสียบวงจร
26		การประณิน
27		จากแบบทดสอบ ก่อนเผชิญประสบการณ์
		และ หลังเผชิญประสบการณ์
		เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี แบบ คู่ขนาน ก่อนเผชิญประสบการณ์ จำนวน 10 ข้อ และหลังเผชิญ ประสบการณ์ จำนวน 10 ข้อ

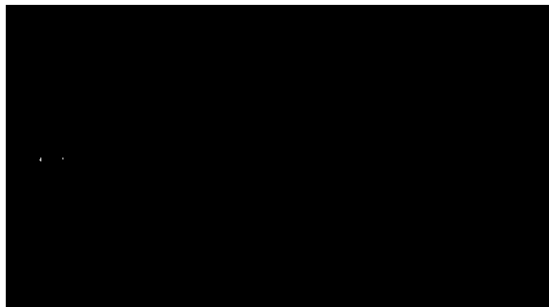
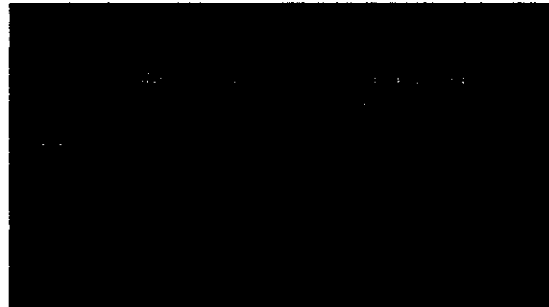
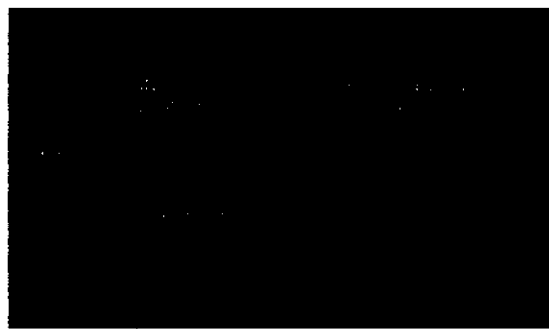
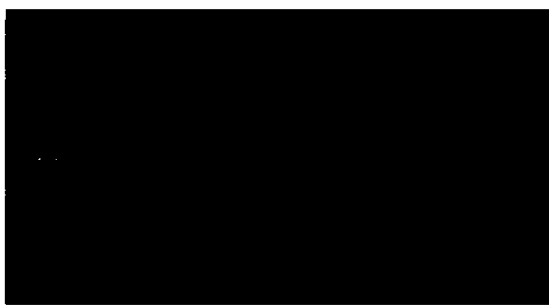
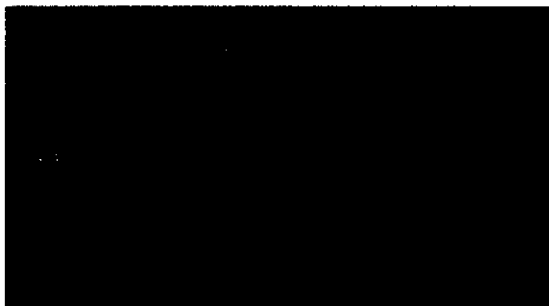
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ ก่อนเผชิญประสบการณ์ จำนวน 1 ข้อ และหลังเผชิญประสบการณ์ จำนวน 1 ข้อ</p>
28		<p>จากผลการปฏิบัติงาน ประเมินผลเป็น รายกลุ่ม ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน และหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ ที่กำหนด</p>
		<p>จากแบบฝึกปฏิบัติ ในกลุ่มมือเผชิญประสบการณ์</p>
29		<p>จากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ได้แก่ ความรับผิดชอบ การทำงานเป็นทีม การแสดงความคิดเห็น ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ และ การมีทักษะในการ แก้ปัญหา</p>
30		<p>ขอเชิญนักศึกษาเข้าสู่ การเผชิญประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 10 ได้แล้วครับ</p>

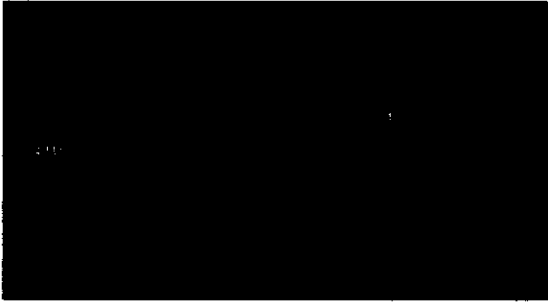
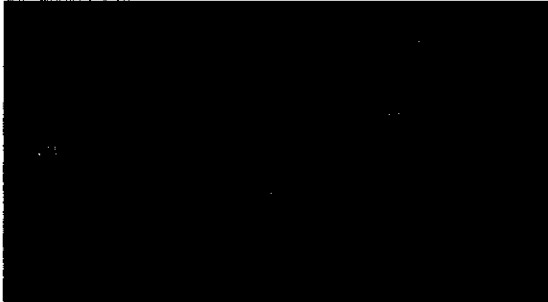
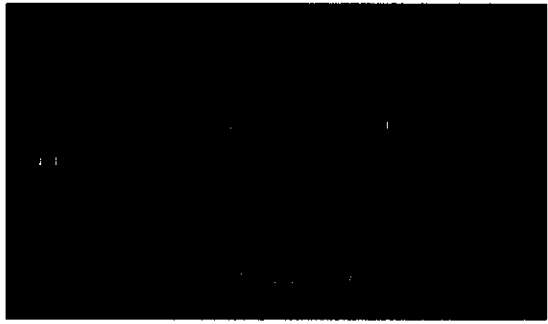
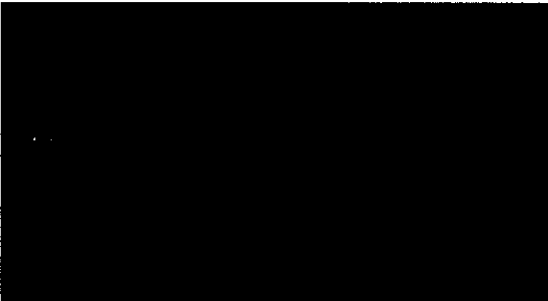
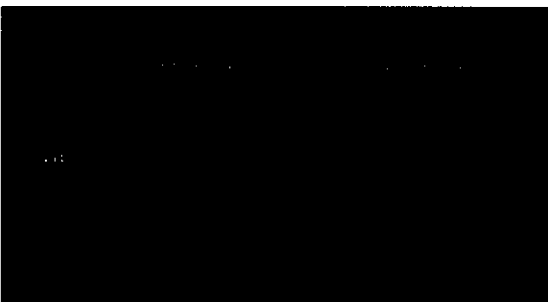
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
31	พื้นที่น้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - ผลิตโดย	
	CG ₂ - อุทัย สุมาลย์	
	CG ₃ - แคนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน	

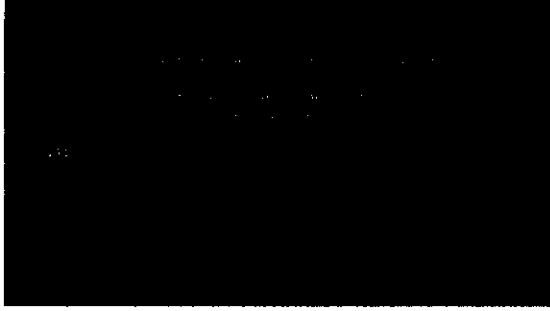
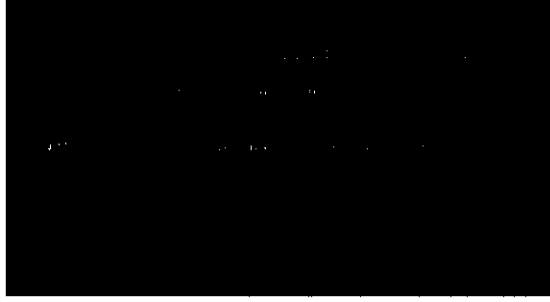

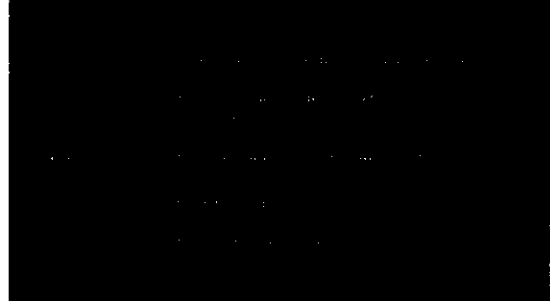
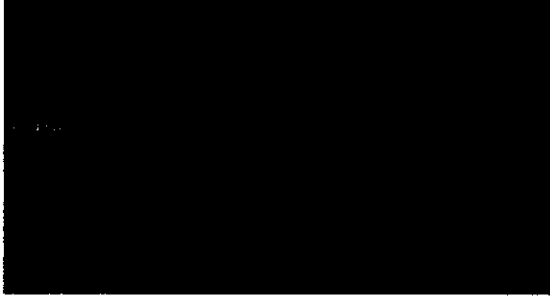
บทสไลด์คอมพิวเตอร์

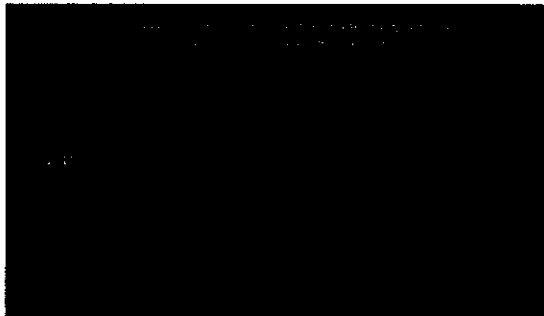

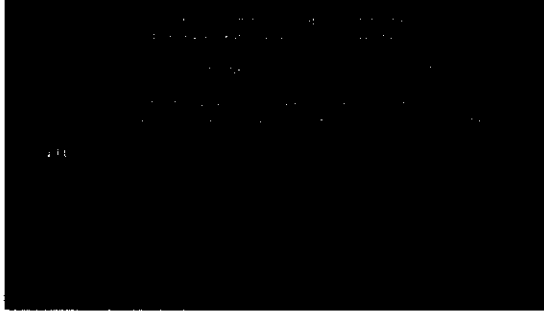
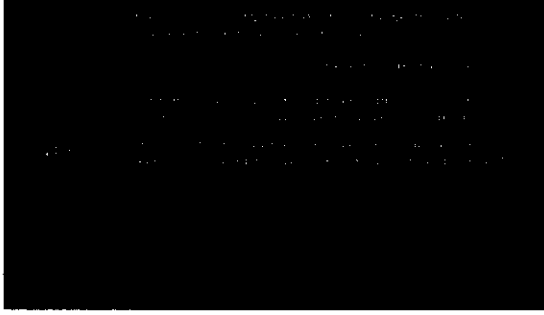
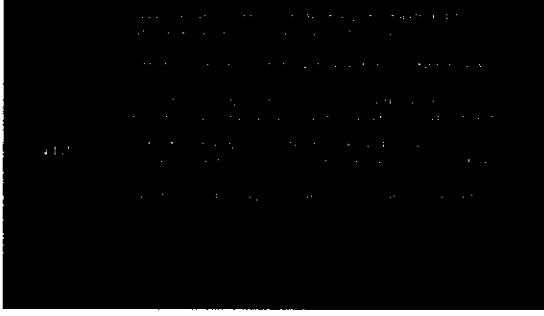
สำหรับปฐมนิเทศ เชื่อมโยงจากภารกิจของประสบการณ์หลักที่ 10.1
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

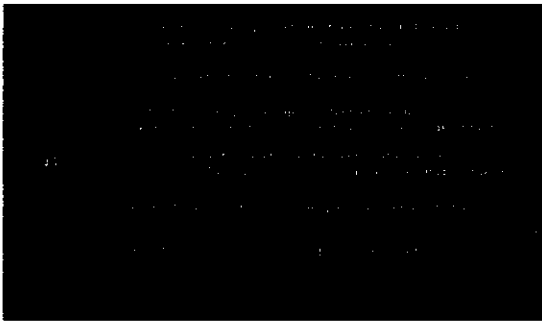



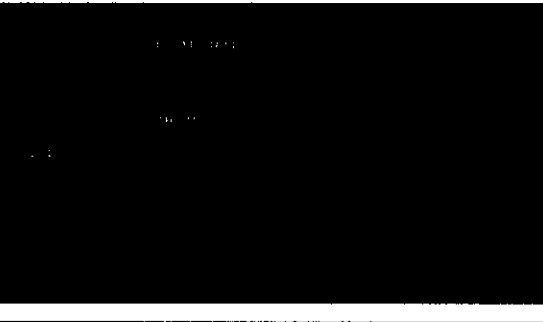
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1		มีงานดังนี้
		ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		อ่านประมวลสาระเรื่องความหมาย และส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ

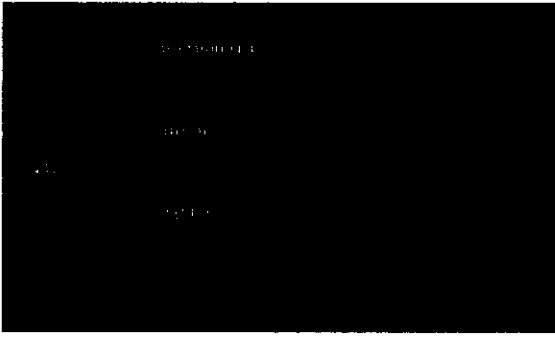
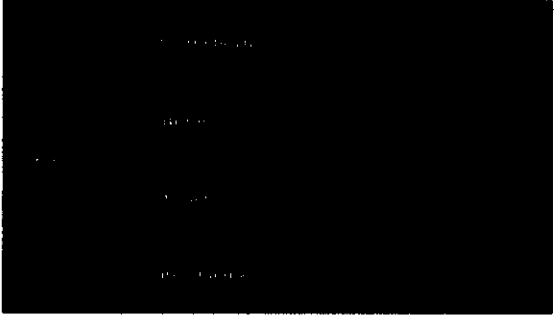
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
2		มีงานดังนี้
		ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ
3		มีงานดังนี้
		จัดทำโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		จัดหา แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		จัดหาสายเคเบิลวงจร
		จัดหาหลอดจ่ายหมายเลข 3
4		มีงานดังนี้
		ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบแรงดัน ไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		ตรวจสอบสายเสียบวงจร
		ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 3
5		มีงานดังนี้

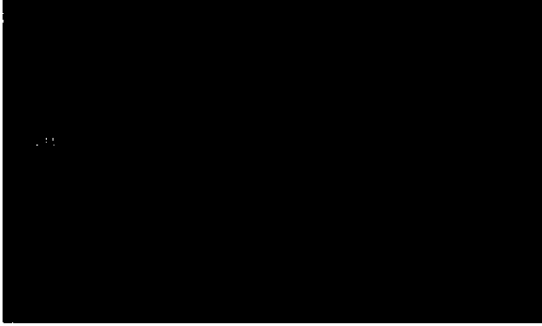



ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสี่ยง
		ชมรมคีมีเคียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		เขียน โปรแกรมควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ใช้คำสั่งที่กำหนดให้
		ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์อินพุต ของโหนดจำลองหมายเลข 3 เข้ากับ จุดต่อหน่วยอินพุตของ โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่ กำหนดให้
		ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 3 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่ กำหนดให้
		ตรวจสอบการทำงาน ของอุปกรณ์อินพุตทุกตัว ของโหนดจำลองหมายเลข 3





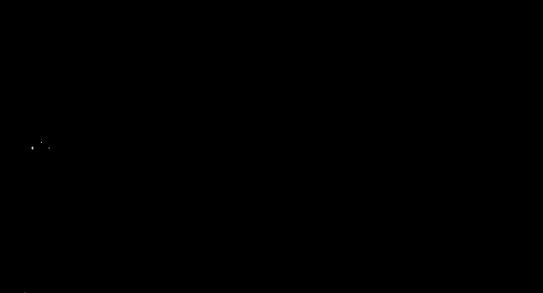
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบการทำงาน ของอุปกรณ์แฮ็คหูด ของโหลคจำลองหมายเลข 3
		ตรวจสอบการทำงาน ของโปรแกรมควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้โหลคจำลองหมายเลข 3
6		มีงานดังนี้
		นำเสนอผลงาน
		วิทยากรงาน

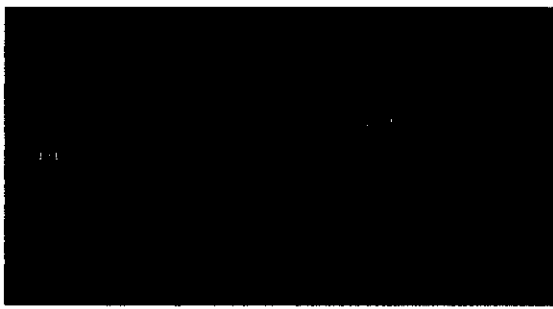

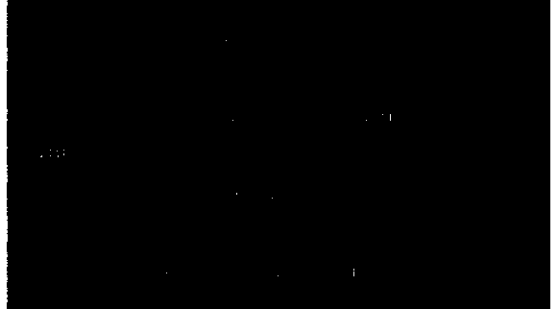
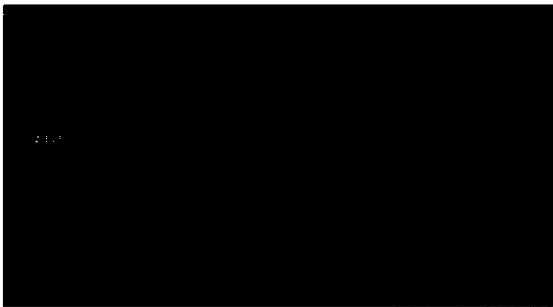
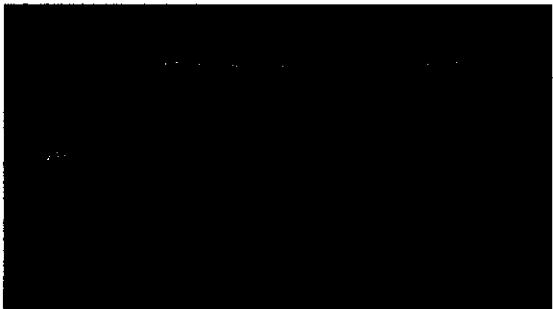
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		สรุปผลการปฏิบัติงาน
		ทำแบบฝึกหัด

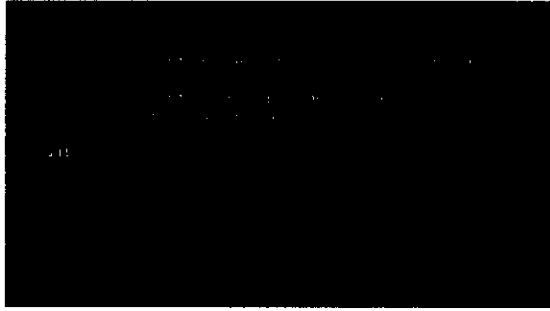


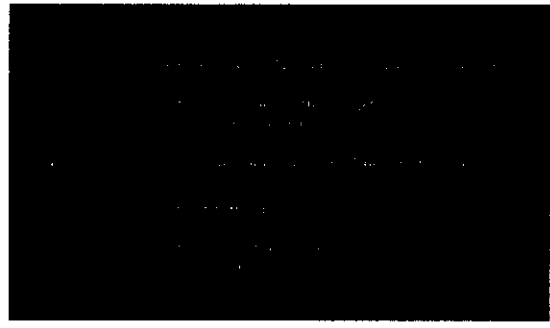

บทคัดย่อคอมพิวเตอร์


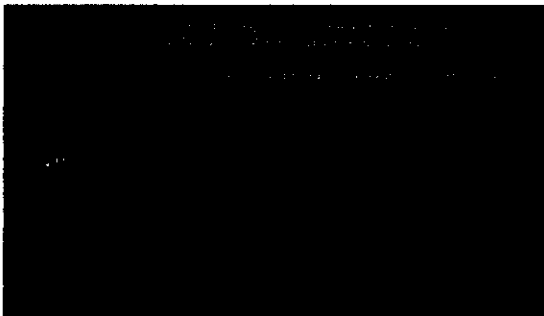
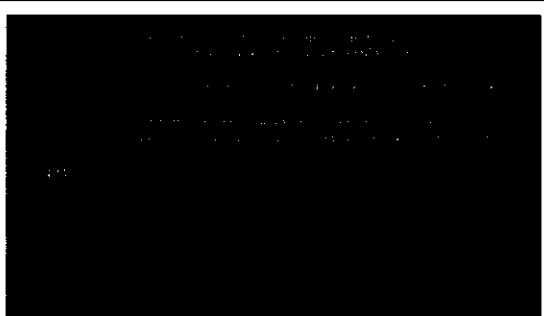
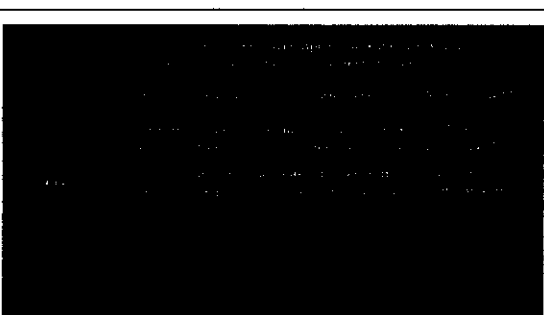
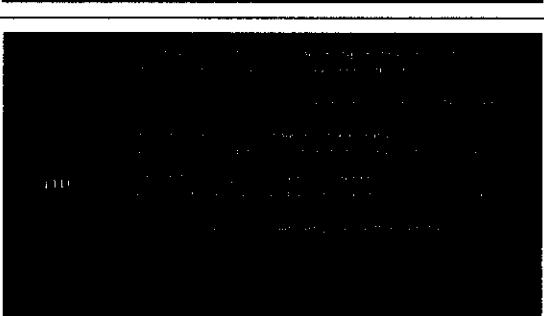
สำหรับปฐมนิเทศ เชื่อมโยงจากภารกิจของประสบการณ์หลักที่ 10.2
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

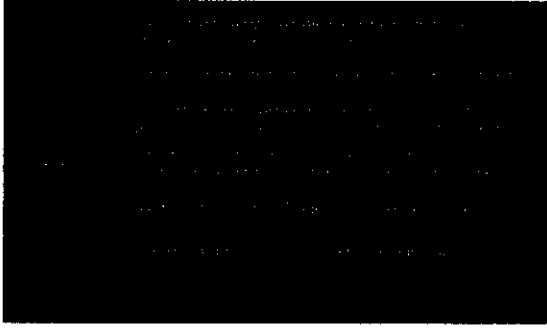


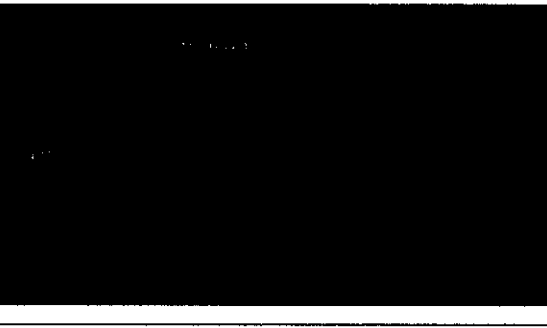
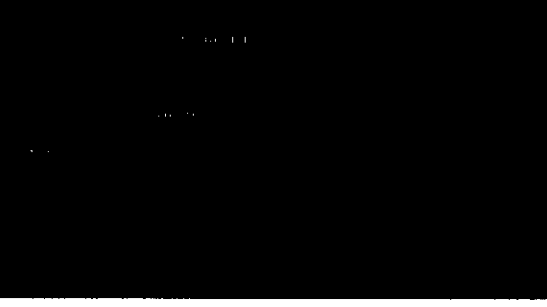
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1		มีงานดังนี้
		ชมบัลติมิดีเคียวเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		อ่านประมวลสาระเรื่องความหมาย และส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ


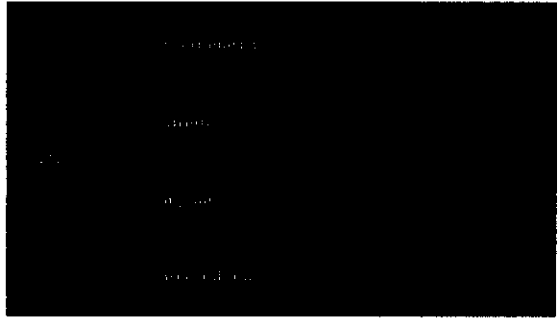
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
2		มีงานดังนี้
		ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ
3		มีงานดังนี้
		จัดทำโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		จัดหา แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		จัดหาสายเคเบิลวงจร
		จัดหาหลอดจ่ายหมายเลข 3
4		มีงานดังนี้
		ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลท์</p>
		<p>ตรวจสอบสายเสียบวงจร</p>
		<p>ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 4</p>
5		<p>มีงานดังนี้</p>

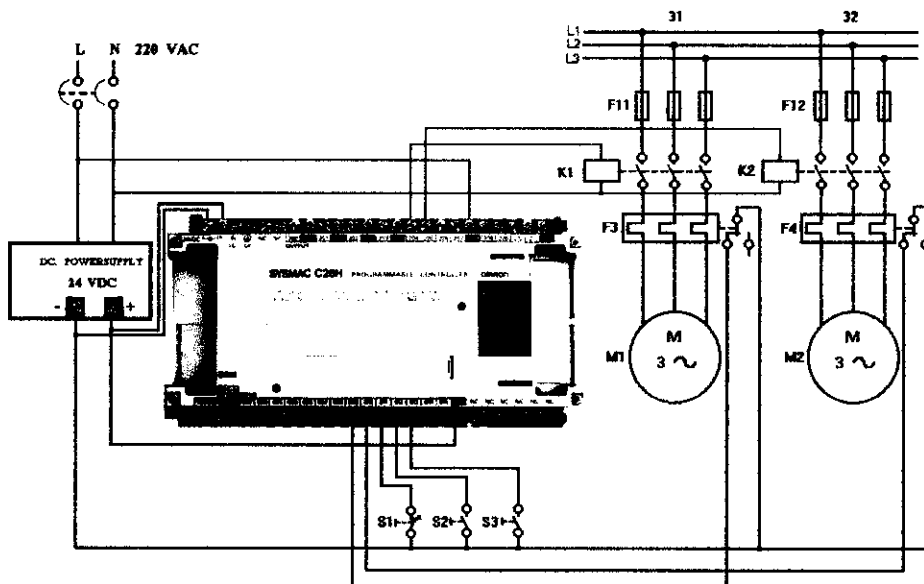
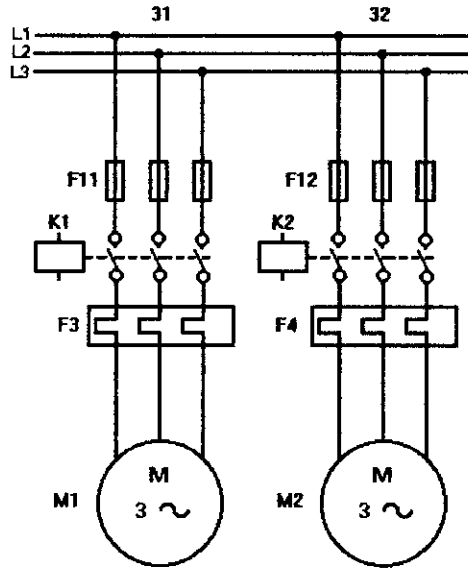
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ใช้คำสั่งที่กำหนดให้
		ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์อินพุตของ โหลดจำลองหมายเลข 4 เข้ากับจุดต่อ หน่วยอินพุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่กำหนดให้
		ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 4 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่กำหนดให้
		ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัว ของ โหลดจำลองหมายเลข 4

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบการทำงาน ของอุปกรณ์เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 4
		ตรวจสอบการทำงาน ของโปรแกรมควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้โหนดจำลองหมายเลข 4
6		มีงานดังนี้
		นำเสนอผลงาน
		วิพากษ์งาน

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		สรุปผลการปฏิบัติงาน
		ทำแบบฝึกหัด

ประมวลสาระหน่วยที่ 10

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ



อุทัย สุมามัลย์
วิทยาลัยเทคนิคน่าน

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คำนำ

ประมวลสาระนี้เป็นสื่อหลักของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์รายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ เนื้อหาสาระมี 2 ตอน ประกอบด้วย (1) ตอนที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ตอนที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ผู้จัดทำมีความเชื่อมั่นว่าการนำเสนอเนื้อหาสาระที่ถูกต้องและเป็นขั้นตอนจากง่ายไปหายากจะนำไปสู่ผลสำเร็จตามความคาดหมาย คือ ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น และทำให้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้จัดทำได้อ้างอิงโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron เป็นหลัก เนื่องจากเป็นยี่ห้อที่มีใช้งานอย่างแพร่หลายในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ขอขอบคุณเจ้าของหนังสือ ตำรา เอกสาร แหล่งเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับโอกาสฝึกอบรมเพิ่มเติมความรู้ และ วิทยาลัยเทคนิค น่าน ที่มีส่วนให้ประมวลสาระนี้สำเร็จเป็นรูปเล่ม

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันเกิดจากประมวลสาระเล่มนี้ ผู้จัดทำขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณ และ ครูอาจารย์ทุกท่าน ชื่อบกพร่องใด ๆ ที่อาจมีผู้จัดทำขออภัยและยินดีรับฟังคำติชมด้วยความเคารพยิ่ง

อุทัย สุมาลย์

คำชี้แจงการใช้ประมวลสาระ

การใช้งานประมวลสาระหน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับ (1) ครูผู้สอนต้องใช้ตามขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ รายละเอียดการเผชิญประสบการณ์ ร่วมกับสื่อเสริมประจำหน่วยประสบการณ์ ได้แก่ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย ชุดจำลองสถานการณ์โหลดจำลองหมายเลข 3 – 4 (2) ผู้เรียนใช้ในการเรียนปกติตามขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ และรายละเอียดการเผชิญประสบการณ์ร่วมกับแบบฝึกปฏิบัติ และสื่อเสริม เนื้อหาสาระมีการเรียงตามลำดับจากง่ายไปหายาก มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้จัดทำหวังว่าประมวลสาระนี้จะเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ครูผู้สอน ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น

อุทัย สุมาลย์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	395
คำชี้แจงการใช้ประมวลสาระ.....	396
สารบัญตาราง.....	399
สารบัญภาพ.....	400
แผนผังแนวคิดประมวลสาระหน่วยที่ 10.....	401
ประมวลสาระหน่วยที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ.....	402
เค้าโครงเนื้อหา.....	402
แนวคิด.....	402
วัตถุประสงค์.....	403
ตอนที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	404
หัวเรื่อง.....	404
แนวคิด.....	404
วัตถุประสงค์.....	405
เรื่องที่ 10.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	406
ความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	406
ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	406
เรื่องที่ 10.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์...	411
การเขียนโปรแกรม.....	411
การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต.....	413
การตรวจสอบการทำงาน.....	414
ตอนที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	417
หัวเรื่อง.....	417
แนวคิด.....	417
วัตถุประสงค์.....	418
เรื่องที่ 10.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	419
ความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	419

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	419
เรื่องที่ 10.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	423
การเขียนโปรแกรม.....	423
การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต.....	425
การตรวจสอบการทำงาน.....	426

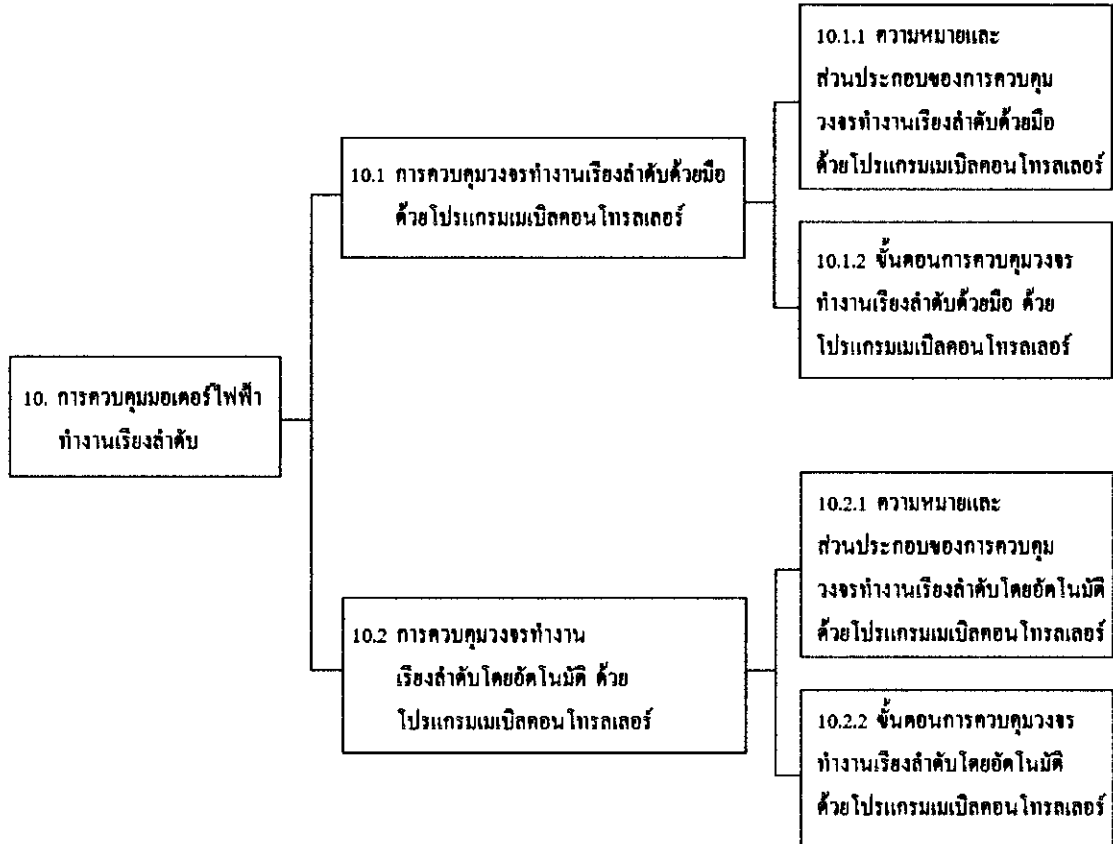
สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
10.1	ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ.....	411
10.2	คำสั่งควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ.....	413
10.3	ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ.....	415
10.4	ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ.....	423
10.5	คำสั่งควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ.....	425
10.6	ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ.....	427

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
10.1	ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจรทำงานเรียงลำดับ.....	408
10.2	อุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์...	409
10.3	อุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์..	409
10.4	แลคเคอร์โคอะแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับด้วยมือ.....	412
10.5	Working Diagram ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	414
10.6	แลคเคอร์โคอะแกรมและโปรแกรมตัวอย่างการใช้คำสั่ง TIM.....	420
10.7	แลคเคอร์โคอะแกรมและโปรแกรมตัวอย่างแสดงการใช้คำสั่ง TIMH	420
10.8	อุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	421
10.9	อุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	422
10.10	แลคเคอร์โคอะแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ.....	424
10.11	Working Diagram ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	426

แผนผังแนวคิดประมวลสาระหน่วยที่ 10



ประมวลสาระหน่วยที่ 10

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

เค้าโครงเนื้อหา

- ตอนที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- เรื่องที่ 10.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- เรื่องที่ 10.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- ตอนที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- เรื่องที่ 10.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- เรื่องที่ 10.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แนวคิด

1. การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปทำงานเรียงกันตามลำดับไม่มีการข้ามขั้นตอน ควบคุมการเรียงลำดับด้วยมือ ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัวทำงานเรียงลำดับด้วยมือมีการทำงานดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานก่อน แล้วมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 จึงจะทำงานได้ด้วยการบังคับด้วยมือ การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง วงจรกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวทำงานเป็นอิสระต่อกันเหมือนกับวงจรกำลังวงจรสตาร์ทตรง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

2. การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปทำงานเรียงกันตามลำดับด้วยตัวตั้งเวลา ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติมีการทำงานดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานก่อนเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงาน การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง เหมือนกันกับวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษา “การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษา “การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษา “การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษา “การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

ตอนที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ในตอนที่ 10.1 แล้วจึงศึกษาเนื้อหาสาระโดยละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

- เรื่องที่ 10.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- เรื่องที่ 10.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แนวคิด

1. การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปทำงานเรียงกันตามลำดับ ไม่มีการข้ามขั้นตอน ควบคุมการเรียงลำดับด้วยมือ การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง วงจรกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวทำงานเป็นอิสระต่อกันเหมือนกับวงจรกำลังวงจรสตาร์ทตรง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต
2. ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลตเตอร์โคอะแกรม การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ได้ถูกต้อง
7. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

เรื่องที่ 10.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับด้วยมือ เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปทำงานเรียงกันตามลำดับ ไม่มีการข้ามขั้นตอน ควบคุมการเรียงลำดับโดยใช้สวิทช์บังคับการทำงานด้วยมือ ส่วนประกอบของวงจรมี 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง และ วงจรควบคุม

1. ความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับด้วยมือเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปทำงานต่อเนื่องกันและมีความสัมพันธ์กันในกระบวนการทำงาน คือ มีการทำงานเรียงกันตามลำดับไม่มีการข้ามขั้นตอน ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับด้วยมือมีการทำงานดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานก่อน แล้วมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 จึงจะทำงานได้ วงจรควบคุมจะมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานก่อนมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 การควบคุมด้วยมือเริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ด้วยสวิทช์บังคับการทำงานด้วยมือ หลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานแล้ว จึงบังคับการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ด้วยสวิทช์บังคับด้วยมือเช่นกัน ไม่สามารถบังคับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานก่อนมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ได้

การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ส่วนของวงจรกำลังใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การควบคุมทั้งหมดทำงานตามโปรแกรม มีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือทุกประการ

2. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

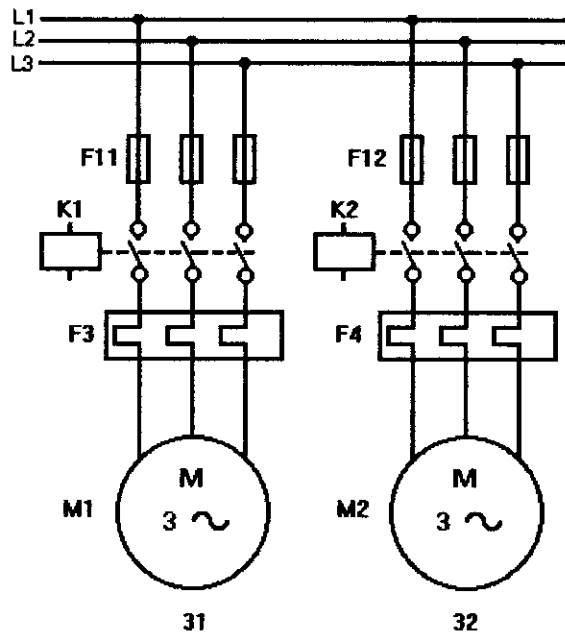
2.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า ใช้ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัว วงจรกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวทำงานเป็นอิสระต่อกัน เหมือนกับวงจรสตาร์ทตรงหลายวงจรต่อร่วมกัน วงจรกำลังไม่สามารถทำงานเรียงลำดับได้ด้วยตัวของมันเอง แต่การเรียงลำดับจะเกิดจากวงจรควบคุม วงจรกำลังในภาพที่ 10.1 ใช้คอนแทคเมนแบบปกติเปิดของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 และ ใช้คอนแทคเมนแบบปกติเปิดของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ส่วน

คอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 จะใช้ในวงจรควบคุม เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K1 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิดของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิดทำให้ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K1 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิดของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 กลับสู่ตำแหน่งปกติ ทำให้ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K2 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิดของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิดทำให้ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำงาน เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K2 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิดของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 กลับสู่ตำแหน่งปกติ ทำให้ตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M2 หยุดทำงาน

2.1.2 อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหายจากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการลัดวงจรในวงจรกำลัง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเกินพิกัดฟิวส์จะขาดทำให้ตัดวงจรไฟฟ้าที่จะจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า หรือถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ก็จะตัดวงจรเช่นกัน วงจรกำลังในภาพที่ 10.1 ฟิวส์ F11 ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ฟิวส์ F11 จะขาดเมื่อเกิดการลัดวงจรในวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า M1 เปิดวงจรก่อนที่สายไฟฟ้าวงจรกำลังจะได้รับความเสียหาย ฟิวส์ F12 ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ฟิวส์ F12 จะขาดเมื่อเกิดการลัดวงจรในวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า M2 เปิดวงจรก่อนที่สายไฟฟ้าวงจรกำลังจะได้รับความเสียหาย

2.1.3 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่ โอเวอร์โวลติลลิจี ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการทำงานเกินกำลัง การทำงานเกินกำลังทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโอเวอร์โวลติลลิจีสูงกว่าปกติ แต่ไม่ถึงจุดที่ทำให้อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำงาน ส่งผลให้คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจีเปลี่ยนตำแหน่ง คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจีจะต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลังในภาพที่ 10.1 เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้า M1 เกิดโอเวอร์โวลตทำให้คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจี F3 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นเปิด ซึ่งคอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจี F3 จะต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในวงจรควบคุม โปรแกรมควบคุมจะสั่งให้หยุดการทำงานของหน่วยเอาต์พุตที่ควบคุมคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 หรือ K1 และ K2 พร้อมกันตามโปรแกรมควบคุม เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้า M2 เกิดโอเวอร์โวลต ทำให้คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจี F4 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นเปิด ซึ่งคอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจี F4 จะต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในวงจรควบคุม และส่งผลถึงการทำงานเช่นเดียวกับการทำงานของโอเวอร์โวลติลลิจี F3



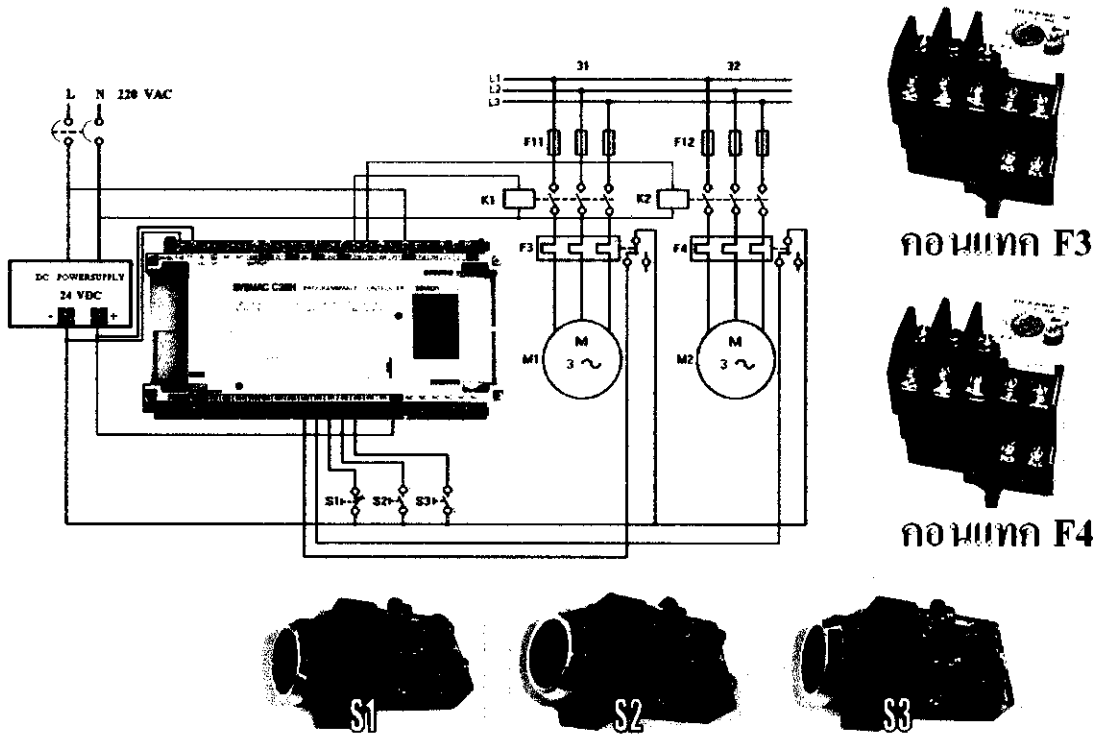
ภาพที่ 10.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจรทำงานเรียงลำดับ

2.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และอุปกรณ์เอาต์พุต แสดงในภาพที่ 10.2 – 10.3 มีรายละเอียดดังนี้

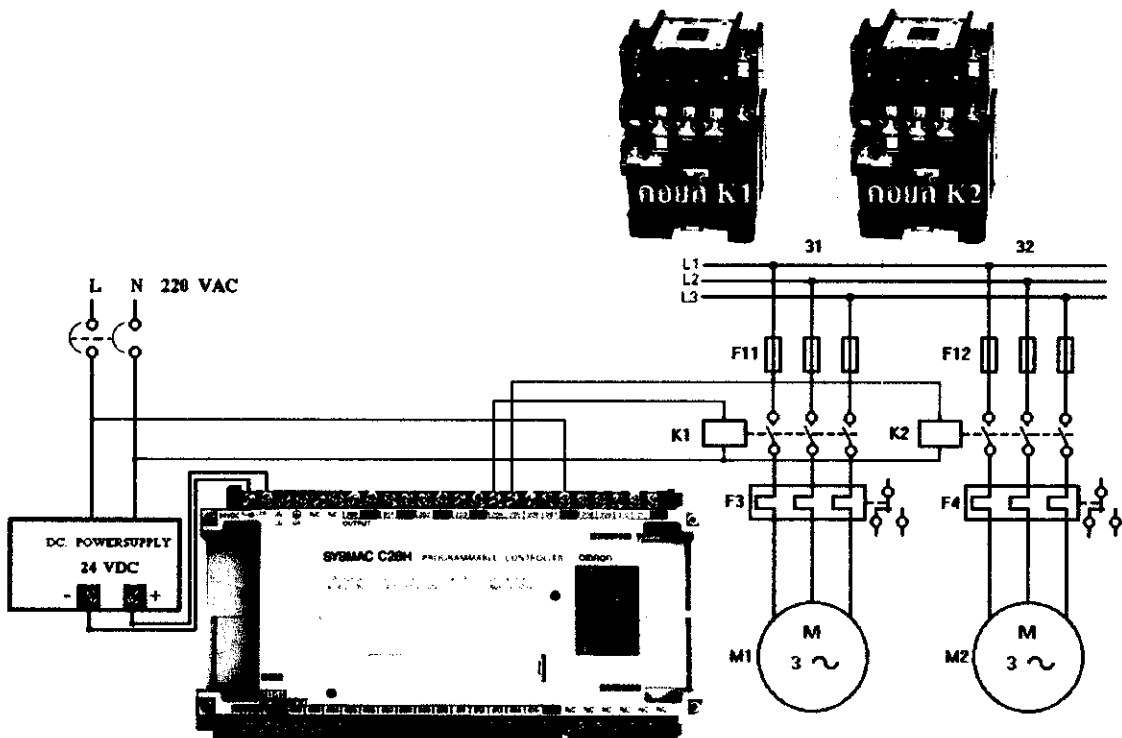
2.2.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นเครื่องควบคุมการทำงาน มีการทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำที่เขียนโดยผู้ใช้ คือ การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดก่อนการเขียนโปรแกรม

2.2.2 อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน และคอนแทคของโอเวอร์โวลครีเลย์ อุปกรณ์อินพุตในภาพที่ 10.2 ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า M1 คือ S2 คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า M2 คือ S3 คอนแทคของโอเวอร์โวลครีเลย์ F3 และ คอนแทคของโอเวอร์โวลครีเลย์ F4 อุปกรณ์อินพุตทำหน้าที่ต่อหรือตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ที่จ่ายให้กับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดไว้ ถ้ามีไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ต่อเข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งใดหน่วยอินพุตนั้นจะอยู่ในสถานะ On และเมื่อตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ออก จะอยู่ในสถานะ Off

2.2.3 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ตัวอย่างการต่ออุปกรณ์เอาต์พุต การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ แสดงในภาพที่ 10.3 การทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตถูกควบคุมโดยหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์เอาต์พุตจะทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสถานะ On และจะหยุดทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสถานะ Off



ภาพที่ 10.2 อุปกรณ์ฉุกเฉิน ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 10.3 อุปกรณ์เ้าดท์ชุด ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โดยสรุป การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับเป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่ต้องทำงานเรียงกันตามลำดับ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับด้วยมือมีการทำงานดังนี้ บังคับให้มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานด้วยสวิทช์บังคับด้วยมือ หลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานแล้วจึงบังคับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ให้ทำงานได้ด้วยสวิทช์บังคับด้วยมือเช่นกัน การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลังสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวแยกเป็นอิสระต่อกัน ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิทช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 คอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 และคอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ซึ่งจะต่อกับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง 10.1.2 ต่อไป

เรื่องที่ 10.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้การควบคุมคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ในวงจรกำลังให้ทำงานตามโปรแกรมที่เขียนโดยผู้ใช้ มีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือทุกประการ มีขั้นตอนครอบคลุม การเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

1. การเขียนโปรแกรม

โปรแกรมควบคุมประกอบด้วยคำสั่งที่เขียนโดยผู้ใช้ สั่งให้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ทำงานควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ การเขียนโปรแกรมมีขั้นตอนครอบคลุม การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเกอร์ไดอะแกรม และ การเขียนคำสั่ง

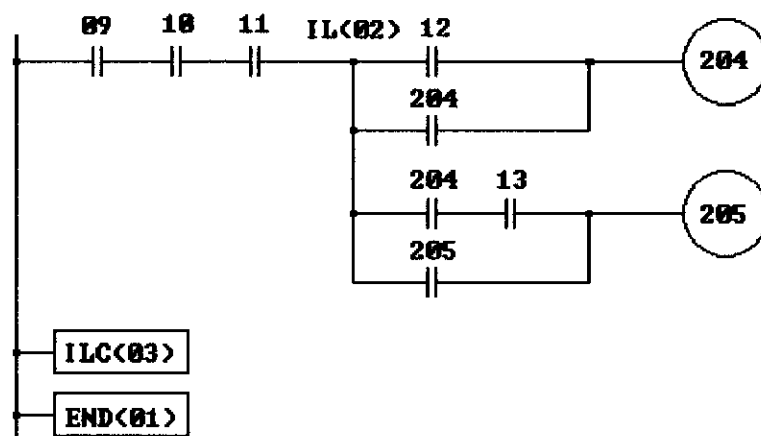
1.1 การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต หมายถึงตำแหน่งที่ถูกกำหนดให้เป็นหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เครื่องที่ใช้เท่านั้น ซึ่งเครื่องแต่ละยี่ห้อหรือยี่ห้อเดียวกันแต่รุ่นแตกต่างกัน การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ก็แตกต่างกันด้วย

เมื่อกำหนดให้ “F3” คือคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า M1 “F4” คือคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า M2 “S1” คือสวิตช์หยุดการทำงาน “S2” คือสวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า M1 “S3” คือสวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า M2 “K1” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และ “K2” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตารางที่ 10.1

ตารางที่ 10.1 ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

อุปกรณ์ควบคุม	IN PUT	OUT PUT
F3	09	-
F4	10	-
S1	11	-
S2	12	-
S3	13	-
K1	-	204
K2	-	205

1.2 การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรม เป็นขั้นตอนของการออกแบบควบคุม แลคเคอร์ไคอะแกรมถูกเขียนจากเงื่อนไขการควบคุม ใช้ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ที่กำหนดไว้ การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้หลักการเหมือนกับการควบคุมด้วยแมคเนติกคอนแทคเตอร์ คือ ใช้คอนแทคแบบปกติเปิดของเอาต์พุตคอยล์ตัวก่อนหน้าไปบังคับเอาต์พุตคอยล์ตัวถัดไป วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือมีรูปแบบการควบคุมที่เป็นรูปแบบเฉพาะ ยกเว้นการหยุดทำงานที่หยุดตามเงื่อนไขที่กำหนด เมื่อต้องการหยุดการทำงาน K1 และ K2 พร้อมกันด้วยสวิตช์หยุดการทำงาน 1 ตัว เขียนแลคเคอร์ไคอะแกรมได้ดังภาพที่ 10.4



ภาพที่ 10.4 แลคเคอร์ไคอะแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

การทำงานเมื่อต่ออุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์แล้ว คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4 และสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ซึ่งใช้แบบปกติปิด ทำให้อินพุต 09 อินพุต 10 และอินพุต 11 อยู่ในสถานะ On (คอนแทคในแลคเคอร์ไคอะแกรม 09 10 และ 11 จะเปลี่ยนตำแหน่งจากเปิดเป็นปิด) เมื่อกดสวิตช์เริ่มการทำงาน S2 ทำให้อินพุต 12 อยู่ในสถานะ On ทำให้เอาต์พุต 204 ทำงาน คอนแทค 204 ปกติเปิดที่ต่อขนานกับอินพุต 12 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้เอาต์พุต 204 ทำงานตลอดเวลา (ค้างในตำแหน่ง On) ถึงแม้จะปล่อยมือจากสวิตช์ S2 แล้วก็ตาม หลังจากเอาต์พุต 204 ทำงานแล้วคอนแทค 204 ปกติเปิดที่ต่ออนุกรมกับอินพุต 13 เตรียมพร้อมให้เอาต์พุต 205 ทำงานในลำดับต่อไป เมื่อกดสวิตช์เริ่มการทำงาน S3 ทำให้อินพุต 13 อยู่ในสถานะ On ทำให้เอาต์พุต 205 ทำงาน คอนแทค 205 ปกติเปิดเปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้เอาต์พุต 205 ทำงานตลอดเวลา (ค้างในตำแหน่ง On) ถึงแม้จะปล่อยมือจากสวิตช์ S3 แล้วก็ตาม

การหยุดทำงานของเอาต์พุต 204 และ 205 มี 3 กรณี คือ (1) เมื่อคอนแทค F3 อยู่ในตำแหน่งเปิด ในกรณีนี้จะเกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงานเกินกำลังทำให้อินพุต 09 อยู่ในตำแหน่ง Off (2) เมื่อคอนแทค F4 อยู่ในตำแหน่งเปิด ในกรณีนี้จะเกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำงานเกินกำลังทำให้อินพุต 10 อยู่ในตำแหน่ง Off และ (3) เมื่อกดสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ทำให้อินพุต 11 อยู่ในตำแหน่ง Off

การบังคับให้เรียงลำดับคือการใช้คอนแทกเปิดของเอาต์พุตตัวก่อนหน้าไปป้องกันเอาต์พุตตัวถัดไปไม่ให้ทำงานก่อน แลคเคอร์โคอะแกรมในภาพที่ 10.4 การป้องกันไม่ให้เอาต์พุต 205 ทำงานก่อนเอาต์พุต 204 ใช้คอนแทกเอาต์พุต 204 ปกติเปิดต่ออนุกรมกับสวิตช์เริ่มการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 คือ อินพุต 13

1.3 การเขียนคำสั่ง เมื่อใช้ PC OMRON รุ่น C 28 H เขียนคำสั่งแลคเคอร์โคอะแกรมในภาพที่ 10.4 ได้ดังตารางที่ 10.2

ตารางที่ 10.2 คำสั่งควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

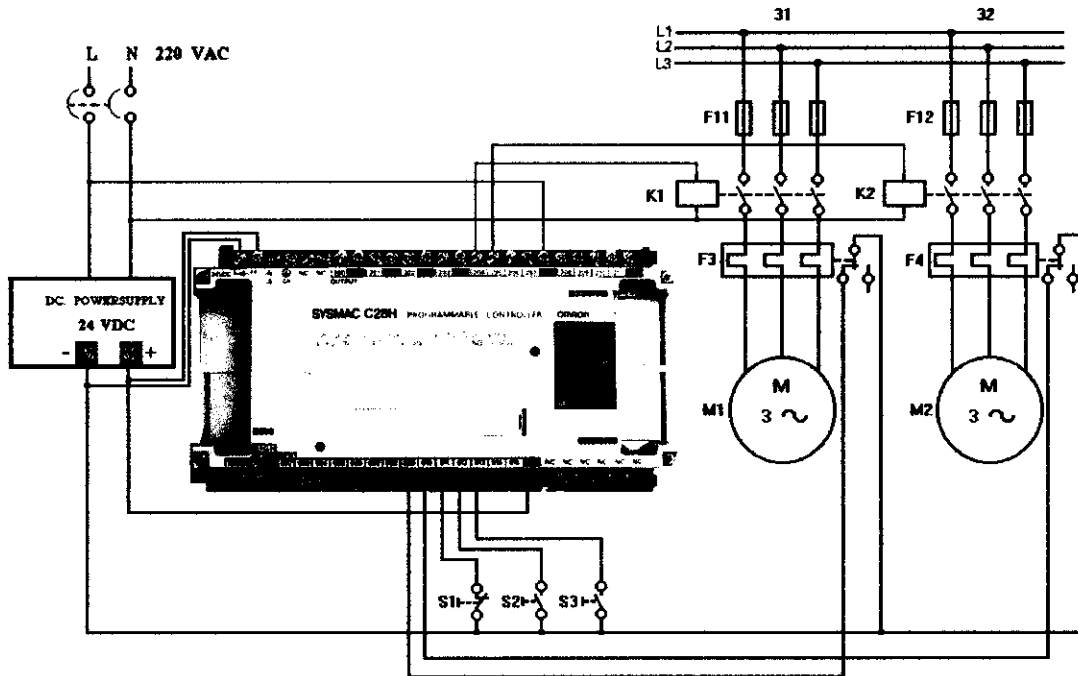
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	09
0001	AND	10
0002	AND	11
0003	IL (02)	-
0004	LD	12
0005	OR	204
0006	OUT	204
0007	LD	204
0008	AND	13
0009	OR	205
0010	OUT	205
0011	ILC (03)	-
0012	END (01)	-

2. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

ครอบคลุม (1) การต่ออุปกรณ์อินพุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยอินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และอุปกรณ์อินพุต และ (2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์เอาต์พุตและอุปกรณ์เอาต์พุต ดังภาพที่ 10.5

2.1 การต่ออุปกรณ์อินพุต ภาพที่ 10.5 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอนแทกของ สวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 สวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า M2 คือ S3 คอนแทกของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 และ คอนแทกของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 10.1 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2.2 การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ภาพที่ 10.5 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 10.1 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V



ภาพที่ 10.5 Working Diagram ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

3. การตรวจสอบการทำงาน

การตรวจสอบการทำงานครบชุด (1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต (2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ (3) การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ดังนี้

3.1 การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต บังคับให้อุปกรณ์อินพุตทำงานและหยุดทำงานแล้ว สังเกตการแสดงผลของ Input Indicator ตรงกับตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตนั้น ๆ เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ On ทำให้ Input Indicator สว่าง เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ Off ทำให้ Input Indicator คับ การแสดงผลจะต้องตรงกับตำแหน่งที่กำหนด แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ดังตารางที่ 10.3

3.2 การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต โดยการ Force Output 204 และ 205 ตามลำดับ (1) เมื่อ Force Output 204 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 204 สว่าง และมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน เมื่อ Force Output 204 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 204 คับ และมอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน และ (2) เมื่อ Force Output 205 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 205 สว่าง และมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำงาน เมื่อ Force Output 205 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 205 คับ และมอเตอร์ไฟฟ้า M2 หยุดทำงาน แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ดังตารางที่ 10.3

ตารางที่ 10.3 ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ความสมบูรณ์การทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สถานะ การทำงาน	Input Indicator					Output Indicator		สภาพ	ตำแหน่ง
		09	10	11	12	13	204	205		
F3	ทำงาน (On)	0	-	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	1	-	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
F4	ทำงาน (On)	-	0	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	1	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S1	ทำงาน (On)	-	-	0	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	1	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S2	ทำงาน (On)	-	-	-	1	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	0	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S3	ทำงาน (On)	-	-	-	-	1	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	0	-	-	ดี	ถูกต้อง
K1	ทำงาน (On)	-	-	-	-	-	1	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	-	0	-	ดี	ถูกต้อง
K2	ทำงาน (On)	-	-	-	-	-	-	1	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	-	-	0	ดี	ถูกต้อง

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง

“0” หมายถึง Input/Output Indicator คับ

จากตารางที่ 10.3 แสดงผลอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ดีและต่อถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่กำหนด หากผลการตรวจสอบไม่ตรงกับตารางนี้ เช่น (1) ผลของ F3 F4 หรือ S1 กลับกันแสดงว่าใช้คอนแทคผิดซึ่ง อุปกรณ์อินพุตทั้ง 3 ตัว ใช้คอนแทคแบบปกติปิด (2) หากการแสดงผลเป็นสว่างทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตอาร์กติดกัน หรือต่อสายผิด (3) หากการแสดงผลเป็นดับทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตเสีย หรือสายไฟฟ้าขาด และ (4) การแสดงผลของ Input/Output Indicator ผิดตำแหน่ง แสดงว่าต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ผิดตำแหน่งที่กำหนดไว้ ความผิดพลาดหรือบกพร่อง ที่เกิดขึ้นต้องแก้ไขก่อนการตรวจสอบ โปรแกรมควบคุม

3.3 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม เลือกการทำงานในโหมด RUN ตรวจสอบ การทำงานของวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ตามเงื่อนไขแลคเคอร์โคอะแกรมในภาพที่ 10.4 ในสถานการณ์การทำงานจริง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่ เงื่อนไขใดที่ไม่สามารถทำได้ แสดงว่า โปรแกรมมีความบกพร่องต้องแก้ไขให้ถูกต้อง รวมถึงการตรวจสอบเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

โดยสรุป การควบคุมวงจรถ่างงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนดังนี้ (1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่งอินพุต คือ ตำแหน่งคอนแทคของโอเวอร์โวลต์-รีเลย์ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน ตำแหน่งเอาต์พุต คือ ตำแหน่งคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรมให้มีการทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรถ่างงานเรียงลำดับด้วยมือที่กำหนดไว้ และ การเขียนคำสั่ง (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนด และการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด และ (3) การตรวจสอบการทำงานครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรถ่างงานเรียงลำดับด้วยมือ

โปรดอ่านหัวเรื่อง 10.2.1 ต่อไป

ตอนที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ในตอนที่ 10.2 แล้วจึงศึกษาเนื้อหาสาระโดยละเอียดต่อไป

<p>หัวเรื่อง</p> <p>เรื่องที่ 10.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>เรื่องที่ 10.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>แนวคิด</p> <p>1. การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปทำงานเรียงกันตามลำดับไม่มีการข้ามขั้นตอน ควบคุมการเรียงลำดับด้วยการตั้งเวลา การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง วงจรกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวทำงานเป็นอิสระต่อกันเหมือนกับวงจรกำลังวงจรสตาร์ทตรง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต</p> <p>2. ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน</p>
--

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไคอะแกรมการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง
7. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

เรื่องที่ 10.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปทำงานเรียงกันตามลำดับ ไม่มีการข้ามขั้นตอน เริ่มการทำงานด้วยสวิทช์ที่บังคับการทำงานด้วยมือ ควบคุมการเรียงลำดับด้วยการตั้งเวลา ส่วนประกอบของวงจรมี 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง และ วงจรควบคุม

1. ความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ เป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปทำงานต่อเนื่องกันและมีความสัมพันธ์กันในกระบวนการทำงาน คือ มีการทำงานเรียงกันตามลำดับไม่มีการข้ามขั้นตอน ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติมีการทำงานดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานก่อนด้วยสวิทช์บังคับการทำงานด้วยมือ หลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานแล้ว ตัวตั้งเวลาจะเริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 จึงจะทำงาน วงจรควบคุมจะมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานก่อนมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ไม่สามารถบังคับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานก่อนมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ได้

การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ส่วนของวงจรกำลังใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์ ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การควบคุมทั้งหมดทำงานตามโปรแกรม มีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติทุกประการ

2. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

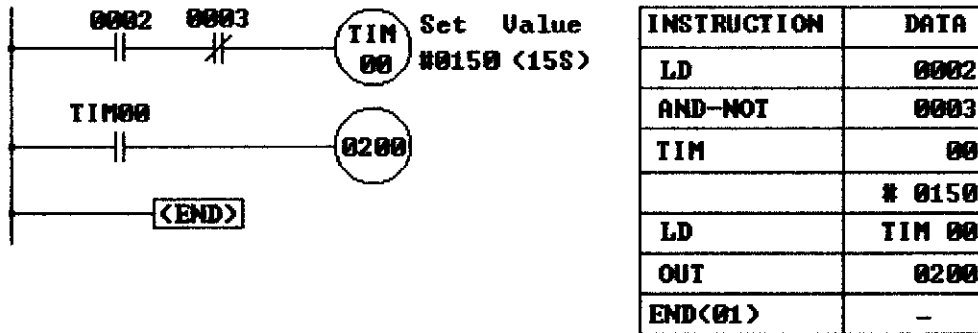
ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจรกำลังวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ เป็นวงจรเดียวกันกับวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ แสดงในภาพที่ 10.1

2.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต

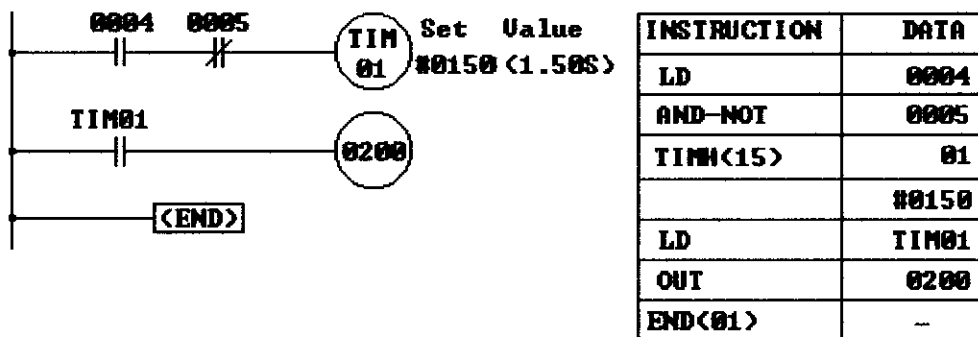
2.2.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นเครื่องควบคุมการทำงาน มีการทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำที่เขียนโดยผู้ใช้ คือการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ การทำงานโดยอัตโนมัติใช้ตัวตั้งเวลา ซึ่งเป็นหน่วยความจำประเภทหนึ่งในพื้นที่หน่วยความจำของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แต่ละยี่ห้อหรือแต่ละรุ่นจะกำหนดตำแหน่งแตกต่างกันไป การใช้คำสั่งตั้งเวลาสำหรับ PC Omron

มี 2 รูปแบบ คือคำสั่ง TIM และคำสั่ง TIMH มีรายละเอียดดังนี้ (1) คำสั่ง TIM เวลาจริงของคำสั่งจะมีค่าเท่ากับตัวเลขจำนวนเวลาที่ตั้งไว้คูณด้วย 0.1 หน่วยของเวลาเป็นวินาที ตัวอย่างการใช้คำสั่ง TIM ดังภาพที่ 10.6 (2) คำสั่ง TIMH เวลาจริงของคำสั่งจะมีค่าเท่ากับตัวเลขจำนวนเวลาที่ตั้งไว้คูณด้วย 0.01 หน่วยของเวลาเป็นวินาที ตัวอย่างการใช้คำสั่ง TIMH ดังภาพที่ 10.7



ภาพที่ 10.6 แลคเคอร์โคอะแกรมและโปรแกรมตัวอย่างการใช้คำสั่ง TIM

การทำงาน คำสั่งในภาพที่ 10.6 เวลาที่ตั้งไว้ของ TIM 00 คือ 15 วินาที เมื่อ On อินพุต 0002 ทำให้ TIM 00 ทำงาน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้คือ 15 วินาที ทำให้คอนแทกแบบปกติเปิดของ TIM 00 เปลี่ยนตำแหน่งจากเปิดเป็นปิดทำให้เอาต์พุต 0200 ทำงาน (อยู่ในสถานะ On) เมื่อ Off อินพุต 0002 หรือ On อินพุต 0003 ทำให้ TIM 00 หยุดทำงาน คอนแทกของ TIM 00 จะกลับสู่ตำแหน่งปกติทำให้เอาต์พุต 0200 หยุดทำงาน



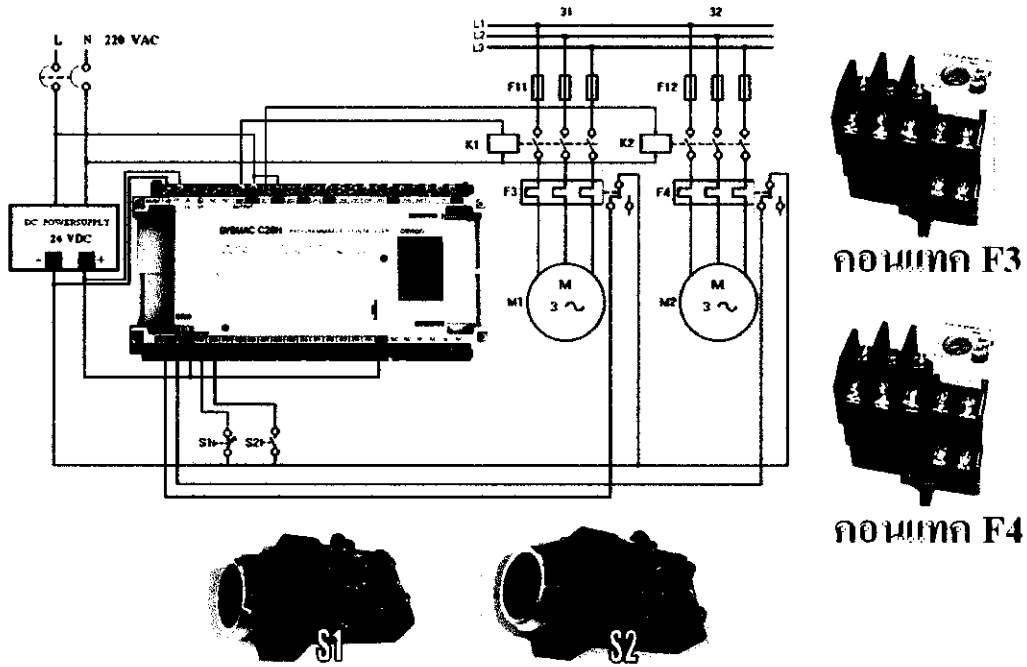
ภาพที่ 10.7 แลคเคอร์โคอะแกรมและโปรแกรมตัวอย่างแสดงการใช้คำสั่ง TIMH

การทำงาน คำสั่งในภาพที่ 10.7 แลคเคอร์โคอะแกรมจะเหมือนกับคำสั่ง TIM แต่การเขียนคำสั่งจะใช้ FUN 15 เพื่อกำหนดการตั้งเวลาเป็นแบบ TIMH ตำแหน่งพื้นที่ของ TIMH ใช้พื้นที่ TC ในหน่วยความจำของเครื่อง เมื่อ On อินพุต 0004 ทำให้ TIM 01 ทำงาน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้คือ 1.5 วินาที

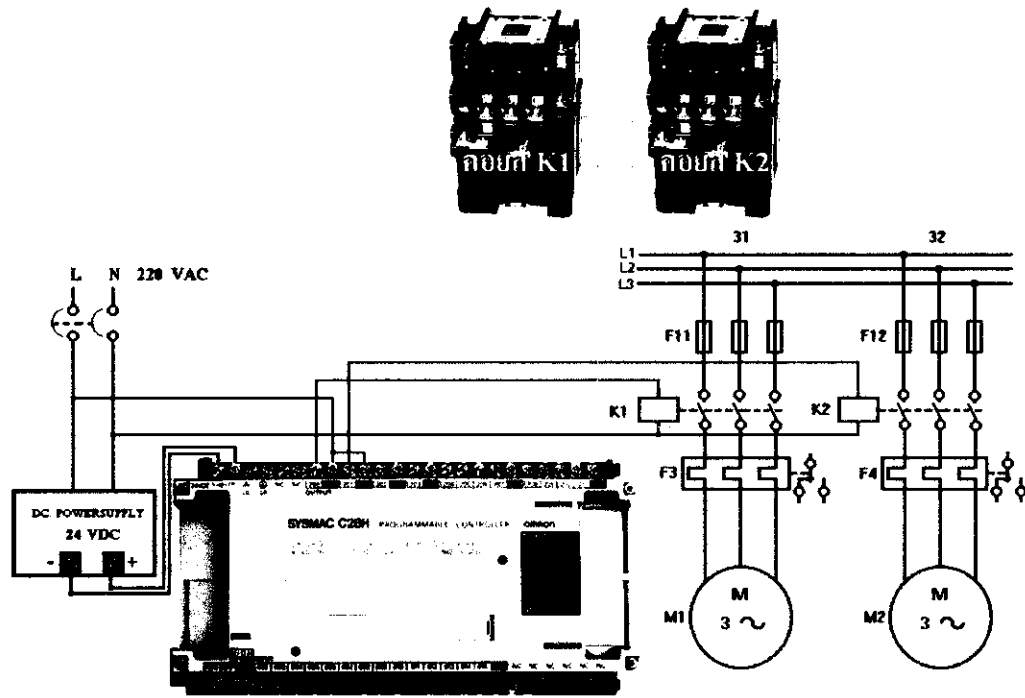
ทำให้คอนแทกแบบปกติเปิดของ TIM 01 เปลี่ยนตำแหน่งจากเปิดเป็นปิดทำให้เอาต์พุต 0200 ทำงาน (อยู่ในสถานะ On) เมื่อ Off อินพุต 0004 หรือ On อินพุต 0005 ทำให้ TIM 01 หยุดทำงาน คอนแทกของ TIM 01 จะกลับสู่ตำแหน่งปกติทำให้เอาต์พุต 200 หยุดทำงาน

2.2.2 อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทกของสวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงาน และคอนแทกของโอเวอร์โหลดครีเลย์ อุปกรณ์อินพุตในภาพที่ 10.8 ได้แก่ คอนแทกของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 คอนแทกของสวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า M1 คือ S2 คอนแทกของโอเวอร์โหลดครีเลย์ F3 และคอนแทกของโอเวอร์โหลดครีเลย์ F4 อุปกรณ์อินพุตทำหน้าที่ต่อหรือตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ที่จ่ายให้กับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดไว้ ถ้ามีไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ต่อเข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งใดหน่วยอินพุตนั้นจะอยู่ในสถานะ On และเมื่อตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ออก จะอยู่ในสถานะ Off

2.2.3 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K1 และคอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K2 ตัวอย่างการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ แสดงในภาพที่ 10.9 การทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตถูกควบคุมโดยหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์เอาต์พุตจะทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสถานะ On และจะหยุดทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสถานะ Off



ภาพที่ 10.8 อุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 10.9 อุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โดยสรุป การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับเป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่ต้องทำงานเรียงกันตามลำดับ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีการทำงานดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานด้วยสวิทช์บังคับด้วยมือ หลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานแล้ว คำสั่ง TIM จะทำงานเริ่มนับเวลาเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงาน ส่วนประกอบของการควบคุมมี 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลังสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวแยกเป็นอิสระต่อกัน ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิทช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลารี F3 และ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลารี F4 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่ใช้ตัดต่อกระแสไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัว ซึ่งอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต จะต่อกับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 10.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้การควบคุมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ให้ทำงานตามโปรแกรมที่เขียนโดยผู้ใช้ มีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจรเรียงลำดับโดยอัตโนมัติทุกประการ มีขั้นตอนครอบคลุม การเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

1. การเขียนโปรแกรม

โปรแกรมควบคุมประกอบด้วยคำสั่งที่เขียนโดยผู้ใช้ สั่งให้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ทำงานควบคุมวงจรเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ การเขียนโปรแกรมมีขั้นตอนครอบคลุม การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเกอร์โคอะแกรม และ การเขียนคำสั่ง

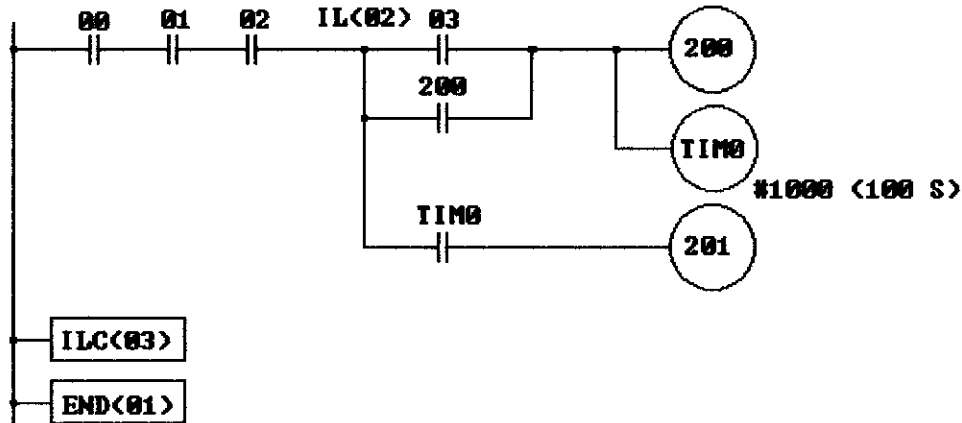
1.1 การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต หมายถึงตำแหน่งที่ถูกกำหนดให้เป็นหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เครื่องที่ใช้เท่านั้น ซึ่งเครื่องแต่ละยี่ห้อหรือยี่ห้อเดียวกันแต่รุ่นแตกต่างกัน การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ก็แตกต่างกันด้วย

เมื่อกำหนดให้ “F3” คือคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า M1 “F4” คือคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า M2 “S1” คือสวิตช์หยุดการทำงาน “S2” คือสวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า M1 “K1” คือคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และ “K2” คือคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตารางที่ 10.4

ตารางที่ 10.4 ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

อุปกรณ์ควบคุม	IN PUT	OUT PUT
F3	00	-
F4	01	-
S1	02	-
S2	03	-
K1	-	200
K2	-	201

1.2 การเขียนแลคเกอร์ไคอะแกรม เป็นขั้นตอนของการออกแบบควบคุม แลคเกอร์ไคอะแกรมถูกเขียนจากเงื่อนไขการควบคุม ใช้ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ที่กำหนดไว้ การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สามารถเขียนแลคเกอร์ไคอะแกรมได้ดังภาพที่ 10.10



ภาพที่ 10.10 แลคเกอร์ไคอะแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

การทำงานเมื่อต่ออุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์แล้ว คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4 และสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ซึ่งใช้แบบปกติปิด ทำให้อินพุต 00 อินพุต 01 และอินพุต 02 อยู่ในสถานะ On (คอนแทคในแลคเกอร์ไคอะแกรม 00 01 และ 02 จะเปลี่ยนตำแหน่งจากเปิดเป็นปิด) เมื่อกดสวิตช์เริ่มการทำงาน S2 ทำให้อินพุต 03 อยู่ในสถานะ On ทำให้อาต์พุต 200 และ TIM 00 ทำงาน (On) คอนแทค 200 ปกติเปิดที่ต่อขนานกับอินพุต 03 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้อาต์พุต 200 และ TIM 00 ทำงานตลอดเวลา (ค้างในตำแหน่ง On) ถึงแม้จะปล่อยมือจากสวิตช์ S2 แล้วก็ตาม TIM 00 ทำงานถึงเวลาที่ตั้งไว้คือ 100 วินาที ทำให้อินพุต TIM 00 ปกติเปิด เปลี่ยนเป็นปิด ทำให้อาต์พุต 201 ทำงาน

การหยุดทำงานของเอาต์พุต 200 และ 201 มี 3 กรณี คือ (1) เมื่อกอนแทค F3 อยู่ในตำแหน่งเปิด ในกรณีนี้จะเกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงานเกินกำลัง ทำให้อินพุต 00 อยู่ในตำแหน่ง Off (2) เมื่อกอนแทค F4 อยู่ในตำแหน่งเปิด ในกรณีนี้จะเกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำงานเกินกำลังทำให้อินพุต 01 อยู่ในตำแหน่ง Off และ (3) เมื่อกดสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ทำให้อินพุต 02 อยู่ในตำแหน่ง Off

1.3 การเขียนคำสั่ง เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H เขียนคำสั่งแลคเกอร์ไคอะแกรมในภาพที่ 10.10 ได้ดังตารางที่ 10.5

ตารางที่ 10.5 คำสั่งควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

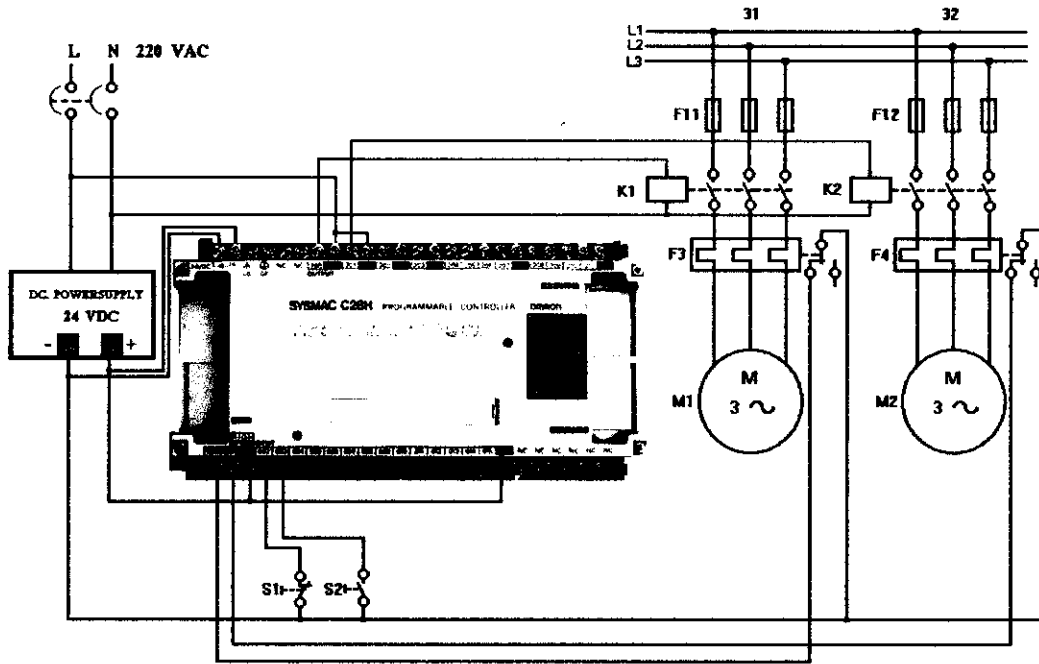
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	00
0001	AND	01
0002	AND	02
0003	IL (02)	-
0004	LD	03
0005	OR	200
0006	OUT	200
0007	TIM	00
		#1000
0008	LD	TIM 00
0009	OUT	201
0010	ILC (03)	-
0011	END (01)	-

2. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

ครอบคลุม (1) การต่ออุปกรณ์อินพุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยอินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และอุปกรณ์อินพุต และ (2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์เอาต์พุตและอุปกรณ์เอาต์พุต ดังภาพที่ 10.11

2.1 การต่ออุปกรณ์อินพุต ภาพที่ 10.11 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 คอนแทคของ โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 และ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 10.4 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2.2 การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ภาพที่ 10.11 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 10.4 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V



ภาพที่ 10.11 Working Diagram ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

3. การตรวจสอบการทำงาน

การตรวจสอบการทำงานครอบคลุม (1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต (2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ (3) การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ดังนี้

3.1 การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต บังคับให้อุปกรณ์อินพุตทำงานและหยุดทำงานแล้ว สังเกตการแสดงผลของ Input Indicator ตรงกับตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตนั้น ๆ เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ On ทำให้ Input Indicator สว่าง เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ Off ทำให้ Input Indicator ดับ การแสดงผลจะต้องตรงกับตำแหน่งที่กำหนด แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ดังตารางที่ 10.6

3.2 การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต โดยการ Force Output 200 และ 201 ตามลำดับ (1) เมื่อ Force Output 200 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 200 สว่าง และมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน เมื่อ Force Output 200 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 200 ดับ และมอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน และ (2) เมื่อ Force Output 201 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 201 สว่าง และมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำงาน เมื่อ Force Output 201 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 201 ดับ และมอเตอร์ไฟฟ้า M2 หยุดทำงาน แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ดังตารางที่ 10.6

ตารางที่ 10.6 ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สถานะ การทำงาน	Input Indicator				Output Indicator		สภาพ	ตำแหน่ง
		00	01	02	03	200	201		
F3	ทำงาน (On)	0	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	1	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
F4	ทำงาน (On)	-	0	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	1	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S1	ทำงาน (On)	-	-	0	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	1	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S2	ทำงาน (On)	-	-	-	1	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	0	-	-	ดี	ถูกต้อง
K1	ทำงาน (On)	-	-	-	-	1	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	0	-	ดี	ถูกต้อง
K2	ทำงาน (On)	-	-	-	-	-	1	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	-	0	ดี	ถูกต้อง

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง

“0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

จากตารางที่ 10.6 แสดงผลอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ดีและต่อถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่กำหนด หากผลการตรวจสอบไม่ตรงกับตารางนี้ เช่น (1) ผลของ F3 F4 หรือ S1 กลับกันแสดงว่าใช้คอนแทคผิด ซึ่งอุปกรณ์อินพุตทั้ง 3 ตัว ใช้คอนแทคแบบปกติ (2) หากการแสดงผลเป็นสว่างทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตอาร์กติดกัน หรือต่อสายผิด (3) หากการแสดงผลเป็นดับทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตเสีย หรือสายไฟฟ้าขาด และ (4) การแสดงผลของ Input/Output Indicator ผิดตำแหน่ง แสดงว่าต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ผิดตำแหน่งที่กำหนดไว้ ความผิดพลาดหรือบกพร่องที่เกิดขึ้นต้องแก้ไขก่อนการตรวจสอบโปรแกรมควบคุม

3.3 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม เลือกการทำงานในโหมด RUN ตรวจสอบการทำงานของวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ตามเงื่อนไขแลคเคอร์ไลอะแกรมในภาพที่ 10.10 ในสถานการณ์การทำงานจริง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่ เงื่อนไขที่ไม่สามารถทำได้ แสดงว่าโปรแกรมมีความบกพร่องต้องแก้ไขให้ถูกต้อง รวมถึงการตรวจสอบเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

โดยสรุป การควบคุมวงจรถางงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนดังนี้ (1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่งอินพุต คือ ตำแหน่งคอนแทคของโอเวอร์-โวลต์ครีเดย์ คอนแทคของสวิทช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงาน ตำแหน่งเอาต์พุต คือ ตำแหน่งคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรมให้มีการทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรถางงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติที่กำหนดไว้ และ การเขียนคำสั่ง (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนด และการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด และ (3) การตรวจสอบการทำงานครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรถางงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

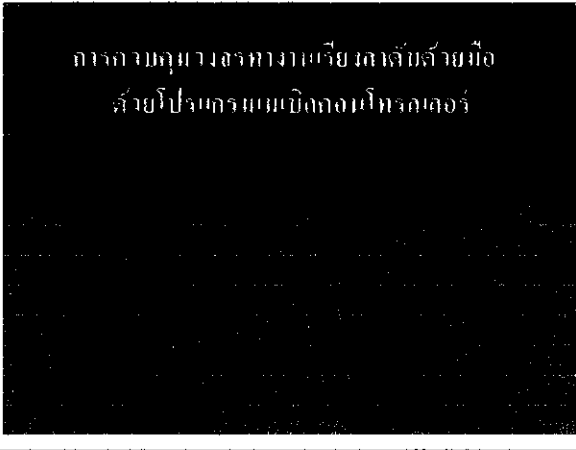
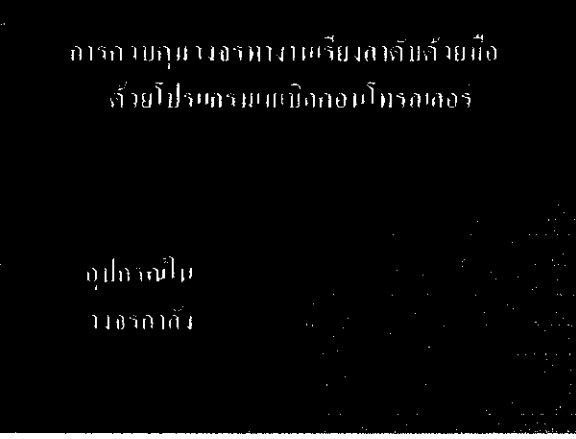
จบประมวลสาระหน่วยประสบการณ์ที่ 10

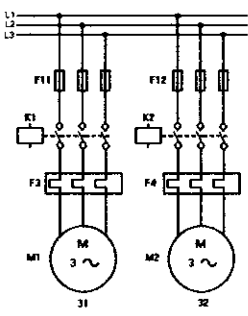
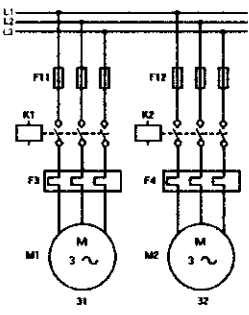
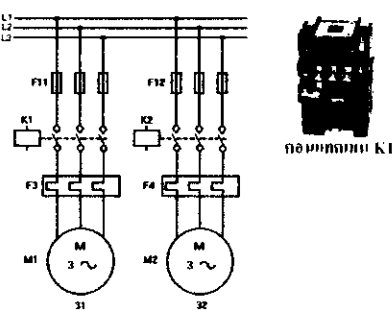
บทคัดย่อ

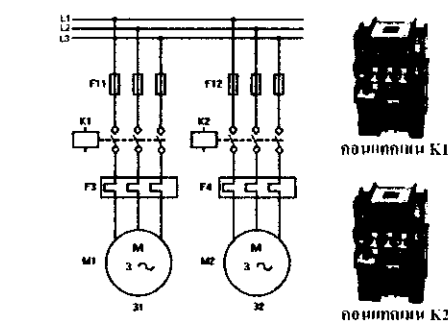
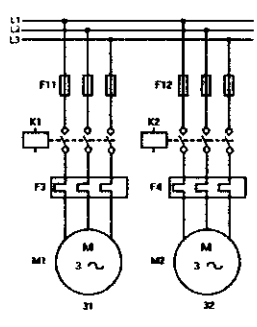
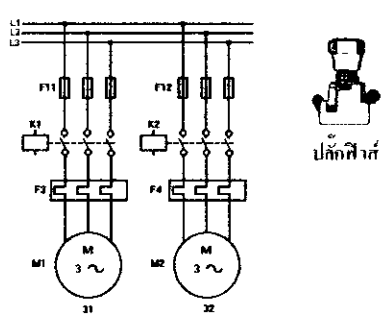
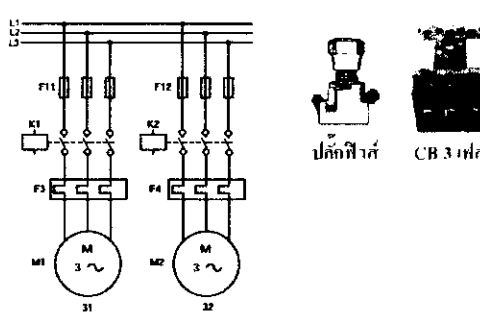
เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

หน่วยประสงค์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

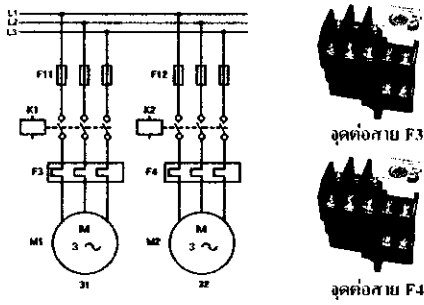
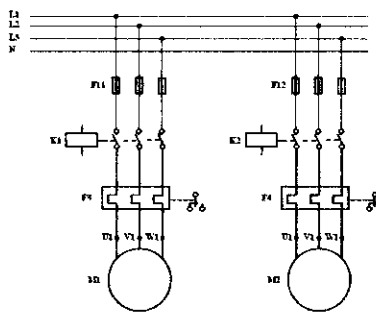
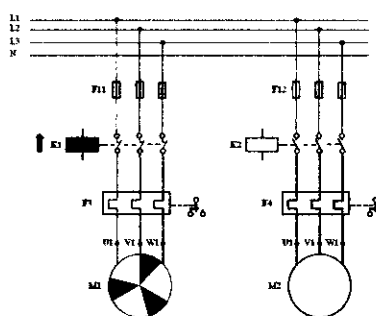
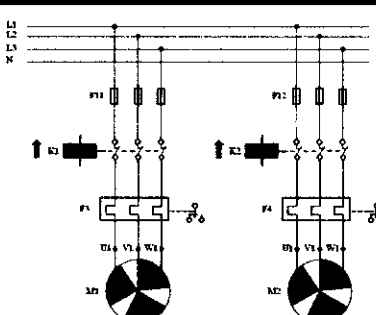
ประสงค์รองที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

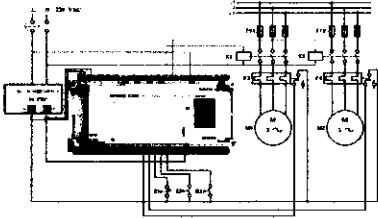
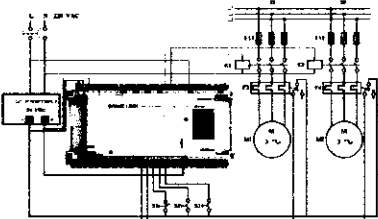
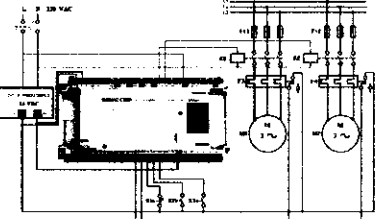
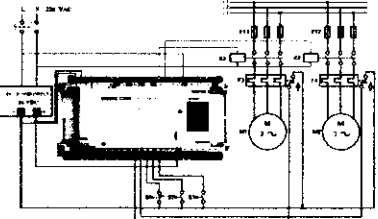
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FI. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	FI คนตรีประจำรายการ ↑ ↓ FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - มัลติมีเดีย	
	CG ₂ - เรื่อง	
	CG ₃ - ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	
	FO. VTR	
2		ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ ประกอบด้วย
	 <p>อุปกรณ์ในวงจรกำลัง</p>	

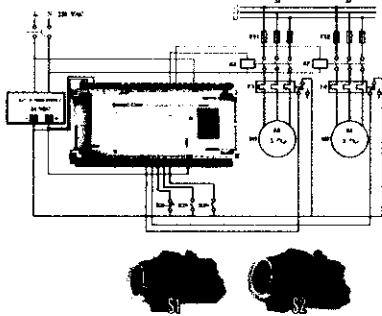
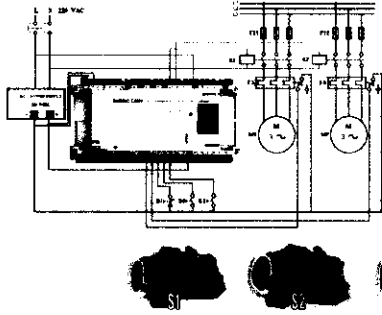
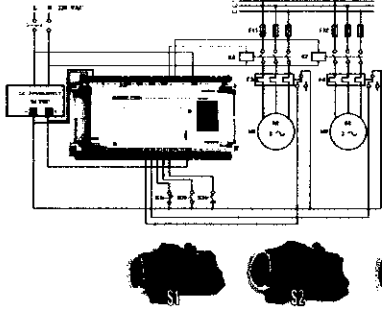
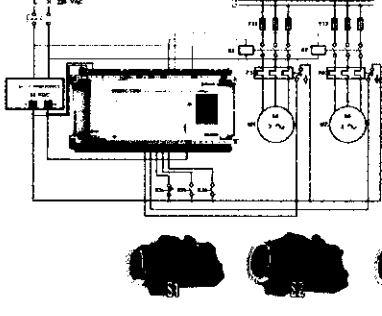
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">การควบคุมวงจรมอเตอร์ใช้ลวดเส้นเดียวคือ ลวดไปตรงตามขั้วของมอเตอร์</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>อุปกรณ์ใน บอราลดา</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>อุปกรณ์ใน บอราวมฤต</p> </div> </div>	<p>และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้</p>
3	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในบอราลดา</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรกำลังประกอบด้วย</p>
4	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อ กระแสไฟฟ้าได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p>  <p style="text-align: right;">กล่องตัดกระแส K1</p>	<p>แมคเนติกคอนแทคเตอร์ KI ใช้ส่วนของคอนแทคเมน</p>

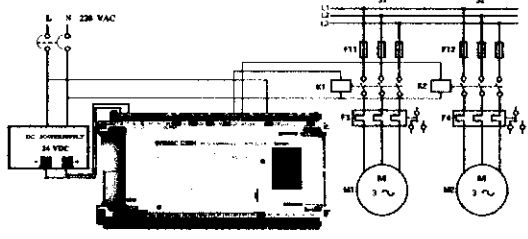
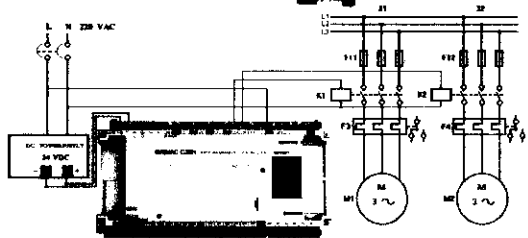
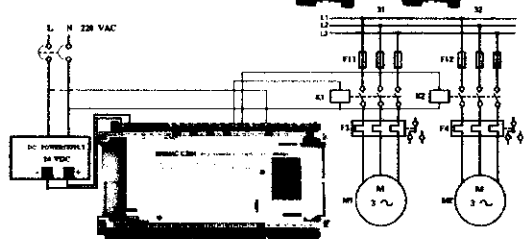
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p>  <p style="text-align: center;">คอนแทกเกอร์ K1 คอนแทกเกอร์ K2</p>	<p>และ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ใช้ส่วนของคอนแทคแมน</p>
5	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลัง ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p>  <p style="text-align: center;">ปลั๊กฟิวส์</p>	<p>F11 ใช้ปลั๊กฟิวส์</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p>  <p style="text-align: center;">ปลั๊กฟิวส์ CB 3 เฟส</p>	<p>หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> <p style="text-align: center;"> ปลั๊กฟิวส์ CB 3 เฟส </p> <p style="text-align: center;"> ปลั๊กฟิวส์ </p>	<p>F12 ใช้ปลั๊กฟิวส์</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> <p style="text-align: center;"> ปลั๊กฟิวส์ CB 3 เฟส </p> <p style="text-align: center;"> ปลั๊กฟิวส์ CB 3 เฟส </p>	<p>หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส</p>
<p>6</p>	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p>	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p> <p style="text-align: center;"> จุดต่อสาย F3 </p>	<p>โอเวอร์โวลติจรีเลย์ F3 ใช้ส่วนของจุดต่อสายไฟฟ้าวงจรกำลัง</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p> 	<p>โอเวอร์โหลดรีเลย์ F4 ใช้ส่วนของจุดต่อสายไฟฟ้าวงจรกำลัง</p>
7	<p style="text-align: center;">การทำงานของวงจรกักวงจรทำงานเรียงลำดับ</p> 	<p>การทำงานของวงจรกำลัง วงจรทำงานเรียงลำดับ</p>
	<p style="text-align: center;">การทำงานของวงจรกักวงจรทำงานเรียงลำดับ</p> 	<p>เมื่อคอยล์ K1 ทำงาน ทำให้คอนแทกเมน K1 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคอนแทกเมน K1 จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน</p>
	<p style="text-align: center;">การทำงานของวงจรกักวงจรทำงานเรียงลำดับ</p> 	<p>เมื่อคอยล์ K2 ทำงาน ทำให้คอนแทกเมน K2 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคอนแทกเมน K2 จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำงาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
8	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรควบคุม</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ใน วงจรควบคุม ประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรรายภูมิ</p>  <p style="text-align: center;">โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
9	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>อุปกรณ์อินพุต ประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อินพุต</p>  <p style="text-align: center;">SI</p>	<p>สวิตช์หยุดการทำงาน SI</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	<p>สวิตช์เริ่มการทำงาน S2</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	<p>สวิตช์ควบคุมการทำงาน ของมอเตอร์ไฟฟ้า M2</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	<p>คอนแทคของ โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	<p>คอนแทคของ โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4</p>

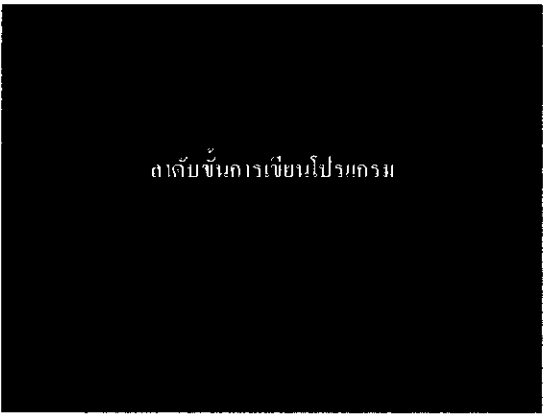
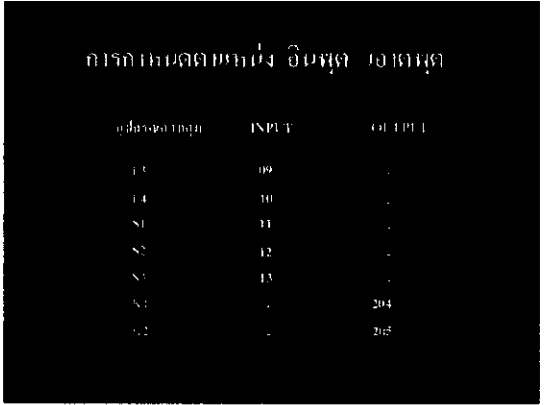
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
10	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	อุปกรณ์อัตโนมัติประกอบด้วย
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	คอดส์ของ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	และ คอดส์ของ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2
11	<p>FI. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ</p> <p>S/I CG₁ - ผลัด โดย</p> <p>S/I CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <p>S/I CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <p>FO. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p style="text-align: center;">↕</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

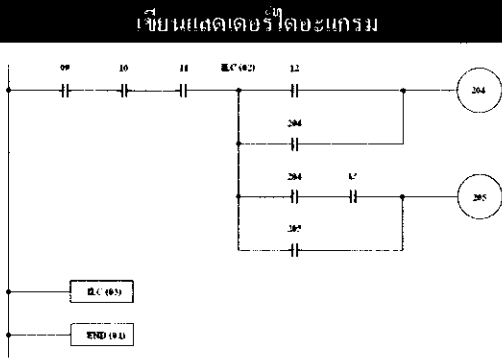
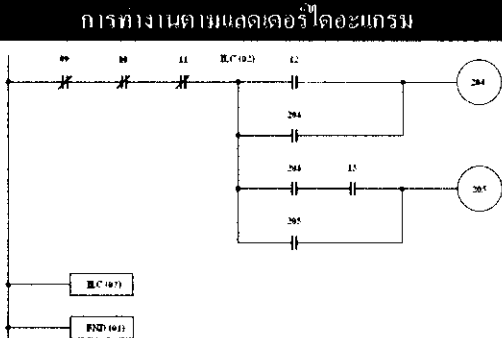
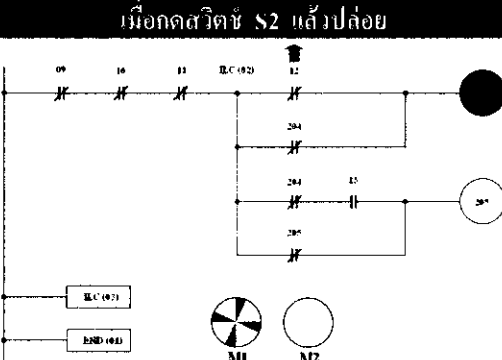
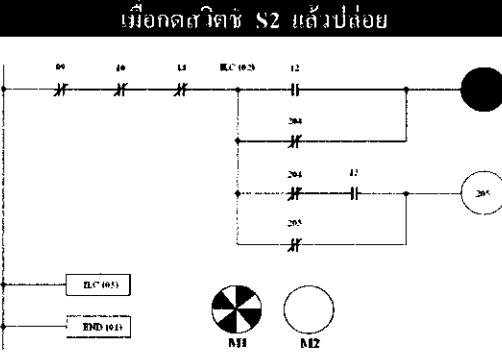
บทสไลด์คอมพิวเตอร์

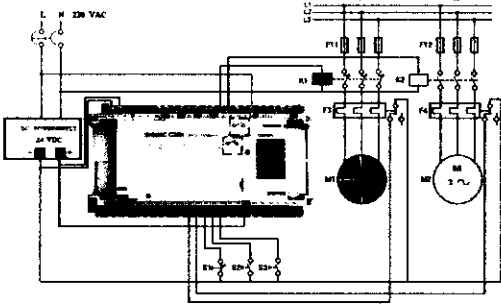
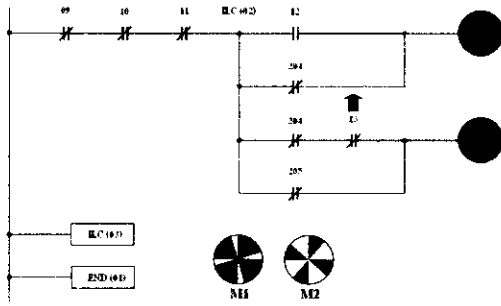
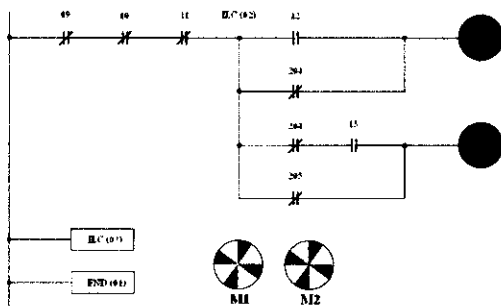
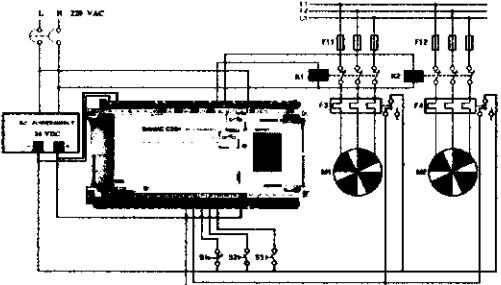
ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

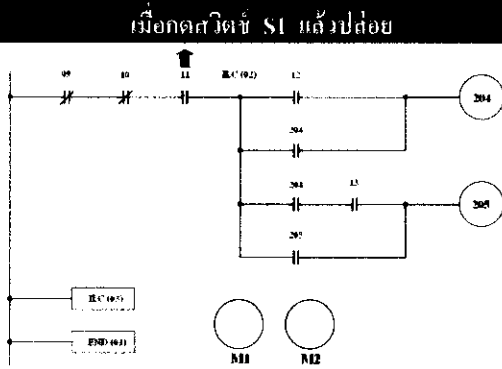
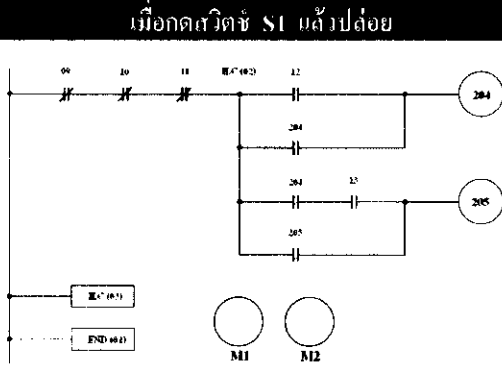
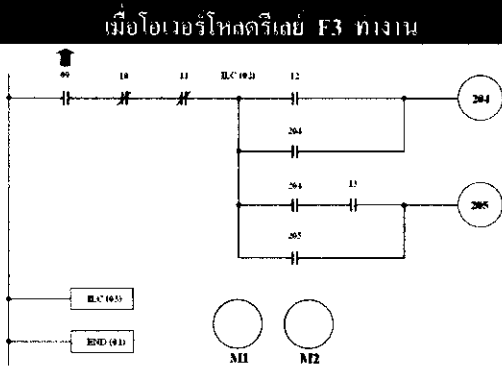
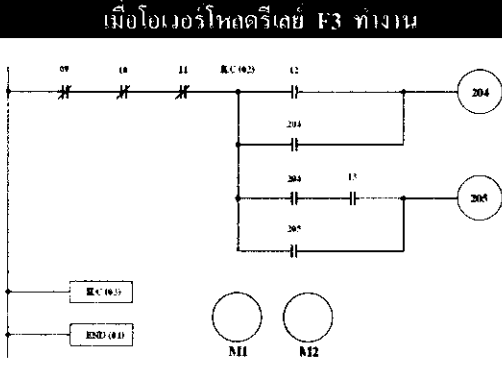
หน่วยประสงค์การเรียนรู้ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

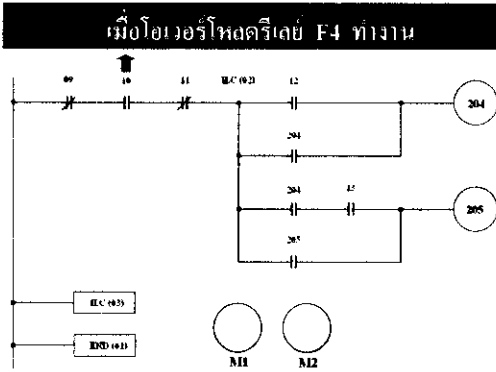
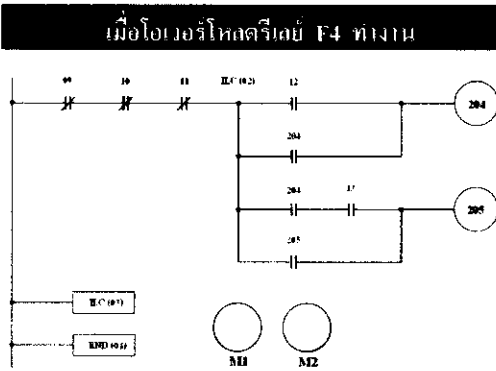
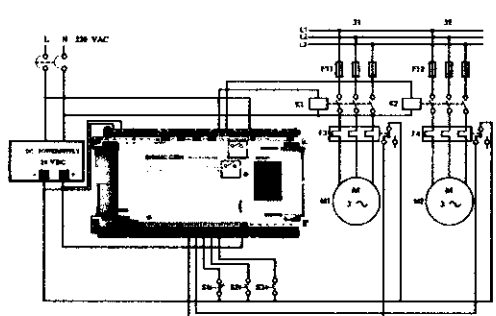
ประสงค์การเรียนรู้ที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

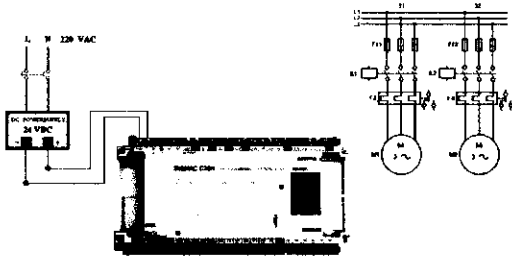
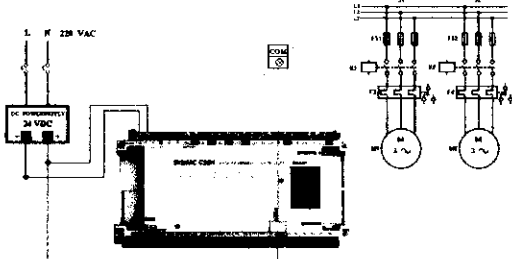
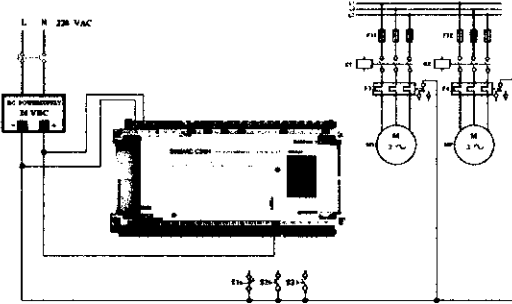
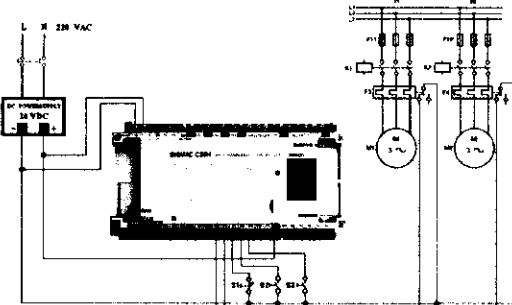
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง																								
1	<p>พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์</p> <p>CG₂ - ประสิทธิภาพรองที่ 10.1.1</p> <p>CG₃ - การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>CG₄ - เรื่อง</p> <p>CG₅ - ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>																								
2		ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วย																								
3	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>อินพุต/เอาต์พุต</th> <th>INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I3</td> <td>09</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>I4</td> <td>10</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>11</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>12</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S3</td> <td>13</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S4</td> <td>-</td> <td>204</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>-</td> <td>205</td> </tr> </tbody> </table>	อินพุต/เอาต์พุต	INPUT	OUTPUT	I3	09	-	I4	10	-	S1	11	-	S2	12	-	S3	13	-	S4	-	204	S2	-	205	<p>การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตัวอย่าง</p> <p>F3 ตำแหน่งอินพุต 09</p> <p>F4 ตำแหน่งอินพุต 10</p> <p>S1 ตำแหน่งอินพุต 11</p> <p>S2 ตำแหน่งอินพุต 12</p> <p>S3 ตำแหน่งอินพุต 13</p> <p>K1 ตำแหน่งเอาต์พุต 204</p> <p>K2 ตำแหน่งเอาต์พุต 205</p>
อินพุต/เอาต์พุต	INPUT	OUTPUT																								
I3	09	-																								
I4	10	-																								
S1	11	-																								
S2	12	-																								
S3	13	-																								
S4	-	204																								
S2	-	205																								

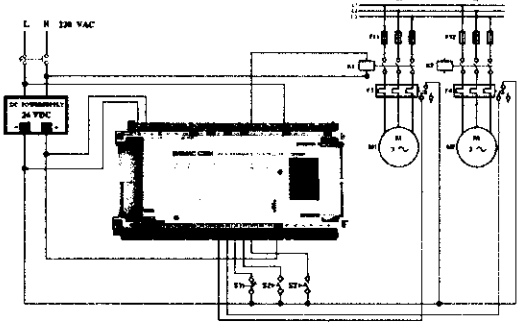
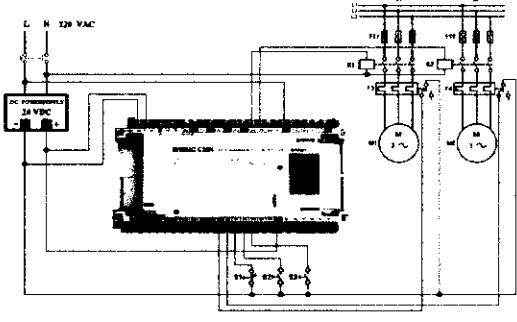

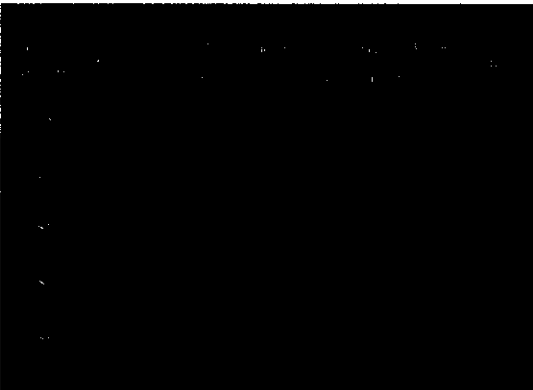
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4	<p style="text-align: center;">เขียนแลคเกอร์ไคอะแกรม</p> 	เขียนแลคเกอร์ไคอะแกรมได้ดังนี้
5	<p style="text-align: center;">การทำงานของแลคเกอร์ไคอะแกรม</p> 	เมื่ออยู่ในโหมด RUN อินพุต 09 อินพุต 10 และ 11 อยู่ในสภาวะ On ทำให้คอนแทค 09 10 และ 11 ในแลคเกอร์ไคอะแกรม อยู่ในตำแหน่งปิด
6	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิทช์ S2 แล้วยปล่อย</p> 	เมื่อกดสวิทช์ S2 ทำให้เอาต์พุต 204 ทำงาน
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิทช์ S2 แล้วยปล่อย</p> 	ปล่อยมือจากสวิทช์ S2 เอาต์พุต 204 ยังคงค้างตำแหน่งทำงาน ด้วยคอนแทค 204 แบบปกติเปิดในแถวที่ 2

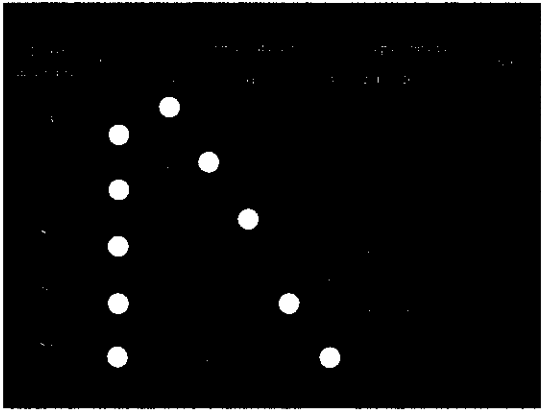
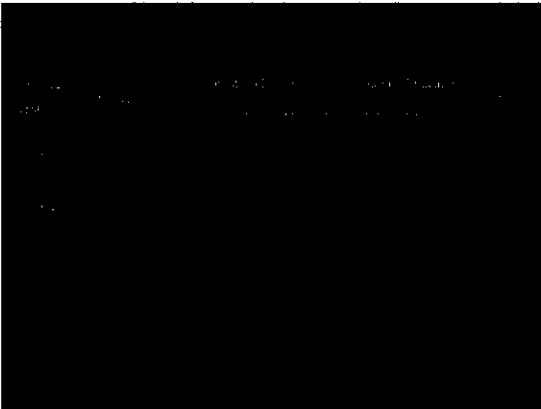
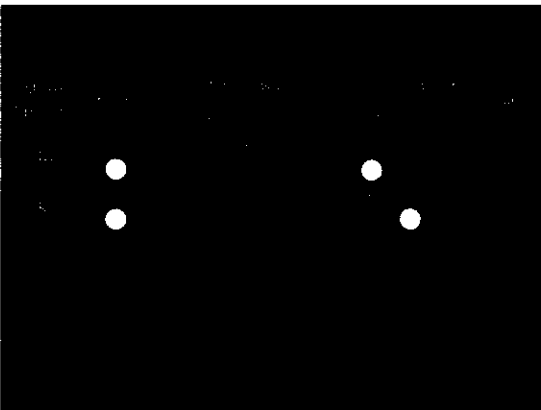
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
7		<p>เอาต์พุต 204 ทำงาน ทำให้ มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน</p>
8	<p>เมื่อกดสวิตช์ S3 แล้วปล่อย</p> 	<p>เมื่อกดสวิตช์ S3 ทำให้ เอาต์พุต 205 ทำงาน</p>
	<p>เมื่อกดสวิตช์ S3 แล้วปล่อย</p> 	<p>ปล่อยมือจากสวิตช์ S3 เอาต์พุต 205 ยังคงค้างตำแหน่ง ทำงาน ด้วยคอนแทค 205 แบบปกติเปิดในแถวที่ 4</p>
9		<p>เอาต์พุต 205 ทำงาน ทำให้ มอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำงาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
10	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p> 	<p>เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย ทำให้เอาต์พุต 204 และ เอาต์พุต 205 หยุดทำงาน</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย</p> 	<p>ปล่อยมือจากสวิตช์ S1 เอาต์พุต 204 และ 205 ยังคงค้างตำแหน่งหยุดทำงาน</p>
11	<p style="text-align: center;">เมื่อโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 ทำงาน</p> 	<p>เมื่อโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 ทำงาน ทำให้เอาต์พุต 204 และเอาต์พุต 205 หยุดทำงาน</p>
	<p style="text-align: center;">รีเซ็ตโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 ทำงาน</p> 	<p>รีเซ็ตโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 เอาต์พุต 204 และเอาต์พุต 205 ยังคงค้างตำแหน่งหยุดทำงาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
12	<p style="text-align: center;">เมื่อโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F4 ทำงาน</p> 	<p>เมื่อโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F4 ทำงาน ทำให้เอาต์พุต 204 และเอาต์พุต 205 หยุดทำงาน</p>
12	<p style="text-align: center;">รีเซ็ตโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F4 ทำงาน</p> 	<p>รีเซ็ตโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F4 เอาต์พุต 204 และเอาต์พุต 205 ยังคงค้างตำแหน่งหยุดทำงาน</p>
13		<p>เอาต์พุต 204 และเอาต์พุต 205 หยุดทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 และ M2 หยุดทำงาน</p>
14	<p style="text-align: center;">การต่ออุปกรณ์ อินพุต / เอาต์พุต</p>	<p>การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
15	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	<p>ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p>
	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ PC เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่าย ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V</p> <p>(PC บางรุ่น/บางยี่ห้อ มี แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ในตัว)</p>
16	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อขั้วหนึ่งของอุปกรณ์อินพุต ทุกตัวเข้าด้วยกัน แล้วต่อเข้ากับ ขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อขั้วที่เหลือของอุปกรณ์อินพุต เข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่ กำหนด</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
17	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์มอเตอร์</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุต 204 และ 205 เข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC ต่อจุดต่อเอาต์พุต 204 เข้ากับขั้วคานหนึ่งของคอยล์ K1 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC</p>
17	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 205 เข้ากับขั้วคานหนึ่งของคอยล์ K2 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K2 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC</p>
18	<p style="text-align: center;">การตรวจสอบการทำงาน</p> 	<p>การตรวจสอบการทำงาน</p>
19		<p>ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์อินพุตแล้วสังเกตการแสดงผลที่อินพุตอินดิเคเตอร์</p>


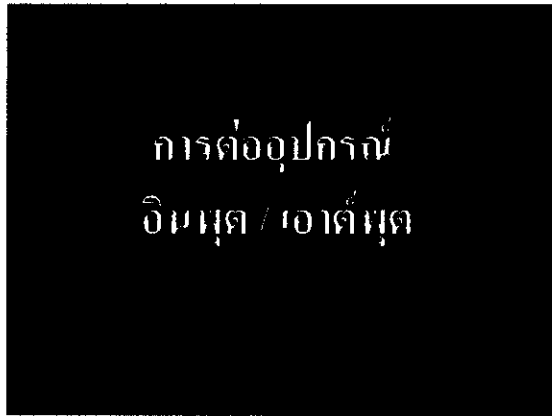
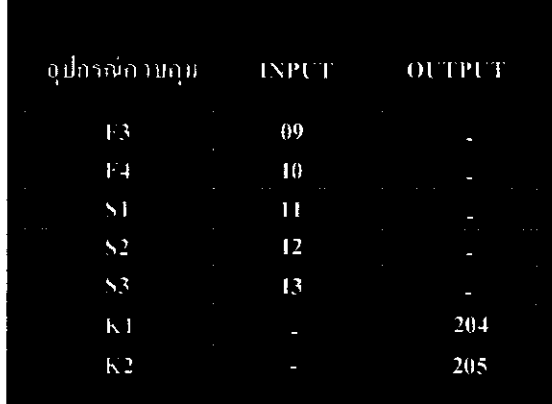
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off</p>
20		<p>ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์แฮดทูต แล้ว สังเกตการแสดงผลที่แฮดทูตอินดิเคเตอร์</p>
		<p>วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off</p>
21	<p>พื้นที่นำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - พลิต โดย</p> <p>CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <p>CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

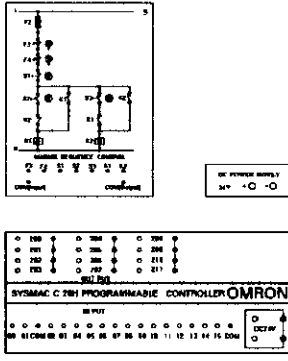
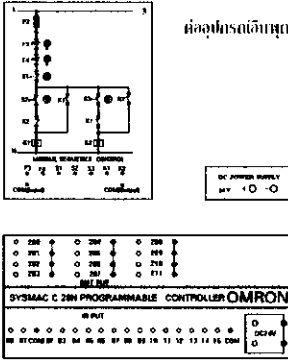
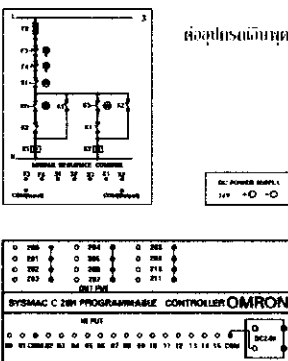
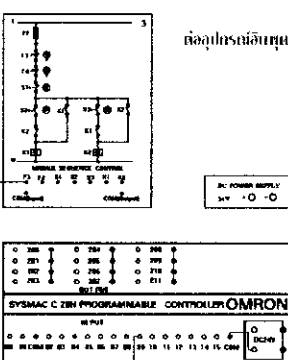
บทมัลติมีเดีย

เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

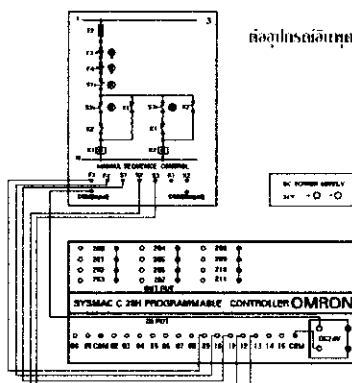
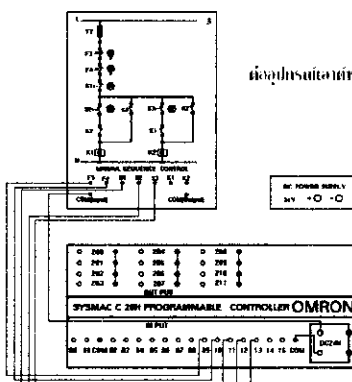
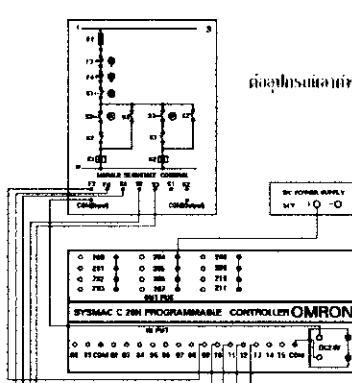
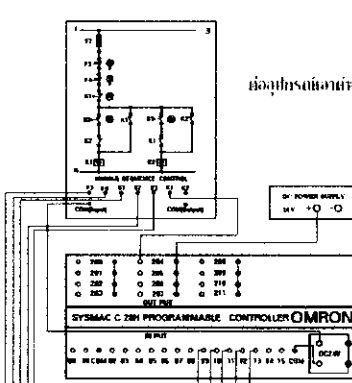
หน่วยประสงค์การเรียนรู้ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

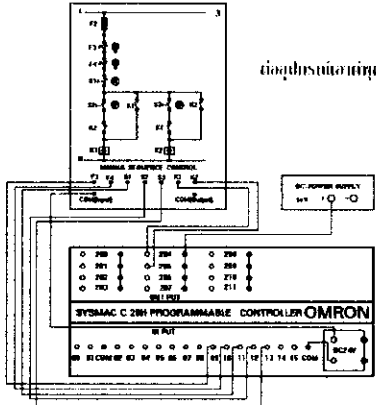
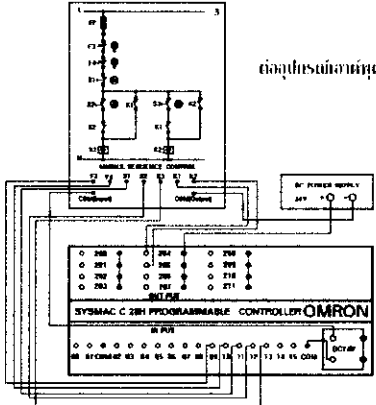
ประสงค์การเรียนรู้ที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FI. ภาพนักศึกษาเขียน โปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต CG ₁ - มัลติมีเดีย CG ₂ - เรื่อง CG ₃ - การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ FO. ภาพนักศึกษาเขียน โปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
2		การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต
3		เมื่อกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตาราง

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4		<p>อุปกรณ์ควบคุมใช้ PLC OMRON รุ่น C 28 H และใช้โหนดจำลองหมายเลข 3 แทนโหนดจริง</p>
	 <p>ล่ออุปกรณ์เดินชุด</p>	<p>การต่ออุปกรณ์อินพุต</p>
	 <p>ล่ออุปกรณ์เดินชุด</p>	<p>ต่อขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC เข้ากับจุดต่อร่วมอินพุต</p>
	 <p>ล่ออุปกรณ์เดินชุด</p>	<p>ต่อจุดต่อ F3 เข้ากับจุดต่ออินพุต 09</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p>ต่อจุดต่อ F4 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 10</p>	
	<p>ต่อจุดต่อ S1 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 11</p>	
	<p>ต่อจุดต่อ S2 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 12</p>	
	<p>ต่อจุดต่อ S3 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 13</p>	

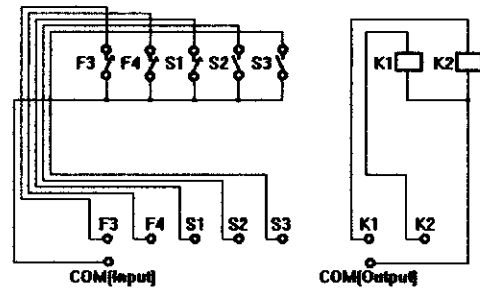
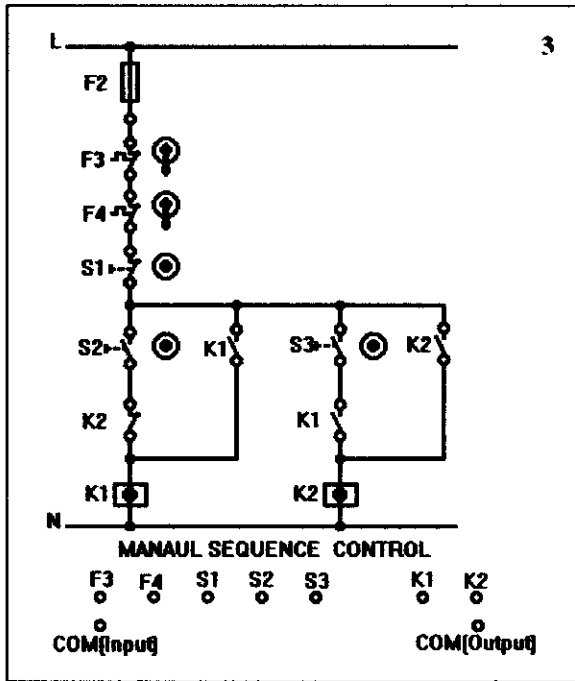
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">ล่อปรีสรีลัเทก</p>  <p style="text-align: center;">ล่อปรีสรีลัเทก</p>	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ โหนดจำลองหมายเลข 3 เข้ากับ ขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC</p>
	<p style="text-align: center;">ล่อปรีสรีลัเทก</p>  <p style="text-align: center;">ล่อปรีสรีลัเทก</p>	<p>การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p>
	<p style="text-align: center;">ล่อปรีสรีลัเทก</p>  <p style="text-align: center;">ล่อปรีสรีลัเทก</p>	<p>ต่อขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอกเข้ากับ จุดต่อร่วมเอาต์พุต 204 - 205</p>
	<p style="text-align: center;">ล่อปรีสรีลัเทก</p>  <p style="text-align: center;">ล่อปรีสรีลัเทก</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 204 เข้ากับจุดต่อ K1</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	 <p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 205 เข้ากับจุดต่อ K2</p>
	 <p>ต่อจุดต่อรวมเอาต์พุตของ โหนดจำลองหมายเลข 3 เข้ากับ ขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก</p>	<p>ต่อจุดต่อรวมเอาต์พุตของ โหนดจำลองหมายเลข 3 เข้ากับ ขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก</p>
<p>5</p>	<p>FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p> <p>CG₁ - หลีต โคย</p> <p>CG₂ - อุทัย สุมมาลย์</p> <p>CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <p>FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↕</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

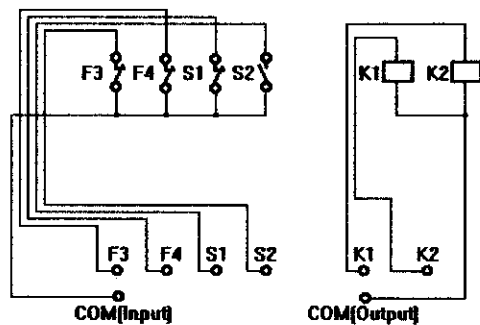
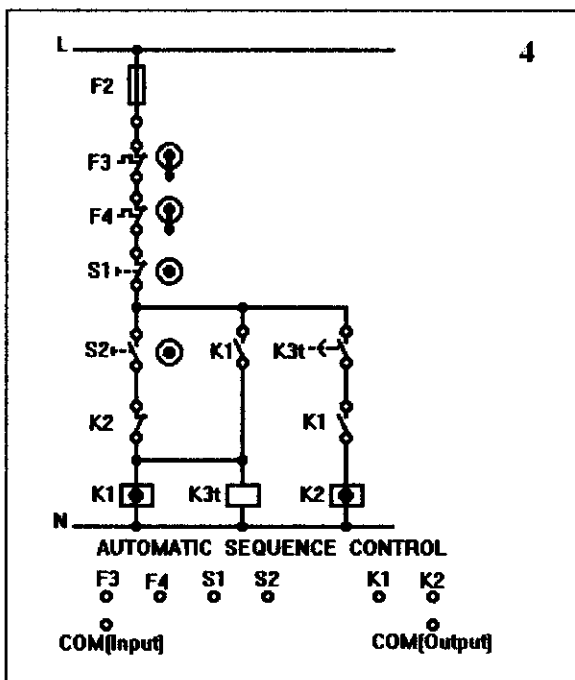
โหลดจำลองหมายเลข 3-4

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ประสบการณ์ครั้งที่ 10.1 – 10.2




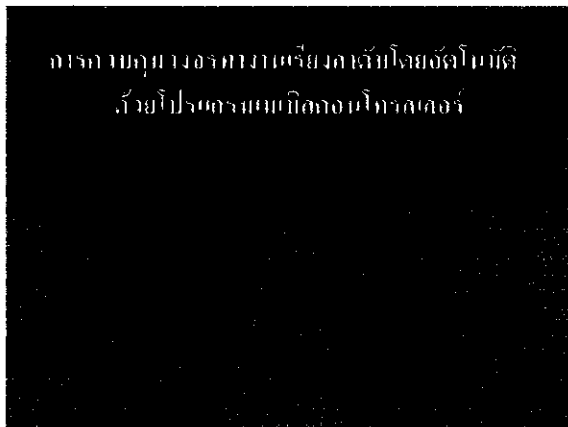
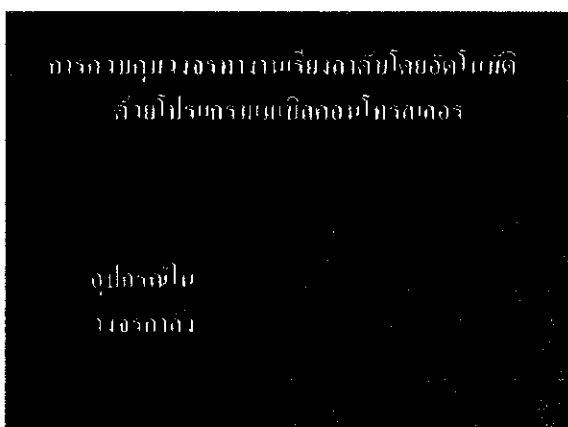
แสดงภาพด้านหน้า และ Wiring Diagram ของโหลดจำลองหมายเลข 3

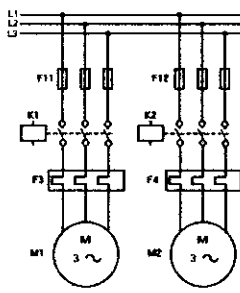
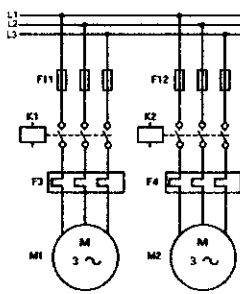
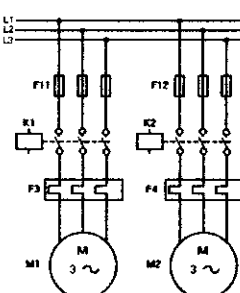
























แสดงภาพด้านหน้า และ Wiring Diagram ของโหลดจำลองหมายเลข 4

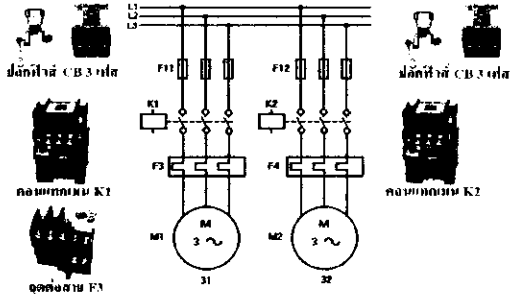
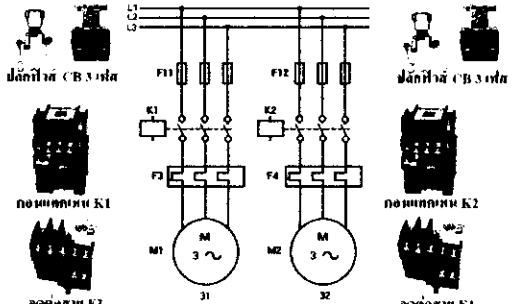
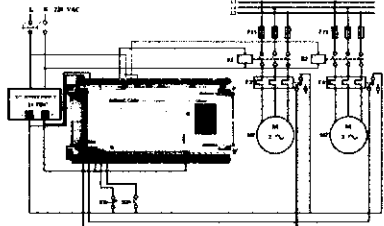
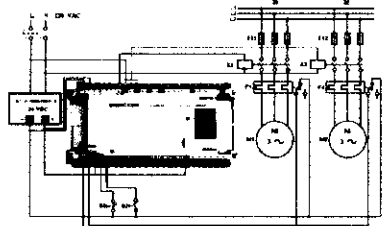
บทคัดย่อ

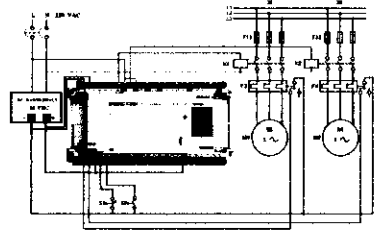
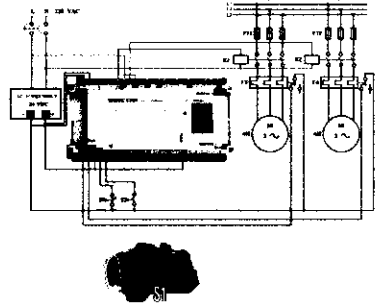
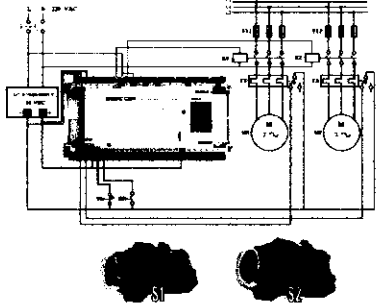
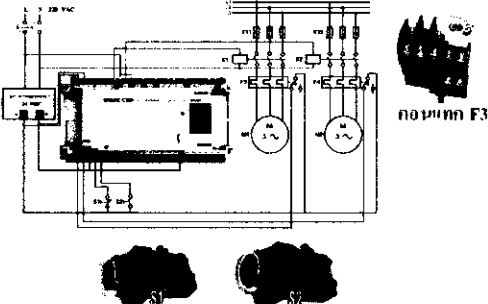
เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถ่างานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
 ประสบการณ์รองที่ 10.2 การควบคุมวงจรถ่างานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

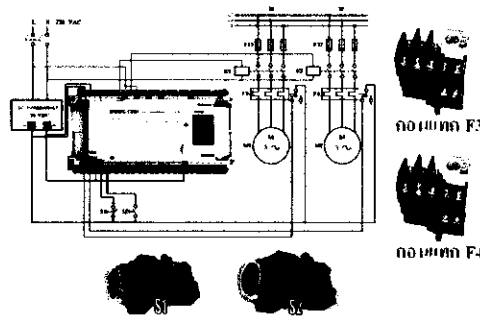
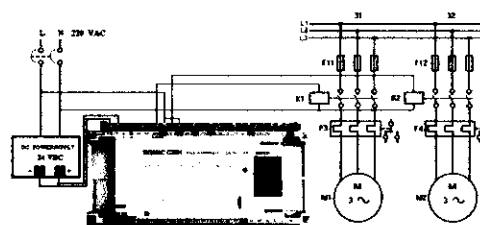
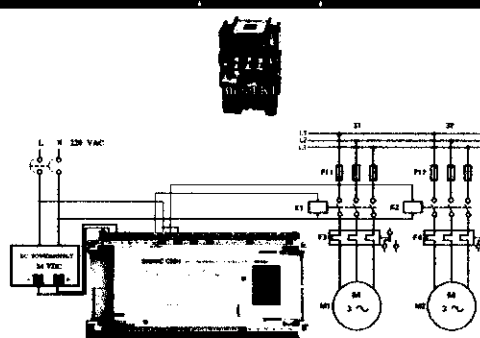
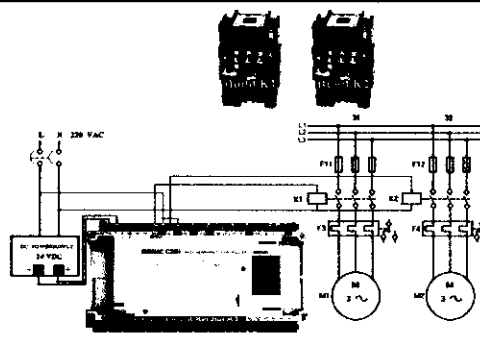
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FL. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - มัลติมีเดีย	
	CG ₂ - เรื่อง	
	CG ₃ - ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถ่างานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	
	FO. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	
2		ส่วนประกอบ ของการควบคุมวงจรถ่างาน เรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย
		อุปกรณ์ในวงจรกำลัง


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<div style="background-color: black; color: white; padding: 10px; text-align: center;"> <p>ตารางควบคุมวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเบสิกของไมโครคอนโทรลเลอร์</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>อุปกรณ์ เบรกค่าตัว</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>อุปกรณ์ เบรกเบรก</p> </div> </div> </div>	<p>และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้</p>
<p>3</p>	<p style="text-align: center; background-color: black; color: white; padding: 5px;">อุปกรณ์เบรกค่าตัว</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรกำลังประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center; background-color: black; color: white; padding: 5px;">อุปกรณ์เบรกค่าตัว</p>  <p style="font-size: small;">คอนแทคเตอร์ K1</p>	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อ กระแสไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้า M1 ได้แก่ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ใช้ส่วนของคอนแทคแมน</p>
	<p style="text-align: center; background-color: black; color: white; padding: 5px;">อุปกรณ์เบรกค่าตัว</p>  <p style="font-size: small;">ปลั๊กไฟ คอนแทคเตอร์ K1</p>	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกัน สายไฟฟ้าวงจรกำลังมอเตอร์ ไฟฟ้า M1 ได้แก่ F11 ใช้ปลั๊กฟิวส์</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรหลัก</p> <p>  ปัดกั๊ก 3 เฟส  คอนแทคเตอร์ K1  มอเตอร์ไฟฟ้า M1  มอเตอร์ไฟฟ้า M2 </p>	<p>หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรหลัก</p> <p>  ปัดกั๊ก 3 เฟส  คอนแทคเตอร์ K1  จุดต่อสาย F3  มอเตอร์ไฟฟ้า M1  มอเตอร์ไฟฟ้า M2 </p>	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ได้แก่ โอเวอร์โวลติลลิจ์ F3 ใช้ส่วนของจุดต่อสายไฟฟ้าวงจรกำลัง</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรหลัก</p> <p>  ปัดกั๊ก 3 เฟส  คอนแทคเตอร์ K1  จุดต่อสาย F3  มอเตอร์ไฟฟ้า M1  คอนแทคเตอร์ K2  มอเตอร์ไฟฟ้า M2 </p>	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้า M2 ได้แก่ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ใช้ส่วนของคอนแทคเมน</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรหลัก</p> <p>  ปัดกั๊ก 3 เฟส  คอนแทคเตอร์ K1  จุดต่อสาย F3  มอเตอร์ไฟฟ้า M1  ปัดกั๊ก F12  คอนแทคเตอร์ K2  มอเตอร์ไฟฟ้า M2 </p>	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า M2 ได้แก่ F12 ใช้ปลั๊กฟิวส์</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรวัด</p> 	<p>หรือ เซอร์คิตเบรกเกอร์ 3 เฟส</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรวัด</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกัน มอเตอร์ไฟฟ้า M2 ได้แก่ โอเวอร์โหลดรีเลย์ F4 ใช้ส่วน ของจุดต่อสายไฟฟ้าวงจรกำลัง</p>
<p>4</p>	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรวัด</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ในวงจรวัด</p>  <p style="text-align: center;">โปรแกรมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>โปรแกรมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
5	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์หยุด</p> 	อุปกรณ์อินพุตประกอบด้วย
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์หยุด</p> 	สวิตช์หยุดการทำงาน S1
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์หยุด</p> 	สวิตช์เริ่มการทำงาน S2
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์หยุด</p> 	คอนแทคของ โอเวอร์โหลดรีเลย์ F3

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อื่น</p> 	<p>คอนแทกของ โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F4</p>
6	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>อุปกรณ์เอาต์พุตประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>คอยล์ของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>และ คอยล์ของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2</p>

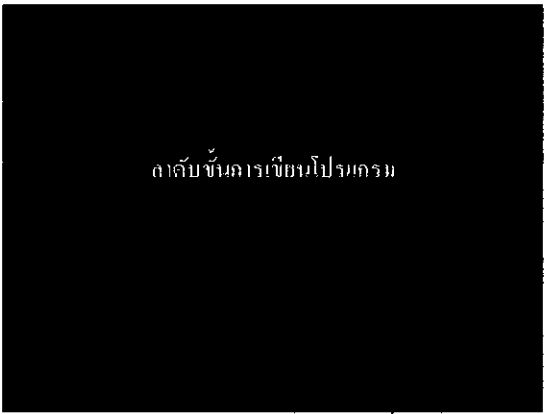
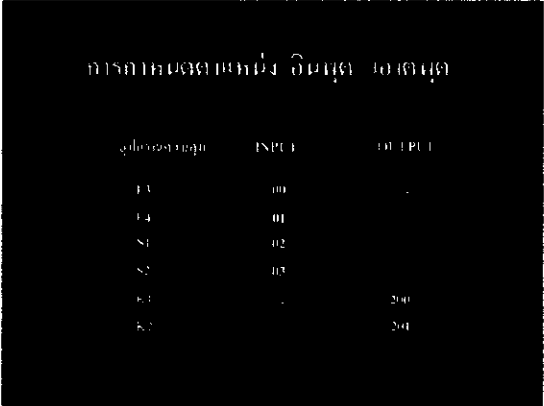
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
7	FI. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	S/I CG ₁ - พลิต โดย	
	S/I CG ₂ - อุทัย สุมาลย์	
	S/I CG ₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนนทบุรี	
	FO. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ	

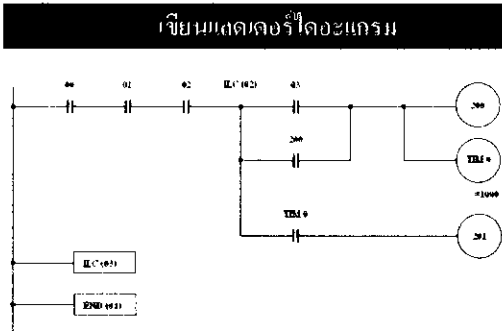
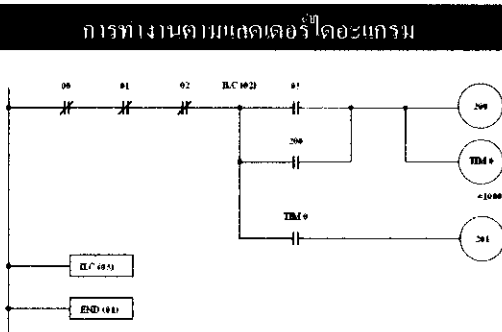
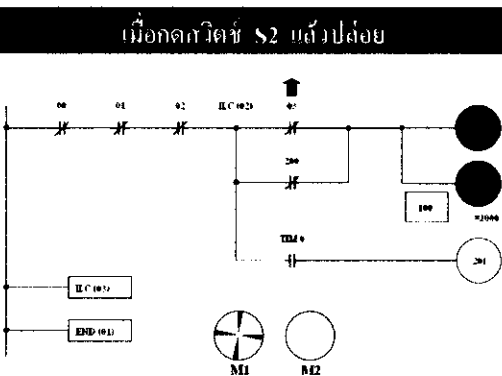
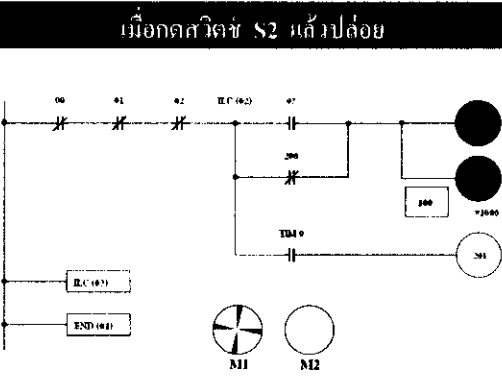
บทสไลด์คอมพิวเตอร์

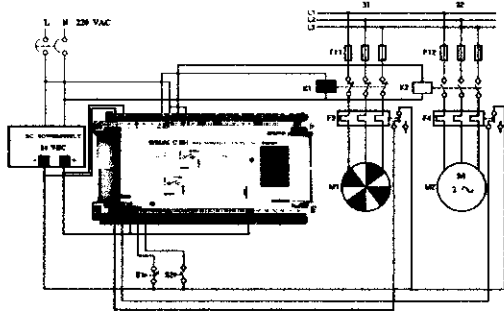
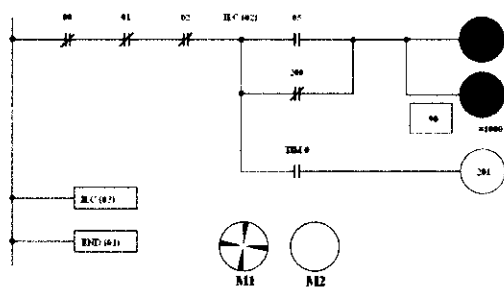
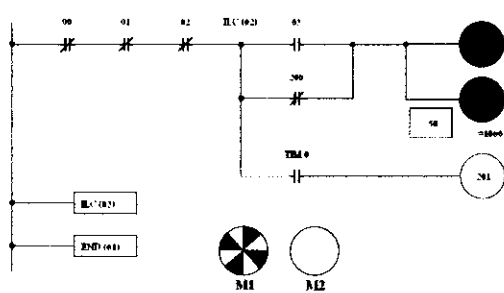
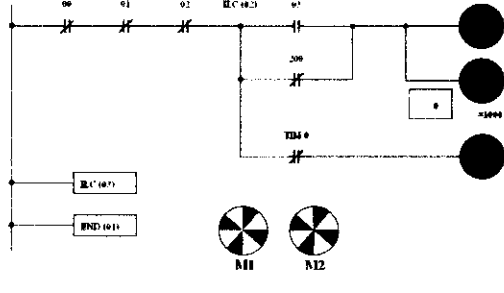
ข้อเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรถ่ายงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

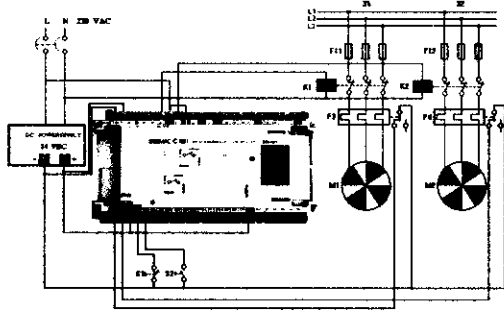
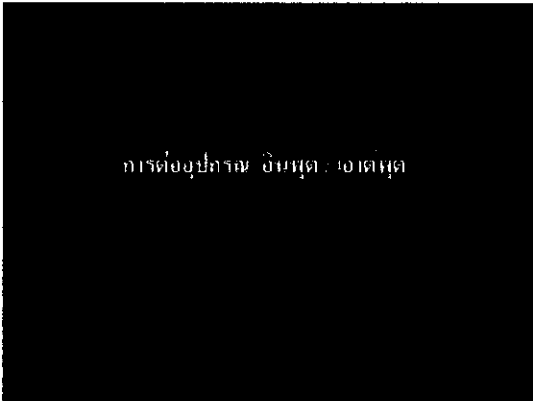
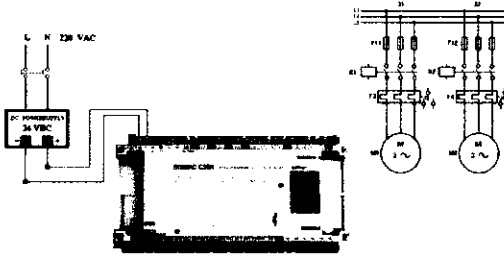
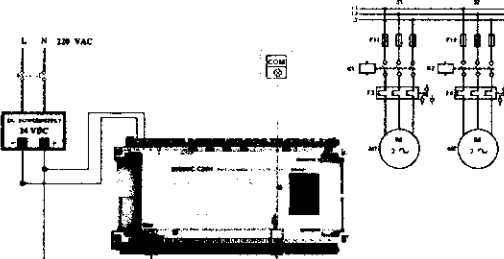
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

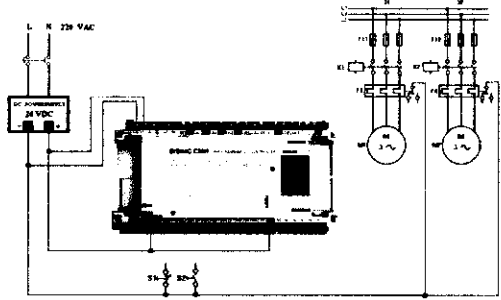
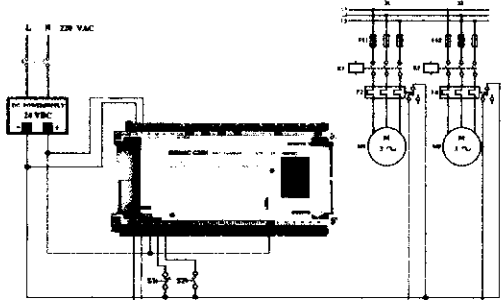
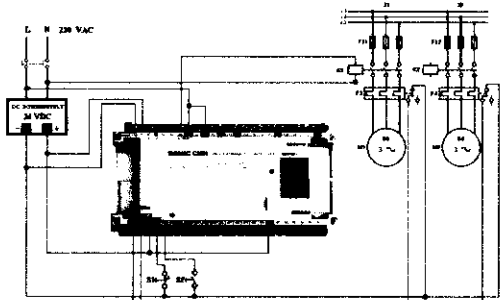
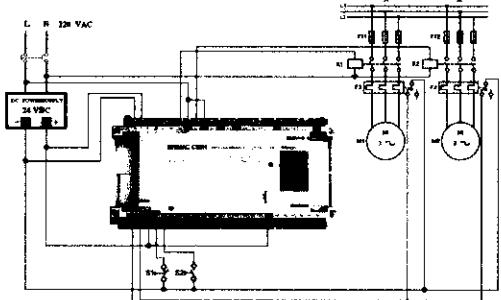
ประสบการณ์รองที่ 10.2 การควบคุมวงจรถ่ายงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์


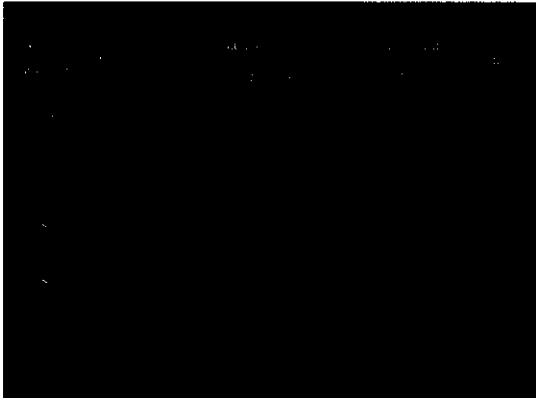
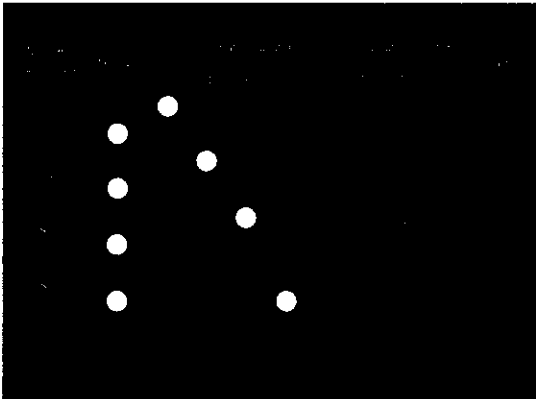
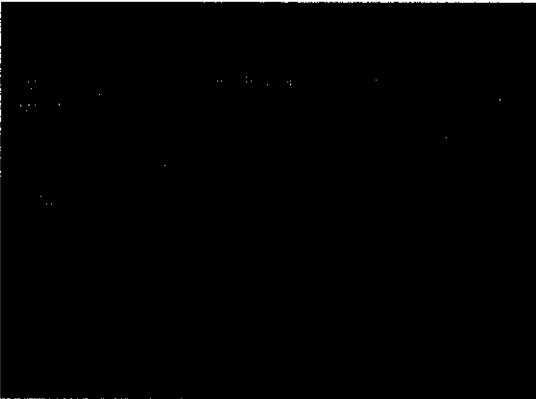
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	<p>พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์</p> <p>CG₂ - ประสบการณ์รองที่ 10.2.1</p> <p>CG₃ - การศึกษาการควบคุมวงจรถ่ายงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>CG₄ - เรื่อง</p> <p>CG₅ - ขั้นตอนการควบคุมวงจรถ่ายงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>
2		ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรมประกอบด้วย
3		<p>การกำหนดตำแหน่งอินพุต/เอาต์พุต ดังตัวอย่าง</p> <p>F3 ตำแหน่งอินพุต 00</p> <p>F4 ตำแหน่งอินพุต 01</p> <p>S1 ตำแหน่งอินพุต 02</p> <p>S2 ตำแหน่งอินพุต 03</p> <p>K1 ตำแหน่งเอาต์พุต 200</p> <p>K2 ตำแหน่งเอาต์พุต 201</p>

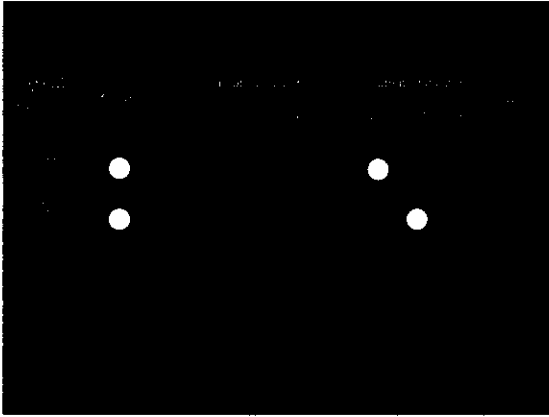

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4	<p style="text-align: center;">เขียนแลคเกอร์ไคอะแกรม</p> 	<p>เขียนแลคเกอร์ไคอะแกรมได้ดังนี้</p>
5	<p style="text-align: center;">กำหนดเวลาแลคเกอร์ไคอะแกรม</p> 	<p>เมื่ออยู่ในโหมด RUN อินพุต 00 อินพุต 01 และ 02 อยู่ในสภาวะ On ทำให้คอนแทค 00 01 และ 02 ในแลคเกอร์ไคอะแกรม อยู่ในตำแหน่งปิด</p>
6	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อย</p> 	<p>เมื่อกดสวิตช์ S2 ทำให้เอาต์พุต 200 และ TIM 0 ทำงาน เวลาที่ตั้งไว้ของ TIM 0 คือ 10 วินาที</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อย</p> 	<p>ปล่อยมือจากสวิตช์ S2 เอาต์พุต 200 ยังคงค้างตำแหน่งทำงาน ด้วยคอนแทค 200 แบบปกติเปิดในแถวที่ 2</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
7		<p>เอาต์พุต 200 ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน</p>
8	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อย</p> 	<p>TIM 0 เริ่มนับเวลา</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อย</p> 	<p>ถึงกบดตัวเลขแสดงการนับด้วยการดูสถานะการทำงาน ซึ่งเป็นแบบนับลง</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อย</p> 	<p>TIM 0 ทำงานครบตามเวลาที่ตั้งไว้ ทำให้เอาต์พุต 201 ทำงาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
9		<p>เอาต์พุต 201 ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M2 ทำงาน</p>
10		<p>การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>
11	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	<p>ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p>
	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	<p>ต่อจุดต่อรวมอินพุตของ PC เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V</p> <p>(PC บางรุ่น/บางยี่ห้อ มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ในตัว)</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
12	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อขั้วหนึ่งของอุปกรณ์อินพุต ทุกตัวเข้าด้วยกัน แล้วต่อเข้ากับ ขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อขั้วที่เหลือของอุปกรณ์อินพุต เข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่ กำหนด</p>
13	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 และ 201 เข้ากับสาย L ของ แหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับ ขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K1 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับ ขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K2 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K2 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
14		การตรวจสอบการทำงาน
15		ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์อินพุตแล้วสังเกตการแสดงผลที่อินพุตอินดิเคเตอร์
		วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off
16		ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตแล้วสังเกตการแสดงผลที่เอาต์พุตอินดิเคเตอร์


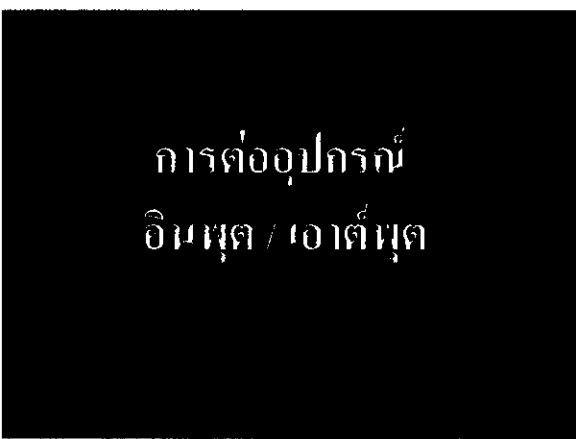
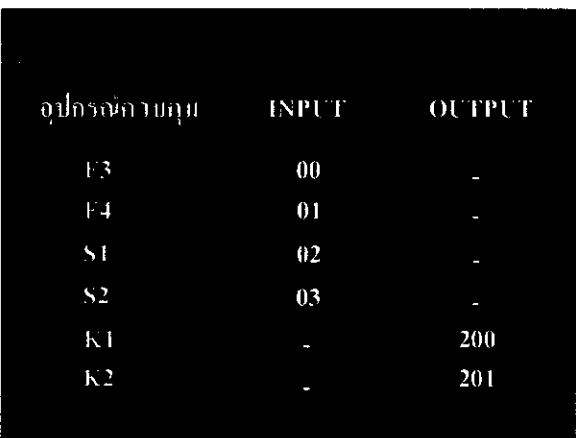
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off
17	พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง CG ₁ - พลิต โดย CG ₂ - อุทัย สุมาลย์ CG ₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ

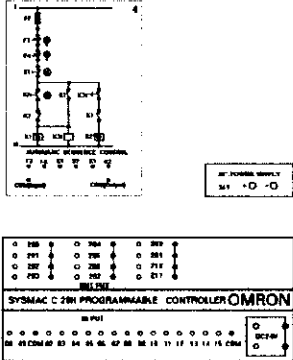
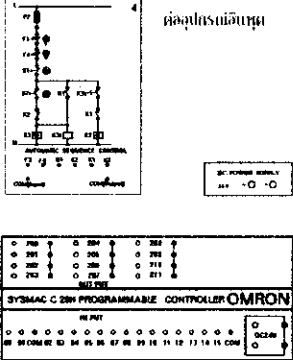
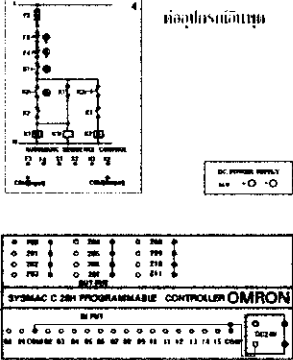
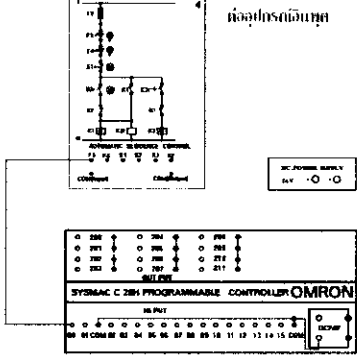
บทมัลติมีเดีย

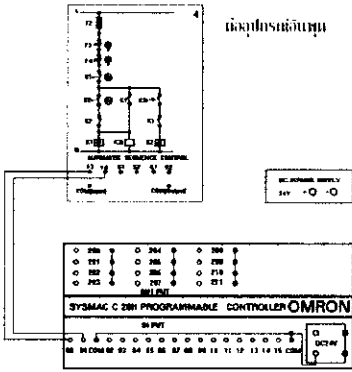
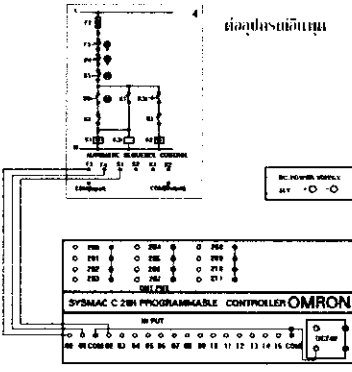
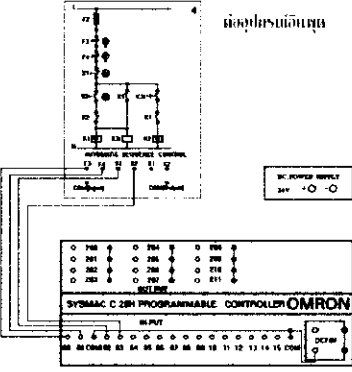
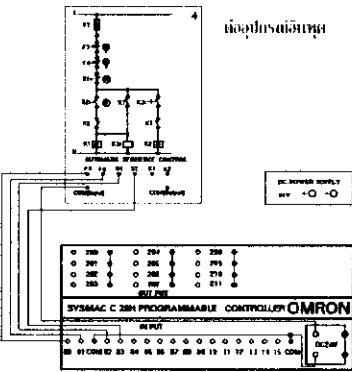
เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

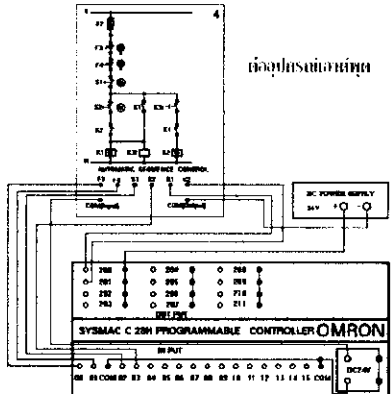
ประสบการณ์รองที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง																					
1	FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต CG ₁ - มัลติมีเดีย CG ₂ - เรื่อง CG ₃ - การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ																					
2		การต่ออุปกรณ์ อินพุต / เอาต์พุต																					
3	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>อุปกรณ์ควบคุม</th> <th>INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F3</td> <td>00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>F4</td> <td>01</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>02</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>03</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>-</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>-</td> <td>201</td> </tr> </tbody> </table>	อุปกรณ์ควบคุม	INPUT	OUTPUT	F3	00	-	F4	01	-	S1	02	-	S2	03	-	K1	-	200	K2	-	201	เมื่อกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตาราง
อุปกรณ์ควบคุม	INPUT	OUTPUT																					
F3	00	-																					
F4	01	-																					
S1	02	-																					
S2	03	-																					
K1	-	200																					
K2	-	201																					

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4	 <p>Wiring diagram showing terminal 4 connected to a power supply. Below it is the terminal block for the SYSMAC C 28H PROGRAMMABLE CONTROLLER OMRON, with terminal 4 marked as DC 24V.</p>	<p>อุปกรณ์ควบคุมใช้ PLC OMRON รุ่น C 28 H และใช้โหนดจำลองหมายเลข 4 แทนโหนดจริง</p>
	 <p>Wiring diagram with terminal 4 labeled "ต่ออุปกรณ์อินพุต". Below it is the terminal block for the SYSMAC C 28H PROGRAMMABLE CONTROLLER OMRON.</p>	<p>การต่ออุปกรณ์อินพุต</p>
	 <p>Wiring diagram with terminal 4 labeled "ต่อขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC เข้ากับจุดต่อร่วมอินพุต". Below it is the terminal block for the SYSMAC C 28H PROGRAMMABLE CONTROLLER OMRON.</p>	<p>ต่อขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC เข้ากับจุดต่อร่วมอินพุต</p>
	 <p>Wiring diagram with terminal 4 labeled "ต่อจุดต่อ F3 เข้ากับจุดต่ออินพุต 00". Below it is the terminal block for the SYSMAC C 28H PROGRAMMABLE CONTROLLER OMRON.</p>	<p>ต่อจุดต่อ F3 เข้ากับจุดต่ออินพุต 00</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	 <p>ต่อจุดต่อ F4 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 01</p>	
	 <p>ต่อจุดต่อ S1 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 02</p>	
	 <p>ต่อจุดต่อ S2 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 03</p>	
	 <p>ต่อจุดต่อรวมอินพุตของ โหลดจำลองหมายเลข 4 เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC</p>	

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p>ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p>	<p>การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p>
	<p>ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p>	<p>ต่อขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอกเข้ากับ จุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 - 201</p>
	<p>ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับจุดต่อ K1</p>
	<p>ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับจุดต่อ K2</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 4 เข้ากับ ขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก</p>
5	<p>FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p> <p>CG₁ - พลิต โดย</p> <p>CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <p>CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <p>FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↕</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

**เครื่องมือประเมิน
หน่วยประสบการณ์ที่ 10**

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ประสบการณ์รองที่ 10.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นรายกลุ่ม ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานและหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
1. ชั้นเตรียม		
1.1 เตรียม วัสดุ/อุปกรณ์	3	3 เตรียม 0 ไม่เตรียม
1.2 ตรวจสอบ วัสดุ/อุปกรณ์	3	3 ปฏิบัติ 0 ไม่ปฏิบัติ
รวม	6	
2. ชั้นปฏิบัติ		
2.1 เขียน โปรแกรม	10	10 ถูกต้องทั้งหมดจากการตรวจครั้งที่ 1 8 ถูกต้องทั้งหมดหลังการแก้ไข 5 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป 0 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50
2.2 ต่ออุปกรณ์อินพุต	10	(ข้อที่ 2.1 – 2.4 ใช้เกณฑ์เดียวกัน)
2.3 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	10	
2.4 การทำงานของโปรแกรม	10	
รวม	40	
3. ชั้นผลสำเร็จ		
3.1 ตอบคำถาม	20	5 ถูกต้องทั้งหมด 3 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป 1 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป แต่ไม่ถึงร้อยละ 75 0 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50
3.1.1 การเขียนโปรแกรม		

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
3.1.2 การต่ออุปกรณ์อินพุต 3.1.3 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต 3.1.4 การทำงานของโปรแกรม 3.2 การนำเสนอผลงานต่อครูและเพื่อน 3.3 การวิพากษ์งานเพื่อน 3.4 รายงานผลการปฏิบัติงาน	10 5 5	(ข้อที่ 3.1.1 – 3.1.4 ใช้เกณฑ์เดียวกัน) 10 ถูกต้องครบถ้วน การนำเสนอดี 8 ถูกต้องครบถ้วน การนำเสนอไม่ดี 5 เนื้อหาไม่ครบถ้วน การนำเสนอดี 1 เนื้อหาไม่ครบถ้วน การนำเสนอไม่ดี 5 ซักถามและเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์ 2 ซักถามไม่เสนอแนะ 0 ไม่เสนอแนะ ไม่ซักถาม 5 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน รูปแบบถูกต้อง 3 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน รูปแบบไม่ถูกต้อง 2 เนื้อหาถูกต้องแต่ไม่ครบ รูปแบบถูกต้อง 1 เนื้อหาถูกต้องแต่ไม่ครบ รูปแบบไม่ถูกต้อง
รวม	40	
4. ชั้นกึ่งนิสัยการปฏิบัติงาน 4.1 การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ 4.2 การเก็บวัสดุอุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน 4.3 รักษาความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน 4.4 ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด	2 2 5 5	2 ทำสม่ำเสมอ 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ 2 ทำสม่ำเสมอ 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ 5 สะอาด 0 ไม่สะอาด 5 ใช้เวลาพอดี 3 เลขเวลาไม่เกิน 10 นาที 0 เลขเวลาเกิน 10 นาที
รวม	14	
รวมทั้งหมด	100	

เกณฑ์การประเมินผล

ต้องได้คะแนนขั้นปฏิบัติไม่น้อยกว่า 32 คะแนน และคะแนนขั้นผลสำเร็จไม่น้อยกว่า 25 คะแนน
ใต้อักษร A-D ตามระดับผลการประเมิน ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน ใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนนรวม 80 คะแนน ขึ้นไป	ดีมาก	แสดงด้วยอักษร A
คะแนนรวม 70-79 คะแนน	ดี	แสดงด้วยอักษร B
คะแนนรวม 50-69 คะแนน	ปานกลาง	แสดงด้วยอักษร C
คะแนนรวมไม่ถึง 50 คะแนน	ต้องปรับปรุง	แสดงด้วยอักษร D

ตารางบันทึกการประเมินผลการปฏิบัติงาน

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ประสบการณ์รองที่ 10.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง 1. บันทึกคะแนนตรงกับหัวข้อการประเมินและกลุ่ม

2. บันทึกผลการประเมินด้วยตัวอักษรแทนความหมายระดับผลการประเมิน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน / หัวข้อการประเมิน		คะแนน / กลุ่ม									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ขั้น เตรียม	เตรียมเครื่องมือ										
	เตรียมอุปกรณ์										
ขั้น ปฏิบัติ	เขียนโปรแกรม										
	ต่ออุปกรณ์อินพุต										
	ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต										
	การทำงานของโปรแกรม										
ขั้นผล สำเร็จ	ตอบ คำถาม	การเขียนโปรแกรม									
		การต่ออุปกรณ์อินพุต									
		ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต									
		การทำงานของโปรแกรม									
	การนำเสนอผลงานต่อครูและเพื่อน										
	การวิพากษ์งานเพื่อน										
	รายงานผลการปฏิบัติงาน										
ขั้น กิจ นิสัย	การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์										
	การเก็บวัสดุอุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน										
	รักษาความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน										
	ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด										
รวมคะแนน											
ผลการประเมิน (A, B, C)											

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม

วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

คำชี้แจง ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นรายกลุ่ม ตามหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด

หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	5	5 สม่ำเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่มีความรับผิดชอบ
2. ความตั้งใจในการทำงาน	5	5 สม่ำเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่ตั้งใจ
3. ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน	5	5 สม่ำเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่ให้ความร่วมมือหรือร่วมมืออย่างไม่เต็มใจ
4. การแก้ปัญหา	5	5 ร่วมกันแก้ปัญหจนสำเร็จทุกเรื่อง 3 ร่วมกันแก้ปัญหาได้บางเรื่อง 1 แก้ปัญหาไม่ได้
5. การแสดงความคิดเห็นและการรับฟังผู้อื่น	5	5 ทำอย่างสม่ำเสมอ 3 ทำเป็นบางครั้ง 1 ไม่แสดงความคิดเห็นและรับฟังผู้อื่น

เกณฑ์การประเมินผล

ใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

23 คะแนนขึ้นไป	ดี	แสดงด้วยอักษร A ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน
15 – 22 คะแนน	พอใช้	แสดงด้วยอักษร B ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน
1 – 14 คะแนน	ต้องปรับปรุง	แสดงด้วยอักษร C ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน

ตารางบันทึกการประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม

วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

- คำชี้แจง 1. บันทึกคะแนนตรงกับหัวข้อการประเมินและกลุ่ม
2. บันทึกผลการประเมินด้วยตัวอักษรแทนความหมายระดับผลการประเมิน

หัวข้อการประเมิน	คะแนน / กลุ่ม									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน										
2. ความตั้งใจในการทำงาน										
3. ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน										
4. การแก้ปัญหา										
5. การแสดงความคิดเห็นและการรับฟังผู้อื่น										
รวมคะแนน										
ผลการประเมิน (A, B, C)										

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....

แบบประเมินผลการทดสอบภาคปฏิบัติ

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ประสบการณ์รองที่ 10.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง ใช้ประเมินผลการทดสอบภาคปฏิบัติ ก่อน/หลัง เഴ็จงานประสบการณ์

หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. การเขียนแลคเคอร์โคอะแกรม	5	5 ถูกต้อง 0 ไม่ถูกต้อง
2. การเขียนคำสั่ง	5	5 ถูกต้องทั้งหมด 3 ถูกเกินร้อยละ 50 แต่ไม่ถึงร้อยละ 100 1 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50 0 ไม่ถูกต้อง * ในกรณีผลการประเมินข้อที่ 1 ได้ 0 คะแนน ไม่มีการประเมินข้อที่ 2

ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

หน่วยประสบการณ์ที่ 11

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

โดย

อุทัย สุมามาลย์

แบบเสนอหน่วยประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
 ผู้สอน นายอุทัย สุมาวาลัย

หน่วยประสบการณ์	ประสบการณ์หลัก	ประสบการณ์รอง
11. การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลด กระแสไฟฟ้า	11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	11.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
	11.2 การควบคุมวงจร สลีปริ่งมอเตอร์ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	11.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสลีปริ่ง มอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		11.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลีปริ่ง มอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แบบแผนภารกิจและงาน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดิมด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง

ประสบการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
11.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดย อัตโนมัติ ด้วย โปรแกรม-เมเบิล คอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่องความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุม วงจร สตาร์-เคลด้า โดย อัตโนมัติ	1.1 ฆมัลลิตีมีเคียเรื่องส่วนประกอบ ของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมาย และส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ
10.1.2 การปฏิบัติการ ควบคุมวงจร สตาร์- เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ	1.1 จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหลดจำลองหมายเลข 5
	2. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร

ประเภทการรับรอง	ภารกิจ	งาน
		2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลองหมายเลข 5
	3. คำเนิการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ	<p>3.1 ชมมัลติมิเตอร์เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์</p> <p>3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ใช้คำสั่งที่กำหนดให้</p> <p>3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหลดจำลอง หมายเลข 5 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 11.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของโหลดจำลอง หมายเลข 5 เข้ากับจุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่ง ที่กำหนดตามตารางที่ 11.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุตทุกตัวของโหลดจำลองหมายเลข 5</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ เอาต์พุตทุกตัวของโหลดจำลองหมายเลข 5</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม ควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้ โหลดจำลองหมายเลข 5</p>
	4. รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ	<p>4.1 นำเสนอผลงาน</p> <p>4.2 วิพากษ์</p> <p>4.3 สรุปผล</p>

แบบเสนอภารกิจและงาน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง

ประสบการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
11.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์	1.1 ชมวีดิทัศน์เรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ
10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์	1.1 จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหลคจำลองหมายเลข 6
	2. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุตของโหลคจำลองหมายเลข 6

ประสบการณ์รอง	ภารกิจ	งาน
	<p>3. ดำเนินการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์</p>	<p>3.1 ชนมัตติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ใช้คำสั่งที่กำหนดให้</p> <p>3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหนดจำลอง หมายเลข 6 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตามตารางที่ 11.4 ในประมวลสาระ</p> <p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของโหนดจำลอง หมายเลข 6 เข้ากับจุดต่อหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตามตารางที่ 11.4 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อินพุตทุกตัวของโหนดจำลองหมายเลข 6</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตทุกตัวของโหนดจำลองหมายเลข 6</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้โหนดจำลองหมายเลข 6</p>
	<p>4. รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ</p>	<p>4.1 นำเสนอผลงาน</p> <p>4.2 วิพากษ์</p> <p>4.3 สรุปผล</p> <p>4.4 ทำแบบฝึกหัด</p>

แผนการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง

ประสบการณ์

ประสบการณ์หลัก	ประสบการณ์รอง
11.1 การควบคุมวงจร สตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	11.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจร สตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	11.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 10.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์

1. หลังจากเผชิญประสบการณ์ “การควบคุมวงจร สตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และ สามารถปฏิบัติการควบคุม วงจร สตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

2. หลังจากเผชิญประสบการณ์ “การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุม วงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

บริบทและสถานการณ์

บริบท

การเผชิญประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า มีกิจกรรม 2 อย่าง ที่นักศึกษาต้องเผชิญประสบการณ์ตามลำดับก่อนหลัง คือ (1) การควบคุมวงจรสตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ทั้ง 2 กิจกรรม ต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมกัน คือ สายเสียบวงจร คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ จอภาพ เครื่องขยายเสียง โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V การควบคุมวงจร สตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต้องเตรียมโหลดจำลองหมายเลข 5 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-

โทรลเลอร์ ต้องเตรียมโหลดจำลองหมายเลข 6 สถานที่เผชิญประสบการณ์ ได้แก่ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าของบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัทให้ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาดใหญ่ ในโรงงานรีดแท่งทองแดง สำหรับ (1) เครื่องอัดอากาศขนาด 50 แรงม้า เริ่มเดินแบบ สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ (2) สลิปริงมอเตอร์ขนาด 40 แรงม้า สำหรับรีดแท่งทองแดง ซึ่งบริษัทได้เปลี่ยนระบบการควบคุมจากแบบกลไกไฟฟ้าเป็นโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาจึงต้องเข้ารับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์

ขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์

ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 1 ข้อ

ขั้นที่ 2 ปฐมนิเทศการเผชิญประสบการณ์ เป็นการชี้แจงวัตถุประสงค์ ประสบการณ์ บริบทและสถานการณ์ ขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ (ภารกิจ/งาน) สื่อ และ เครื่องมือการประเมิน

- วัตถุประสงค์การเรียนรู้มีดังนี้ (1) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุม วงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง และ (2) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายการทำงาน อธิบายขั้นตอนการควบคุม และสามารถปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

- ประสบการณ์ที่นักศึกษาต้องเผชิญ 2 ประสบการณ์ คือ (1) การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- บริบทในการเผชิญประสบการณ์ คือ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง สิ่งที่นักศึกษาต้องเตรียม คือ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V สายเสียบวงจร โหลดจำลองหมายเลข 5 โหลดจำลองหมายเลข 6 และ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

- สถานการณ์ บริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้เปลี่ยนระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาดใหญ่ ในโรงงานรีดแท่งทองแดง สำหรับ (1) เครื่องอัดอากาศขนาด 50 แรงม้า เริ่มเดินแบบ สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ (2) สลิปริงมอเตอร์ขนาด 40 แรงม้า สำหรับรีดแท่งทองแดง จากแบบกลไกไฟฟ้าเป็นโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าของบริษัทจึงต้องเข้ารับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์

- ภารกิจ/งาน ในการเผชิญประสบการณ์ คือ ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบ ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ ดำเนินการควบคุม และ รายงานผลการปฏิบัติงาน ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาดใหญ่ เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า วงจร สตาร์-เคลด้า

โดยอัตโนมัติ และ วงจรสลิปริงมอเตอร์ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- สื่อที่ใช้ได้แก่ ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V สายเสียบวงจร โหลดจำลองหมายเลข 5 และ โหลดจำลองหมายเลข 6

- การประเมิน จากการทำแบบทดสอบ สังเกตพฤติกรรม ทำแบบฝึกหัด และงานที่กำหนดให้ทำ ได้แก่ ปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ วงจรสลิปริงมอเตอร์ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 3 เเชิฐูประสบการณั นักศึษาต้องเเชิฐูประสบการณัหลัถ 2 ประสบการณั คึอ (1) การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (2) การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 4 รายงานความก้าวหน้า เมื่อนักศึษาได้เเชิฐูประสบการณั โดยทำการถึงและงานได้ระยษะหนึ่่งแล้ว นักศึษาต้องรายงานความก้าวหน้าจากการเเชิฐูประสบการณั ดัังนึ้

- ประสบการณัร่อถึ 11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึษาต้องรายงานความก้าวหน้าเกั่ยวถึ การจัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกปฏิบัติ ตรวจสอบการถึางงานของอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบการถึางงานของอุปกรณ์เอาต์พุต และตรวจสอบการถึางงานของโปรแกรมควบคุม

- ประสบการณัร่อถึ 11.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึษาต้องรายงานความก้าวหน้าเกั่ยวถึ การจัดหาและตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกปฏิบัติ ตรวจสอบการถึางงานของอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบการถึางงานของอุปกรณ์เอาต์พุต และ ตรวจสอบการถึางงานของโปรแกรมควบคุม

ขั้นที่ 5 รายงานผลการเเชิฐูประสบการณั เมื่อนักศึษาได้เเชิฐูประสบการณัหลัถแต่ละประสบการณัแล้ว นักศึษาต้องรายงานผลการปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ และวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ขั้นที่ 6 สรุปผลการเเชิฐูประสบการณั เป็นการสรุปขั้นตอนการเเชิฐูประสบการณัและชี้แนะแหล่งความรู้เพิ่มเติม

ขั้นที่ 7 ประเมินหลังเเชิฐูประสบการณั โดยให้นักศึษาทำแบบทดสอบหลังเเชิฐูประสบการณั เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 1 ข้อ

สื่อและแหล่งประสบการณ์

สื่อเผชิญประสบการณ์	แหล่งประสบการณ์
1. ประมวลสาระ	1. ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์ มุมหนังสือ
2. สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ	2. มุมหนังสือ
3. มัลติมีเดีย	3. มุมหนังสือ
4. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	4. มุม โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V	5. มุมวัสดุอุปกรณ์
6. สายเสียบวงจร	6. มุมวัสดุอุปกรณ์
7. โหลดจำลองหมายเลข 5 - 6	7. มุมวัสดุอุปกรณ์ และ มุมแสดงผลงาน

การประเมิน

1. จากแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์
2. จากการทำแบบฝึกหัด
3. จากการปฏิบัติงานกลุ่ม ครอบคลุมการประเมิน ความร่วมมือในการทำงาน ความรับผิดชอบ การแสดงความคิดเห็น การแก้ปัญหา และ การยอมรับคำแนะนำและปรับปรุง
4. จากงานที่กำหนดให้ทำ ประเมินแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติ
 - 4.1 ปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 - 4.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. จากการบันทึกสาระสำคัญ

แผนเผชิญประสพการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสพการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
ประสพการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
เวลา 2 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การศึกษาการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมาย และ อธิบายส่วนประกอบ การทำงาน ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
2. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

ประสพการณ์และบริบท

1. ประสพการณ์ที่คาดหวัง

นักศึกษาคำนวณกระบวนการการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แล้ว สามารถปฏิบัติการควบคุมได้

2. บริบทและสถานการณ์

บริบท

นักศึกษาศึกษาการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ และปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ และ มุมแสดงผลงาน โดยนักศึกษาต้องเตรียมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง สายเสียบวงจร และ โหลดจำลองหมายเลข 5

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัท ให้ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 50 แรงม้า ในโรงงานรีดแท่งทองแดง สำหรับเป็นต้นกำลังให้กับเครื่องอัดอากาศ วงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยรูปแบบการเผชิญประสพการณ์ภาคทฤษฎีเป็นแบบเดี่ยวภาคปฏิบัติเป็นแบบกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้ (1) ชม มัลติมีเดียและอ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) เตรียมการปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ดำเนินการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดย อัด โนมัตติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

สิ่งที่พึงระวังในการเผชิญประสบการณ์

1. การใช้จุดต่อสาย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่หลวมหรือชำรุด จะทำให้เกิดการลัดวงจรหรือทำให้กระแสไฟฟ้าร่วงลงโครงได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้งานตำแหน่งดังกล่าว ให้เปลี่ยนไปใช้ตำแหน่งอื่นแทน
2. การปล่อยปลายสายไฟฟ้าที่ใช้ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ไว้ตั้งแต่ 2 ปลาย ขึ้นไป มีโอกาสที่ปลายสายจะสัมผัสกันทำให้เกิดการวงจรได้ ดังนั้นการต่อสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องทำให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วจึงต่อสายไฟฟ้าเส้นอื่นต่อไป
3. การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ขณะที่กระแสไฟฟ้าจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ ดังนั้นจึงต้องปิดสวิตซ์ Power ก่อนทุกครั้งที่จะเริ่มต่อสายไฟฟ้า
4. สายไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ซึ่งฉนวนเสียหายจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ และ หากฉนวนเสียหายมากกว่า 2 เส้น มีโอกาสที่ฉนวนของสายไฟฟ้าจะสัมผัสกันได้ทำให้เกิดการลัดวงจรได้ จึงไม่ควรใช้งานสายไฟฟ้างดังกล่าว

รายละเอียดการเผชิญสถานการณ์ที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมมเบิดคอนโทรลเลอร์

ประเภทการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมมเบิด- คอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของ การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจร สตาร์ – เคลต้า โดย อัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมมเบิด- คอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของ การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเม- เบิดคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL SDL	- ส่วนประกอบ ของการควบคุม - ความหมายและ ส่วนประกอบของ การควบคุม	- ห้องเรียน - มุม หนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ	- จากการ บันทึก สาระสำคัญ
2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการ ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ	2.1 พังบรรยายเรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมมเบิดคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL	- ขั้นตอนการ ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเม- เบิดคอนโทรล- เลอร์	- ห้องเรียน	- สไลด์ คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ	- จากการ บันทึก สาระสำคัญ	

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนาจ ความสะดวก	การ ประเมิน
10.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร สตาร์ – เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ โดยโปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์	1.1 จัดทำโปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดทำแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดทำสายเสียบวงจร 1.4 จัดทำโหลดจำลอง หมายเลข 5	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวัสดุ อุปกรณ์	- โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 5	- ใต้ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/ เอาต์พุต ของ โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของ โหลดจำลอง หมายเลข 5	PDL PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 5 - ประมวลตรา	- ใต้ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสมการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนาจ ความสะดวก	การ ประเมิน
	3. ดำเนินการควบคุมวงจรสตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ	3.1 ชุมมิติมิตีเดียวเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรสตาร์ – เคลต้า โดยอัตโนมัติ ใช้คำสั่งตามตารางที่ 11.2 ในประมวลสาระ 3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหลดจำลองหมายเลข 5 เข้ากับชุดต่อหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตามตารางที่ 11.1 ในประมวลสาระ	SDL	- การต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต - การเขียนโปรแกรม - การตรวจสอบการทำงาน	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 5 - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ - มัลติมีเตอร์	ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		<p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 5 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมนเมเบ็คคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 11.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 5</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 5</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมนควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้โหนด จำลองหมายเลข 5</p>	<p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p>					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผลการปฏิบัติงาน ความคืบหน้า สตาร์ – เสด็จ โดยอัตโนมัติ	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล	PDL TDL/PDL TDL/PDL		- ห้องเรียน - มุมแสดง ผลงาน	- โปรแกรมเม- เบิ้ลคอนโทรล- เลอร์ - โหมดจำลอง หมายเลข 5 - ประมวลผล	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

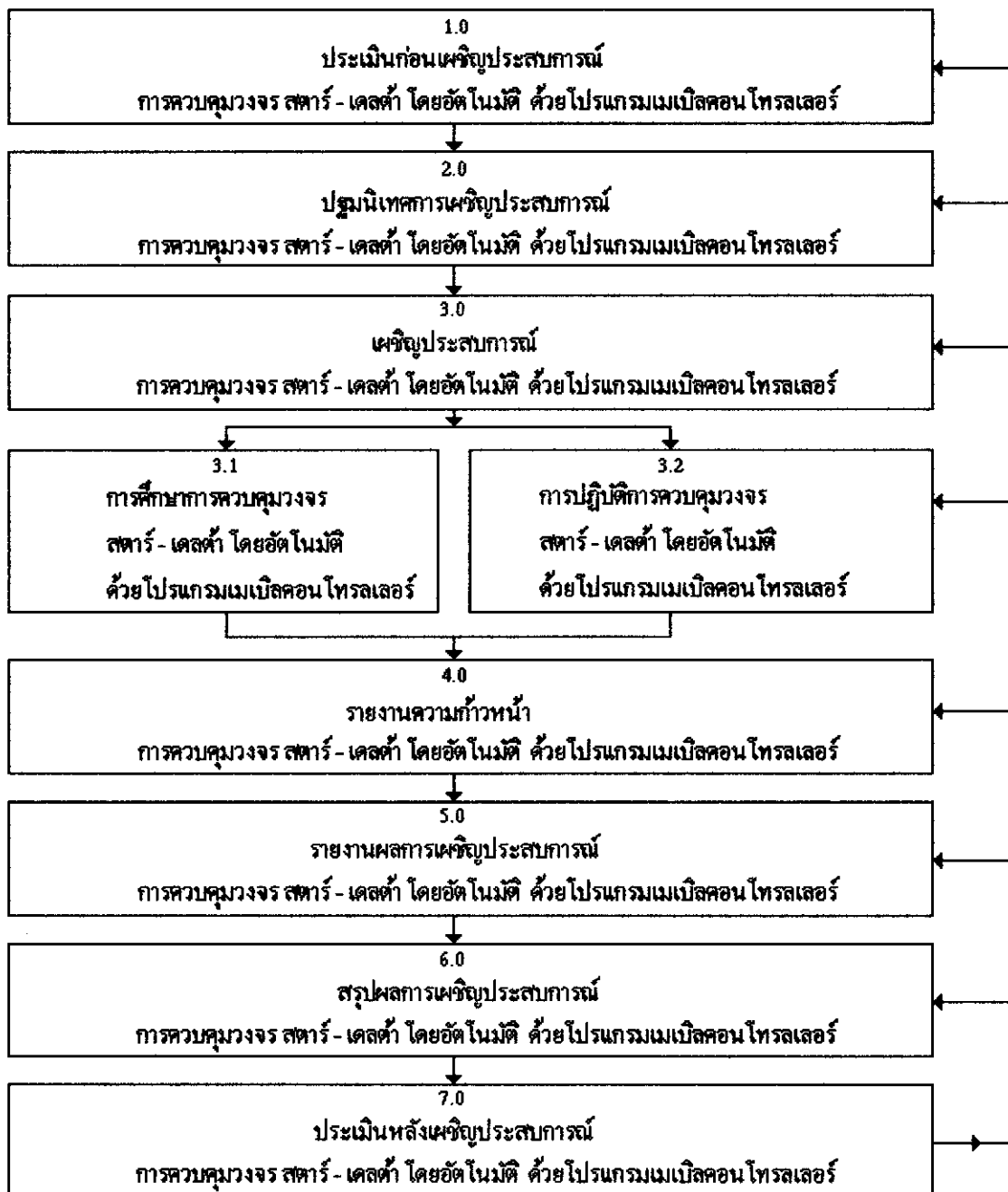
แผนกำกับประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลคกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง ผู้สอน นายอุทัย สุมาภรณ์ จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ลำดับ ที่	กิจกรรม / ภารกิจ	สื่อ	สถานที่	เวลา (นาที)
1	ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ - ทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	-ห้องเรียน	20
2	ปฐมนิเทศประสบการณ์ 2.1 วัตถุประสงค์ 2.2 ประสบการณ์ 2.3 บริบท/สถานการณ์ 2.4 ขั้นตอนการหาประสบการณ์ 2.5 สื่อ / วัสดุ-อุปกรณ์ 2.6 การประเมิน	- สไลด์คอมพิวเตอร์	-ห้องเรียน	10
3	เผชิญประสบการณ์ 3.1 การศึกษาการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	- มัลติมีเดีย - สไลด์คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ - โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 5	-ห้องเรียน - มุมหนังสือ - มุมวัสดุ อุปกรณ์ - มุมแสดง ผลงาน	25 30
4	รายงานความก้าวหน้า		- ห้องเรียน	5
5	รายงานผลการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
6	สรุปการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
7	ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20

เส้นทางการเรียน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 เวลา 2 ชั่วโมง ประสบการณ์รองที่ 11.1.1 – 11.1.2 จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1



แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 11.1 – 11.2 เวลา 10 นาที จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
 เรื่อง ปฐมนิเทศประสบการณ์หลักที่ 11.1 – 11.2
 วัตถุประสงค์

หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์เรื่อง “ปฐมนิเทศหน่วยประสบการณ์หลักที่ 11.1 – 11.2 แล้ว”
 นักศึกษาสามารถบอกหน่วยประสบการณ์ วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ การกิจและงาน สื่อและแหล่ง
 ประสบการณ์ และ การประเมิน ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การเผชิญประสบการณ์ในหน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ประสบการณ์หลัก ได้แก่ (1) ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจรสตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม อธิบายการทำงานส่วนประกอบ อธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง และ (2) ประสบการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลีปรินมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม อธิบายการทำงานส่วนประกอบ อธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรสลีปรินมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง บริบทได้แก่ ห้องเรียน มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ มุมแสดงผลงาน สถานการณ์ในการเผชิญประสบการณ์ คือ บริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทย เคเบิลจำกัดทำการเปลี่ยนระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาดใหญ่สำหรับ (1) เครื่องอัดอากาศขนาด 50 แรงม้า เริ่มต้นแบบ สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ (2) สลัปรินมอเตอร์ขนาด 40 แรงม้า สำหรับรีดแห้งทองแดง จากแบบกลไกไฟฟ้าเป็นโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นักศึกษาในฐานะพนักงานของบริษัท ต้องเผชิญประสบการณ์ตามภารกิจและงานที่กำหนดให้ สื่อที่ใช้ได้แก่ ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โหลดจำลองหมายเลข 5 – 6 และ คู่มือเผชิญประสบการณ์ การประเมินใช้แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ การปฏิบัติงานกลุ่ม ผลการปฏิบัติงาน และแบบฝึกหัด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมวัยมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจาะใจ พฤติกรรม และเกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดข้อความ** ได้แก่ วัตถุประสงค์ บริบทและสถานการณ์ ภารกิจและงาน สื่อและแหล่งประสบการณ์ และการประเมิน ใช้ตัวอักษรที่มีขนาดเหมาะสมให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

1.4 **วิเคราะห์และกำหนดภาพ** ได้แก่ ภาพที่ใช้ประกอบการนำเสนอ

1.5 **ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์** ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.6 เขียนบท

2. ขั้นเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ กระดาษ A4

3. ขั้นดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำข้อความและภาพกราฟิก**

3.2 **ตกแต่งภาพ**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นการประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวข้อ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และเครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	รหัสวิชา 2104-2114	ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า		เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์หลักที่ 11.1		เวลา 25 นาที
ประสบการณ์หลักที่ 11.2		เวลา 25 นาที
ประสบการณ์รองที่ 11.1.1, 11.2.1		จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ ประมวลสาระ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไคอะแกรม การเขียนโปรแกรมควบคุม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษาประมวลสาระเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไคอะแกรม การเขียนโปรแกรมควบคุม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรสตลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขลวดแบบสตาร์ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขลวดแบบเคลด้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิทช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงาน และ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทุกตัวในวงจรกำลัง

การควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานชุดที่ 1 -2 ออกจากวงจรขลวดโรเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิทช์หยุดการทำงาน คอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงาน และ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทุกตัวในวงจรกำลัง

การควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ วงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนคือ การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์โคอะแกรม และการเขียนคำสั่ง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด การตรวจสอบการทำงานครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ และวงจรสลีปริ่งมอเตอร์

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

บริษัทอมรอนครีติกส์จำกัด (ม.ป.ป) *Operation Manual Omron Sysmac C20P/C28P/C40P*

กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท

วิจิตร บุญชูโรกุล (ม.ป.ป) *ระบบควบคุมมอเตอร์* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์แปซิฟิก

สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา (2542) *เอกสารประกอบการศึกษาค้นคว้า Conceptual Plc & Scada*

กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.

สุพรรณ กุลพานิชย์ (2533) *Programmable Controller เทคนิคและการใช้งานเบื้องต้น*.

พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ

อำนาจ ทองผาสุข, วิทยา ประยงค์พันธ์ (ม.ป.ป) *การควบคุมมอเตอร์* กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.

อุทัย สุมาลย์ (2546) *การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า* กรุงเทพมหานคร

สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

B.L. Theraja. (1982) *Electrical Technology*. New Delhi. Nirja Construction & Development

CO. (P) LTD.

Hamann Peter, Steve Willings. (1990) *Operation Manual Oron*. Tokyo ม.ป.ท.

Joseph F. Mcpartland. (1979) *National Electriccal Handbook 19th Edition*. New York.
McGraw – Hill.

Theodore Wildi. (2000) *Electrical Machines Drives, and Power System Fourth Edition*.
New Jersey. Prentice-Hall, Inc.

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตประมวลสารมีขั้นตอนการผลิตตลอดคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ระดับสติปัญญา และ ความรู้พื้นฐาน ที่จำเป็นต้องใช้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา** เป็นการรวบรวมเนื้อหาสาระจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง หนังสืออ้างอิง และหนังสือเรียน ที่เกี่ยวกับเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยแมคนเนติกคอนแทคเตอร์ และการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ นำมาจำแนกเป็นหัวเรื่องที่จะเขียนเป็นประมวลสาร

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่พิมพ์ เจ้าหน้าที่ปรับแต่งภาพ เจ้าหน้าที่พิสูจน์อักษร เจ้าหน้าที่เข้ารูปเล่ม

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ กระดาษ A4 และ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เข้ารูปเล่มเอกสาร

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 **เขียนแผนผังแนวคิด** ในรูปแบบภูมิ ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ ตอน และ หัวเรื่อง

3.2 **เขียนแผนการสอนประจำตอนและหัวเรื่อง** ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3 **เขียนเนื้อหาสาระ** ตรงกับหัวเรื่อง ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ การให้เนื้อหาสาระ ประกอบด้วย การกรีนนำ อธิบายเนื้อหาสาระ และสรุป

3.4 **กำหนดภาพประกอบ** โดยระบุประเภทของภาพ ขนาดของภาพ และ คำอธิบายรายละเอียดของภาพ

3.5 **จัดวางภาพประกอบในเนื้อหาสาระ** ปรับแต่งขนาดของภาพให้เหมาะสม มีความคมชัด มีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์

3.6 **ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้** ให้ถูกต้องตามหลักภาษา และตรวจสอบความสอดคล้องของคำอธิบายกับภาพประกอบ

3.7 ตรวจสอบความถูกต้องในการพิมพ์ ให้ถูกต้องตามรูปแบบ ให้เป็นรูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเล่ม

3.8 จัดพิมพ์และเข้ารูปเล่ม

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และเทคโนโลยีทางการศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) เนื้อหาสาระ ครอบคลุมความสอดคล้องกับจุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของหน่วยประสบการณ์ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เนื้อหาสาระทันสมัย มีความถูกต้อง เนื้อหาสาระเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก (2) ภาพประกอบในเนื้อหา ครอบคลุมความชัดเจนของภาพประกอบ ความสอดคล้องของภาพประกอบกับเนื้อหา ความชัดเจนของคำอธิบายภาพประกอบ ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา (3) ภาษาในการนำเสนอเนื้อหา ครอบคลุมภาษาอ่านแล้วเข้าใจง่าย ใช้ภาษาไทยได้ถูกต้องตามหลักภาษา และ (4) รูปแบบการเสนอเนื้อหาสาระ ครอบคลุมมีส่วนประกอบครบถ้วน คือ กรีนนำ เนื้อหา และ สรุป การลำดับหัวข้อเนื้อหาสาระเรียงตามลำดับถูกต้อง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 1,000 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์ และ วัสดุที่ใช้เข้ารูปเล่มเอกสาร
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และเครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลัดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์รองที่ 11.1.1 เวลา 5 นาที จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
 เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่อง “ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มี 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบสตาร์ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบเคลด้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทกของ สวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงาน และ โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแม่เหล็กคอนแทกเตอร์ทุกตัวในวงจรกำลัง

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. หนังสือระบบควบคุมมอเตอร์
3. หนังสือการควบคุมมอเตอร์

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจื่อนใจ พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา** ที่มีความเหมาะสมกับวิธีการให้ความรู้ด้วยมัลติมีเดีย เลือก เนื้อหาสาระจากประมวลสาระตอนที่ 11.1 การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เรื่องที่ 11.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม วงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.4 **ร่างข้อความ ภาพ และเสียง**

1.5 **ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย**

1.6 **เขียนบท** กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. **ขั้นเตรียมการ**

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. **ขั้นดำเนินการผลิต**

3.1 **จัดทำภาพและข้อความ**

3.2 **บันทึกเสียง**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม**

3.5 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. **ขั้นการประเมินสื่อ**

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวข้อ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์รองที่ 11.1.1 เวลา 5 นาที จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
 เรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 วัตถุประสงค์

1. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไลอะแกรม ได้ถูกต้อง
2. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการเขียนโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง
3. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้
 (1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไลอะแกรม การทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ที่กำหนดไว้ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ตามตำแหน่งที่กำหนด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada
3. หนังสือ Operation Manual Omron Sysmac C20P/C28P/C40P

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดภาพและข้อความ** ได้แก่ ภาพและข้อความที่ใช้ประกอบการนำเสนอ ให้มีความสอดคล้องกัน และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่นำเสนอ

1.4 **ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์** ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.5 เขียนบท

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำข้อความและภาพกราฟิก**

3.2 **ตกแต่งภาพ**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวข้อเรื่อง และ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์รองที่ 11.1.2 เวลา 5 นาที จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ
 ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่อง “การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอน คือ (1) ต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ และ (2) ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลด และหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจื่อนใจ พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 ร่างข้อความ ภาพ และเสียง

1.4 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.5 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้อง ความคมชัดของตัวอักษร และขนาดของตัวอักษร (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเค้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 11.1 - 11.2 เวลา 60 นาที
 ประสบการณ์รองที่ 11.1.2, 11.2.2 จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ โหลดจำลองหมายเลข 5-6 () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่

- เรื่อง 1. การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 2. การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์

1. หลังจากปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ด้วยการจำลองสถานการณ์โดยใช้โหลดจำลองหมายเลข 5 แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง

2. หลังจากปฏิบัติการควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ด้วยการจำลองสถานการณ์โดยใช้โหลดจำลองหมายเลข 6 แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

โหลดจำลองหมายเลข 5 ใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในสถานการณ์จำลอง ได้แก่ การฝึกต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม

โหลดจำลองหมายเลข 6 ใช้ฝึกปฏิบัติการควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในสถานการณ์จำลอง ได้แก่ การฝึกต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตโหลคจำลองหมายเลข 5-6 มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

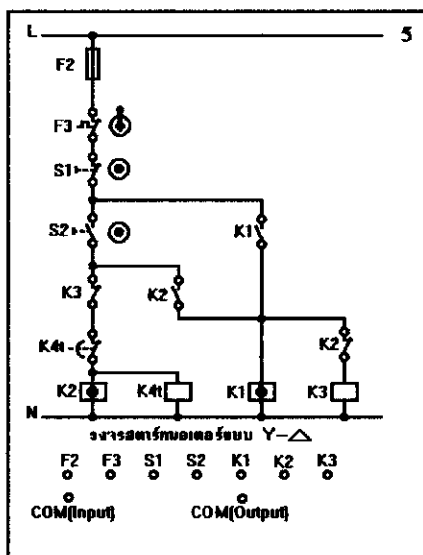
1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และ ทักษะ การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจื่อนใจ พฤติกรรม และ เกณฑ์

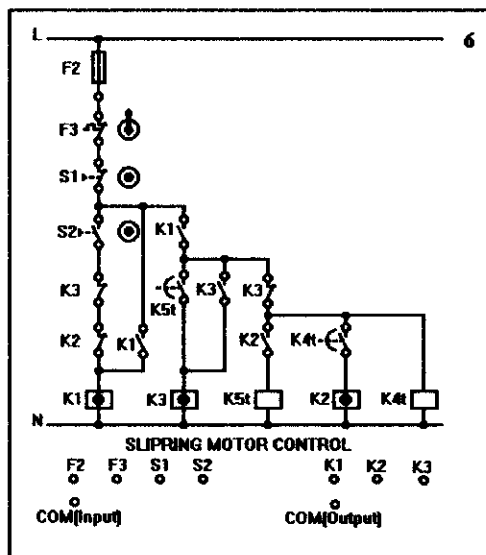
1.3 วิเคราะห์และกำหนดการสร้างโหลคจำลอง ดังนี้

1.3.1 ศึกษาเนื้อหาสาระจากประมวลสาระเรื่องที่ 11.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ เรื่องที่ 11.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลีปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ กำหนดเป็นงานที่ต้องฝึกปฏิบัติในแบบฝึกปฏิบัติ

1.3.2 กำหนดเงื่อนไขการควบคุม ในรูปของวงจรควบคุมด้วยเมคเนติกคอนแทคเตอร์ และจุดต่อสายอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เพื่อใช้สร้างภาพวงจรบนส่วนหน้าของโหลคจำลองหมายเลข 5-6 คือ วงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ วงจรสลีปริงมอเตอร์ ดังภาพที่ 5.6 ก-ข



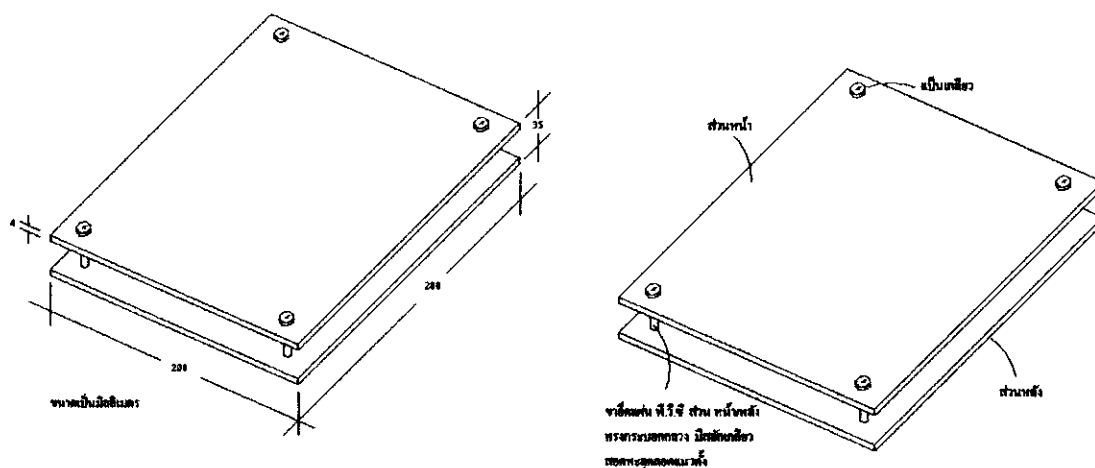
(ก) ภาพส่วนหน้าของโหลคจำลองหมายเลข 5



(ข) ภาพส่วนหน้าของโหลคจำลองหมายเลข 6

ภาพที่ 5.6 ก-ข แสดงภาพส่วนหน้าของโหลคจำลองหมายเลข 5-6

1.3.3 เขียนแบบโหนดจำลองหมายเลข 5-6 ดังภาพที่ 5.7



ภาพที่ 5.7 ภาพแสดงโครงสร้างส่วนประกอบและขนาดของโหนดจำลองหมายเลข 5-6

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่กราฟิก นักศึกษาที่ช่วยผลิตโหนดจำลองหมายเลข 5-6

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต** ครอบคลุมวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

2.2.1 **วัสดุ** ได้แก่ (1) สายไฟฟ้า 1×0.5 Sqmm. VSF (2) ตะกั่วบัดกรี และ (3) แผ่น พี.วี.ซี หนา 4 มิลลิเมตร

2.2.2 **อุปกรณ์ได้แก่** (1) ทอกเกิ้ลสวิทช์ (2) สวิตช์ปุ่มกด (3) ขุดหลอด LED (4) ไบคิงโพส และ (5) อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบโหนดจำลอง

2.3 **เตรียมเครื่องมือการผลิต** ได้แก่ คัตเตอร์ เลื่อยตัดเหล็ก ตะไบ ส่วนไฟฟ้า บรรทัดเหล็ก ขุดเครื่องมือประจำช่างไฟฟ้า และ เครื่องมือสร้างภาพวงจรบนแผ่น พี.วี.ซี

3. ขั้นตอนการผลิต

3.1 **เตรียมส่วนหน้าและส่วนหลังของโหนดจำลอง** ตัดแผ่น พี.วี.ซี ให้ได้ขนาดตามแบบและจำนวนตามปริมาณที่ต้องการ

3.2 **สร้างภาพวงจรบนแผ่น พี.วี.ซี ส่วนหน้า** ด้วยการนำซิลิโคนวงจรควบคุมด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และจุดต่อสายอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้ (1) โหนดจำลองหมายเลข 5 วงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 5.6 ก (2) โหนดจำลองหมายเลข 6 วงจรสลิปริงมอเตอร์ ดังภาพที่ 5.6 ข

3.3 **ติดตั้งอุปกรณ์ อินพุตเอาต์พุต บนส่วนหน้าของโหนดจำลอง** ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ

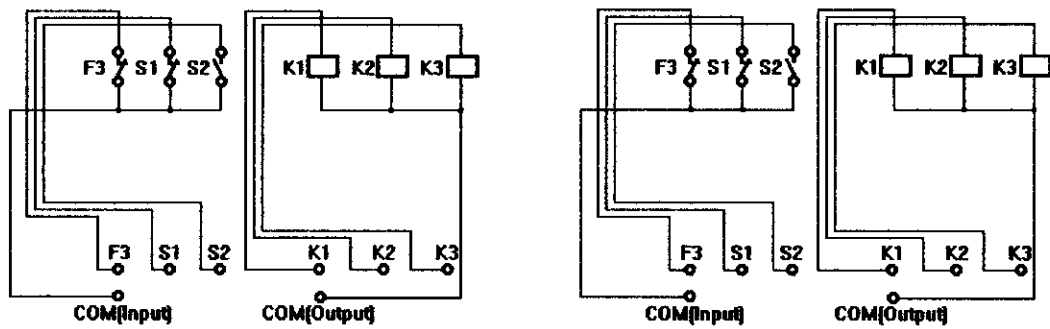
3.4 **เดินสายวงจรไฟฟ้า** ตาม Wiring Diagram ดังภาพที่ 5.8 ก-ข ใช้การบัดกรีเชื่อมสายไฟฟ้ากับจุดต่อสายทุกจุด

3.5 **สร้างชิ้นส่วนของส่วนประกอบ** ได้แก่ ขยี้ดแผ่น พี.วี.ซี ส่วนหน้าและส่วนหลังเข้าด้วยกัน

3.6 **ประกอบโหนดจำลอง** ประกอบชิ้นส่วนของส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันตามแบบ
 ชันเป็นเกลียวที่ใช้ยึดส่วนประกอบให้แน่น

3.7 **ตรวจสอบการทำงาน** ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ด้วยมัลติมิเตอร์
 เพื่อเป็นหลักประกันความถูกต้องและความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ รวมถึงตรวจสอบการยึดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ให้
 มั่นคงแข็งแรง

3.8 **ทดสอบการทำงาน** ด้วยการใช้ในสถานการณ์เดียวกับการใช้เผชิญประสบการณ์ เพื่อหา
 จุดบกพร่องแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข



(ก) Wiring Diagram โหนดจำลองหมายเลข 5

(ข) Wiring Diagram โหนดจำลองหมายเลข 6

ภาพที่ 5.8 Wiring Diagram โหนดจำลองหมายเลข 5 - 6

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และเทคโนโลยีทางการศึกษา ด้านความ
 ตรงกับเนื้อหาสาระ ความเหมาะสมกับการใช้ในการเรียนการสอน คุณภาพของโหนดจำลอง ความสะดวกใน
 การใช้งาน และ ความปลอดภัย

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ ต่อ 1 ชุด 200 บาท
2. บุคลากร 5 คน
3. วัสดุ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ สายไฟฟ้า 1×0.5 Sqmm. VSF ตะกั่วบัดกรี และ แผ่น พี.วี.ซี
4. อุปกรณ์ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ ทอกเกิ้ลสวิทช์ สวิตช์ปุ่มกด หลอด LED ไบคลิ่งโพส และ
 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบโหนดจำลอง
5. เครื่องมือ (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ คัตเตอร์ เลื่อยตัดเหล็ก ตะไบ สว่านไฟฟ้า บรรทัดเหล็ก
 ชุดเครื่องมือประจำตัวช่างไฟฟ้า และ เครื่องมือสร้างภาพวงจร

แผนเผชิญประสพการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสพการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลัดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
ประสพการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์

1. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การศึกษาการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมาย และ อธิบายส่วนประกอบ การทำงาน และขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากเผชิญประสพการณ์ “การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตรวจสอบการทำงานการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

ประสพการณ์และบริบท

1. ประสพการณ์ที่คาดหวัง

นักศึกษาผ่านกระบวนการการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แล้ว สามารถปฏิบัติการควบคุมได้

2. บริบทและสถานการณ์

บริบท

นักศึกษาศึกษาการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ และปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มุมหนังสือ มุมวัสดุอุปกรณ์ และมุมแสดงผลงาน โดยนักศึกษาต้องเตรียมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง สายเสียบวงจร และ โหลดจำลองหมายเลข 6

สถานการณ์

นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิลจำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัท ให้ประกอบตู้ควบคุมสลิปริงมอเตอร์ขนาด 40 แอมป์ ในโรงงานรีดแท่งทองแดง สำหรับเป็นต้นกำลังให้เครื่องรีดแท่งทองแดง ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยรูปแบบการเผชิญประสพการณ์ภาคทฤษฎีเป็นแบบเดี่ยวภาคปฏิบัติเป็นแบบกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้ (1) ชมวีดิทัศน์และอ่านประมวลสารเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) เตรียมการปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ดำเนินการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (4) รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

สิ่งที่พึงระวังในการเผชิญประสบการณ์

1. การใช้จุดต่อสาย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่หลวมหรือชำรุด จะทำให้เกิดการลัดวงจรหรือทำให้กระแสไฟฟ้ารั่วลงโครงได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้งานตำแหน่งดังกล่าว ให้เปลี่ยนไปใช้ตำแหน่งอื่นแทน

2. การปล่อยปลายสายไฟฟ้าที่ใช้ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ไว้ตั้งแต่ 2 ปลาย ขึ้นไป มีโอกาสที่ปลายสายจะสัมผัสกันทำให้เกิดการวงจรได้ ดังนั้นการต่อสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องทำให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วจึงต่อสายไฟฟ้าเส้นอื่นต่อไป

3. การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ขณะที่มีการเสไฟฟ้าจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ ดังนั้นจึงต้องปิดสวิตซ์ Power ก่อนทุกครั้งที่จะเริ่มต่อสายไฟฟ้า

4. สายไฟฟ้าที่ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ซึ่งฉนวนเสียหายจะทำให้ถูกไฟฟ้าดูดได้ และ หากฉนวนเสียหายมากกว่า 2 เส้น มีโอกาสที่ตัวนำของสายไฟฟ้าจะสัมผัสกันได้ทำให้เกิดการลัดวงจรได้ จึงไม่ควรใช้งานสายไฟฟ้าดังกล่าว

รายละเอียดการเจริญประกอบการที่ 11.2 การควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประเภทการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจร สติปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของ การควบคุมวงจร สติปริงมอเตอร์	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรสติปริงมอเตอร์ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของ การควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล- เลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบ ของการควบคุม - ความหมายและ ส่วนประกอบของ การควบคุม	- ห้องเรียน - นุ่ม หนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ	- จากการ บันทึก สาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการ ควบคุมวงจร สติปริงมอเตอร์	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล- เลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการ ควบคุมวงจร สติปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์	- ห้องเรียน	- สไลด์ คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ	- จากการ บันทึก สาระสำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร สติบริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรสติบริงมอเตอร์	1.1 จัดทำโปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์ 1.2 จัดทำแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดทำโหนดจำลอง หมายเลข 6	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - นุมวิทศู อุปกรณั	- โปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรลเลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 6	- โต๊ะ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรสติบริง-มอเตอร์	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิล-คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 6	PDL PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรล-เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 6 - ประมวลตราะ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสมการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	3. ดำเนินการควบคุมวงจรสลับรีจิสเตอร์	3.1 ทรมัลติมิเตอร์เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต วงจรสลับรีจิสเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรสตาร์-เดคต้า โดยอัตโนมัติ ใช้คำสั่งตามตารางที่ 11.5 ในประมวลสาระ 3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหลดจำลองหมายเลข 6 เข้ากับจุดต่อหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ดำเนินงานที่กำหนดตามตารางที่ 11.4 ในประมวลสาระ	SDL PDL PDL	- การต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต - การเขียนโปรแกรม - การตรวจสอบการทำงาน	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 6 - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ - มัลติมิเตอร์	ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผล การปฏิบัติงาน

ประสบการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริษัท	ชื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 6 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 11.4 ในประมวลสาระ 3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 6	PDL					
		3.6 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 6	PDL					
		3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้โหนด จำลองหมายเลข 6	PDL					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนวย ความสะดวก	การ ประเมิน
	4. รายงานผลการ ปฏิบัติงานการ ควบคุมวงจร สติปริงมอเตอร์	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล 4.4 ทำแบบฝึกหัด	PDL TDL/PDL TDL/PDL SDL		- ห้องเรียน - มุมแสดง ผลงาน	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 6 - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน - จากการ ทำแบบ ฝึกหัด

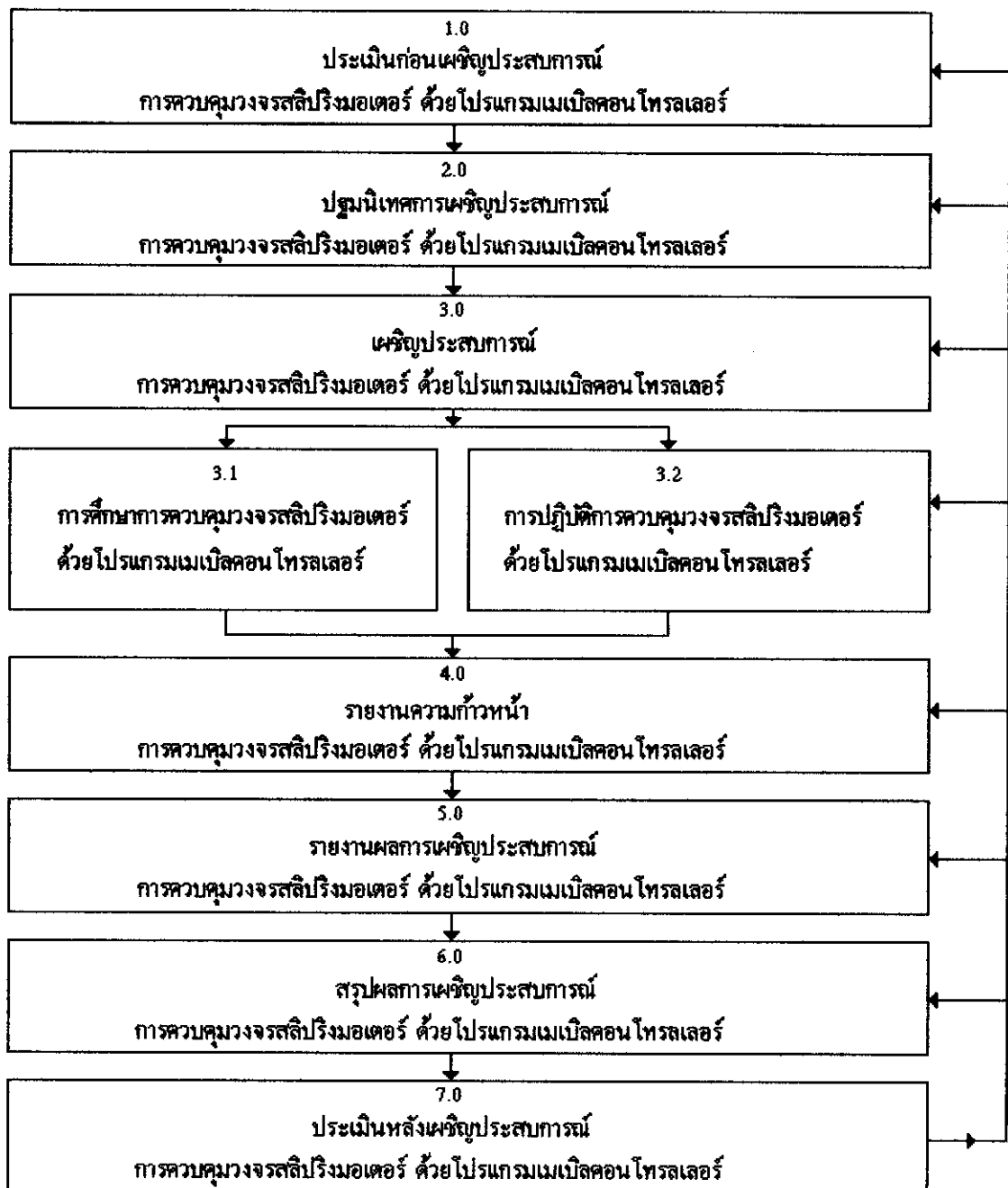
แผนกำกับประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง
 ผู้สอน นายอุทัย สุมาบาลย์ จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ลำดับ ที่	กิจกรรม / ภารกิจ	สื่อ	สถานที่	เวลา (นาที)
1	ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ - ทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบก่อนเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20
2	ปฐมนิเทศประสบการณ์ 2.1 วัตถุประสงค์ 2.2 ประสบการณ์ 2.3 บริบท/สถานการณ์ 2.4 ขั้นตอนการหาประสบการณ์ 2.5 สื่อ / วัสดุ-อุปกรณ์ 2.6 การประเมิน	- สไลด์คอมพิวเตอร์	- ห้องเรียน	10
3	เผชิญประสบการณ์ 3.1 การศึกษาการควบคุมวงจร สลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ 3.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	- มัลติมีเดีย - สไลด์คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ - โปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ - โทลคจำลองหมายเลข 6	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ - มุมวัสดุ อุปกรณ์ - มุมแสดง ผลงาน	25 30
4	รายงานความก้าวหน้า		- ห้องเรียน	5
5	รายงานผลการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
6	สรุปการเผชิญประสบการณ์		- ห้องเรียน	5
7	ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์	- แบบทดสอบหลังเรียน ภาคทฤษฎี จำนวน 10 ข้อ ภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ	- ห้องเรียน	20

เส้นทางการเรียน

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
 ประสบการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรถลีสปรिंगมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เวลา 2 ชั่วโมง
 ประสบการณ์รองที่ 11.2.1 – 11.2.2 จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1



แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลัดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 11.2.1 เวลา 5 นาที จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่อง “ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มี 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานชุดที่ 1 – 2 ออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน สวิตช์เริ่มการทำงาน และ โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทุกตัวในวงจรกำลัง

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. หนังสือระบบควบคุมมอเตอร์
3. หนังสือการควบคุมมอเตอร์

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นการวางแผน (2) ขั้นการเตรียมการผลิต (3) ขั้นดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นประเมิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจื่อนใจ พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหา ที่มีความเหมาะสมกับวิธีการให้ความรู้ด้วยมัลติมีเดีย เลือก เนื้อหาสาระจากประมวลสาระตอนที่ 11.2 การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ด้วยการลดความต้านทานที่ละ ขึ้นโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เรื่องที่ 11.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการ ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.4 ร่างข้อความ ภาพ และเสียง

1.5 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.6 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวเรื่อง (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้อง ในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท

2. บุคลากร 1 คน

3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์

4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 11.2.1 เวลา 5 นาที จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ สไลด์คอมพิวเตอร์ () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

1. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไคอะแกรม ได้ถูกต้อง
2. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการเขียนโปรแกรมควบคุม ได้ถูกต้อง
3. หลังจากชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายเรื่อง “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้ (1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรม การทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรสตาร์ทมอเตอร์ ที่กำหนดไว้ และ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตามตำแหน่งที่กำหนด

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada
3. หนังสือ Operation Manual Omron Sysmac C20P/C28P/C40P

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์มีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนการเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนดำเนินการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 **วิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการมองเห็นตัวอักษรและรายละเอียดของภาพ

1.2 **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เจาะใจ พฤติกรรม และ เกมส์

1.3 **วิเคราะห์และกำหนดภาพและข้อความ** ได้แก่ ภาพและข้อความที่ใช้ประกอบการนำเสนอ ให้มีความสอดคล้องกัน และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่นำเสนอ

1.4 **ศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างสไลด์คอมพิวเตอร์** ได้แก่ โปรแกรม Microsoft PowerPoint

1.5 เขียนบท

2. ขั้นตอนเตรียมการ

2.1 **เตรียมบุคลากร** ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่ออกแบบงานกราฟิก

2.2 **เตรียมวัสดุอุปกรณ์การผลิต** ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ขั้นตอนดำเนินการผลิต

3.1 **จัดทำข้อความและภาพกราฟิก**

3.2 **ตกแต่งภาพ**

3.3 **เลือกการนำเสนอ**

3.4 **ตรวจสอบความถูกต้อง**

4. ขั้นตอนประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้องของหัวข้อสำคัญ ความคมชัดของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และการเรียงลำดับของหัวเรื่อง และ (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 300 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

แผนผลิตสื่อ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2114 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลคกระแสไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง
ประสบการณ์รองที่ 11.2.2 เวลา 5 นาที จำนวนผู้เรียน SDL 19 PDL 9 TDL 1

ประเภทสื่อ มัลติมีเดีย () มีแล้ว (/) ต้องผลิตใหม่
เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
วัตถุประสงค์

หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่อง “การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ได้ถูกต้อง

สรุปเนื้อหา

การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอน คือ (1) ต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ และ (2) ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับ แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลด และหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

แหล่ง / ที่มาของสื่อ

1. หนังสือเรียนประจำรายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตมัลติมีเดียมีขั้นตอนการผลิตครอบคลุม (1) ขั้นตอนการวางแผน (2) ขั้นตอนการเตรียมการผลิต (3) ขั้นตอนการผลิต และ (4) ขั้นตอนประเมิน

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนในด้านอายุ ความรู้ ระดับสติปัญญา และความสามารถในการชมและฟังมัลติมีเดีย

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการคาดหวังผลที่เกิดขึ้นในเชิงพฤติกรรมที่วัดได้ ประกอบด้วย เงื่อนไข พฤติกรรม และ เกณฑ์

1.3 ร่างข้อความ ภาพ และเสียง

1.4 ศึกษาและเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ผลิตมัลติมีเดีย

1.5 เขียนบท กำหนดการนำเสนอภาพและเสียงสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

2. ชั้นเตรียมการ

2.1 เตรียมบุคลากร ได้แก่ เจ้าหน้าที่ตกแต่งภาพ เจ้าหน้าที่กราฟิก เจ้าหน้าที่ผลิตมัลติมีเดีย

2.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ หมึกพิมพ์

กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เครื่องสแกนเนอร์ และ กระดาษ A4

3. ชั้นดำเนินการผลิต

3.1 จัดทำภาพและข้อความ

3.2 บันทึกเสียง

3.3 เลือกการนำเสนอ

3.4 สร้างความเชื่อมโยงของการนำเสนอในแต่ละเฟรม

3.5 ตรวจสอบความถูกต้อง

4. ชั้นการประเมินสื่อ

ประเมินจากการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ในส่วนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ (1) ข้อความ ได้แก่ ความถูกต้อง ความคมชัดของตัวอักษร และขนาดของตัวอักษร (2) ภาพ ได้แก่ ความสอดคล้องของภาพและข้อความ ขนาดของภาพ และความชัดเจนของภาพ และ (3) เสียง ได้แก่ ความชัดเจนของเสียง จังหวะและทำนองการบรรยาย และ ความถูกต้องในการออกเสียง

ทรัพยากรที่ใช้

1. งบประมาณ 500 บาท
2. บุคลากร 1 คน
3. วัสดุ ได้แก่ กระดาษ A4 และ หมึกพิมพ์
4. อุปกรณ์การผลิต (มีอยู่แล้ว) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล และ เครื่องสแกนเนอร์

ชุดประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 11
การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

โดย
อุทัย สุมามาลย์

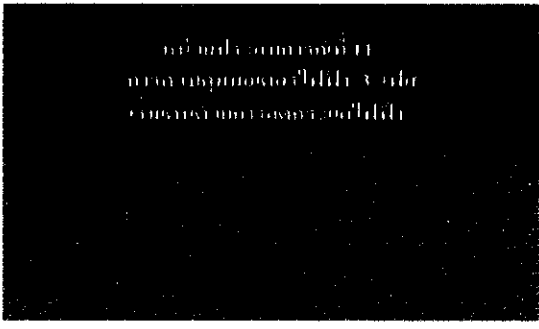
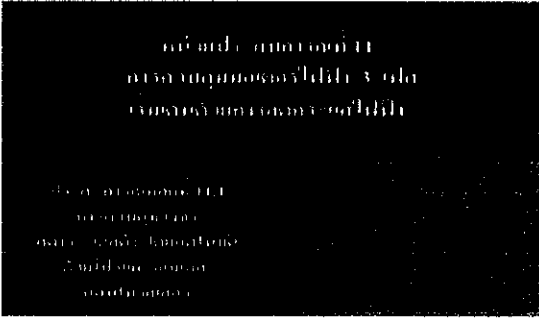
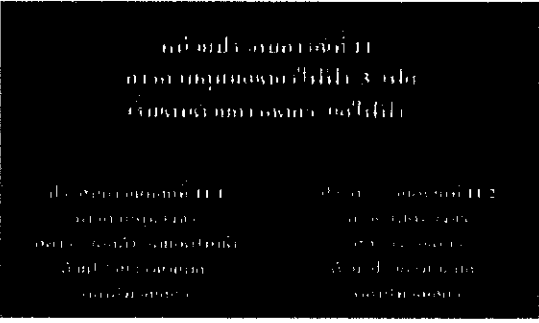
แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

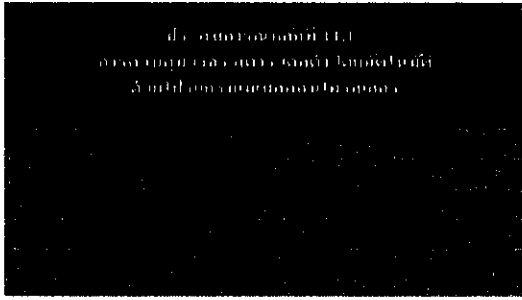
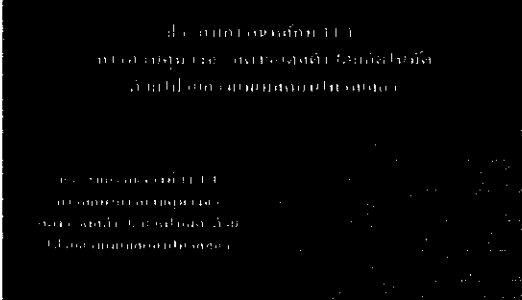
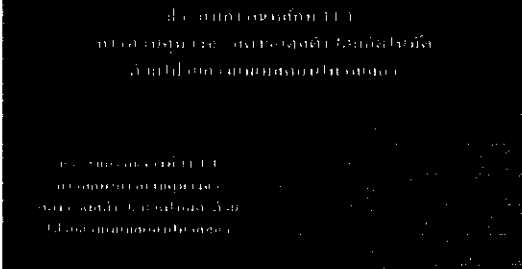
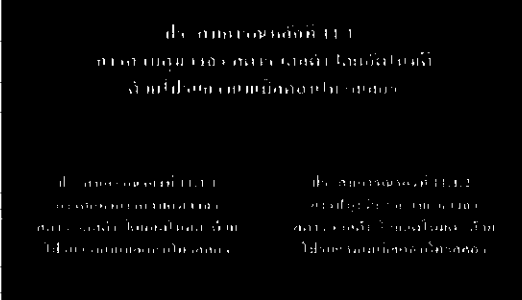
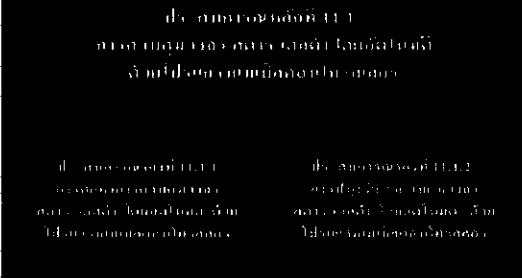
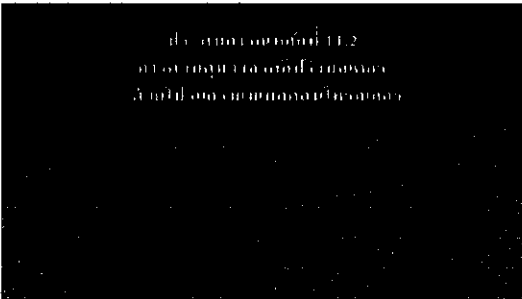
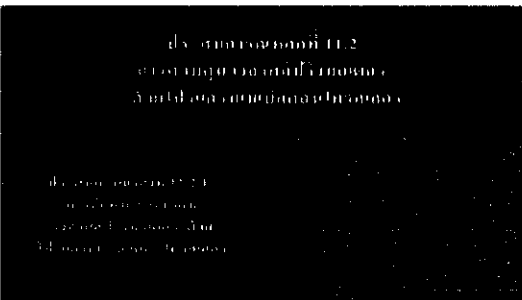
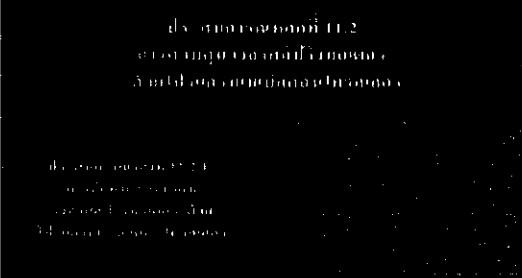
วิทยาลัยเทคนิคน่าน
กระทรวงศึกษาธิการ

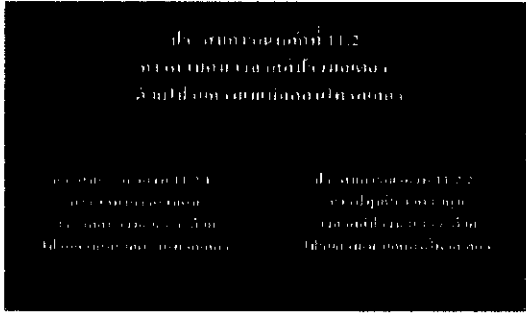
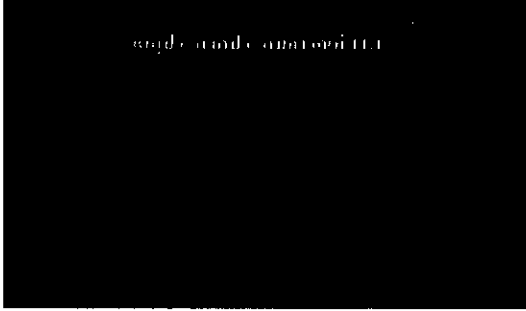
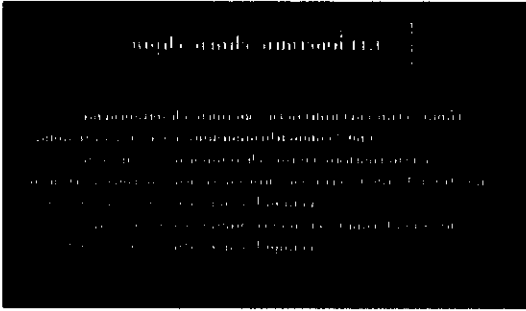
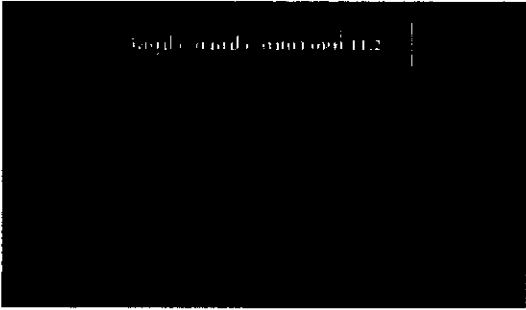
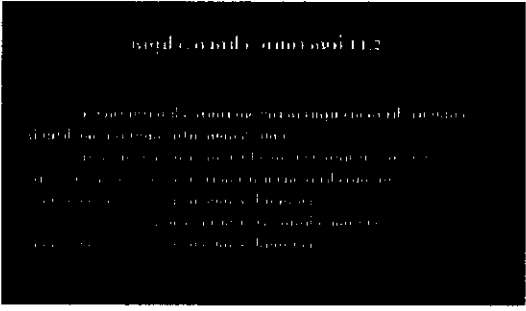
บทสไลด์คอมพิวเตอร์

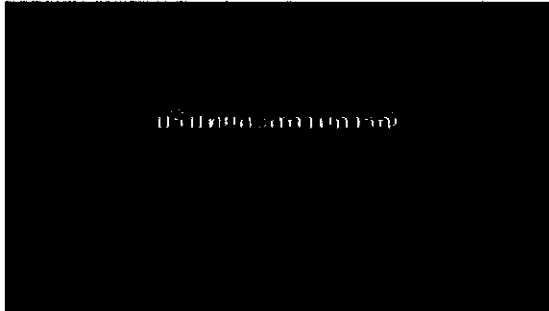
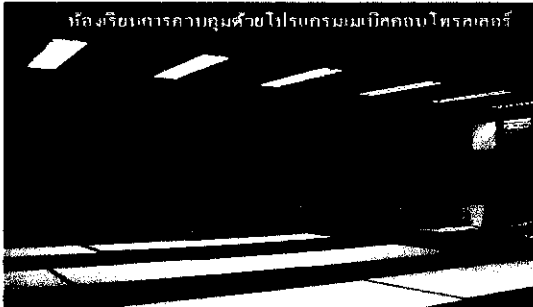
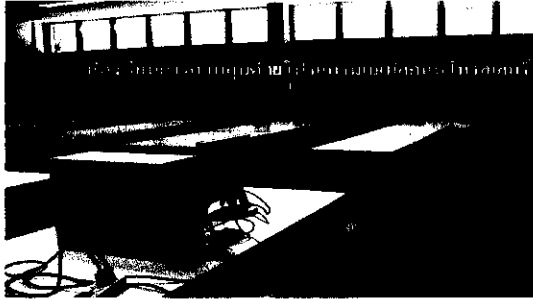


สำหรับปฐมนิเทศ

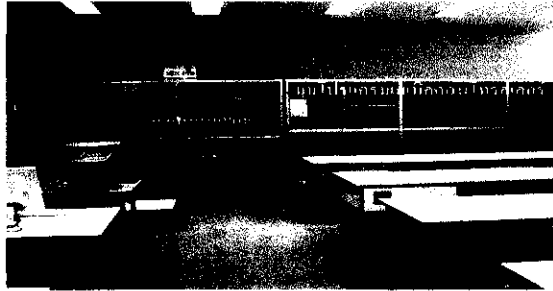
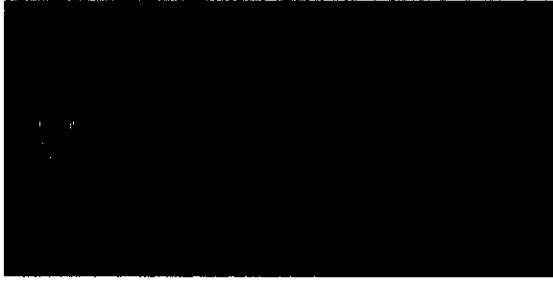
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า



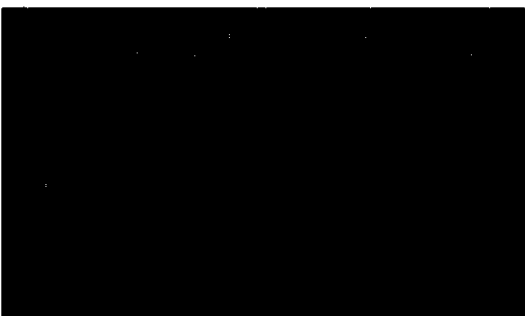
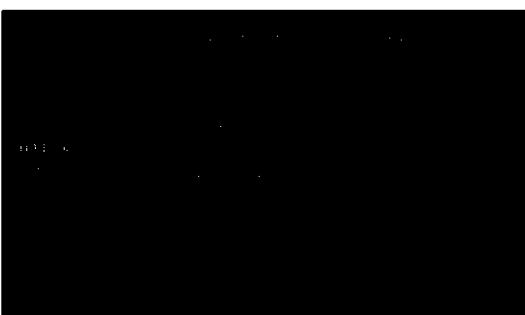

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสี่ยง
1	<p>พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์</p> <p>CG₂ - ปฐมนิเทศ</p> <p>CG₃ - หน่วยประสบการณ์ที่ 11</p> <p>CG₄ - การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↑</p> <p>↓</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>
2	 <p>หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า</p>	<p>หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วย การลดกระแสไฟฟ้า มี 2 ประสบการณ์หลัก ได้แก่</p>
	 <p>หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า</p> <p>11.1 การควบคุม วงจร สตาร์ – เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุม วงจร สตาร์ – เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
	 <p>หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า</p> <p>11.2 การควบคุม ความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>ประสบการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>


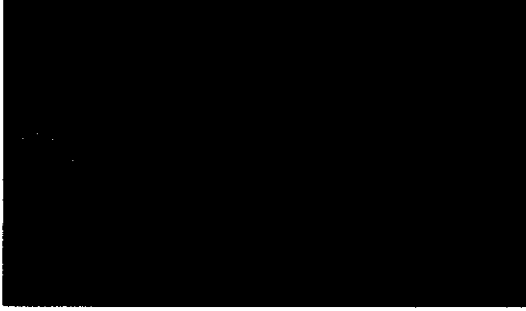

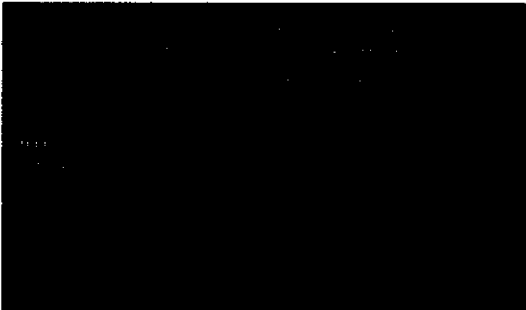

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสี่ยง
3	<p>รูป สภานิติบัญญัติที่ 11.1 การลงมติของ สภาฯ สภาฯ เสนอให้ ไล่ออกไปทันที วันที่ 11 ตุลาคม 2562 สภานิติบัญญัติ</p> 	<p>ประเด็นหลักที่ 11.1 มี 2 ประเด็นร้อง ได้แก่</p>
	<p>รูป สภานิติบัญญัติที่ 11.1 การลงมติของ สภาฯ เสนอให้ ไล่ออกไปทันที วันที่ 11 ตุลาคม 2562 สภานิติบัญญัติ</p>  <p>รูป สภานิติบัญญัติที่ 11.1.1 การลงมติของ สภาฯ เสนอให้ ไล่ออกไปทันที วันที่ 11 ตุลาคม 2562 สภานิติบัญญัติ</p> 	<p>ประเด็นร้องที่ 11.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจร สตาร์-เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
	<p>รูป สภานิติบัญญัติที่ 11.1 การลงมติของ สภาฯ เสนอให้ ไล่ออกไปทันที วันที่ 11 ตุลาคม 2562 สภานิติบัญญัติ</p>  <p>รูป สภานิติบัญญัติที่ 11.1.2 การลงมติของ สภาฯ เสนอให้ ไล่ออกไปทันที วันที่ 11 ตุลาคม 2562 สภานิติบัญญัติ</p> 	<p>ประเด็นร้องที่ 11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
4	<p>รูป สภานิติบัญญัติที่ 11.2 การลงมติของ สภาฯ เสนอให้ ไล่ออกไปทันที วันที่ 11 ตุลาคม 2562 สภานิติบัญญัติ</p> 	<p>ประเด็นหลักที่ 11.2 มี 2 ประเด็นร้อง ได้แก่</p>
	<p>รูป สภานิติบัญญัติที่ 11.2 การลงมติของ สภาฯ เสนอให้ ไล่ออกไปทันที วันที่ 11 ตุลาคม 2562 สภานิติบัญญัติ</p>  <p>รูป สภานิติบัญญัติที่ 11.2.1 การลงมติของ สภาฯ เสนอให้ ไล่ออกไปทันที วันที่ 11 ตุลาคม 2562 สภานิติบัญญัติ</p> 	<p>ประเด็นร้องที่ 11.2.1 การศึกษา การควบคุมวงจรสตีปริงมอเตอร์ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>

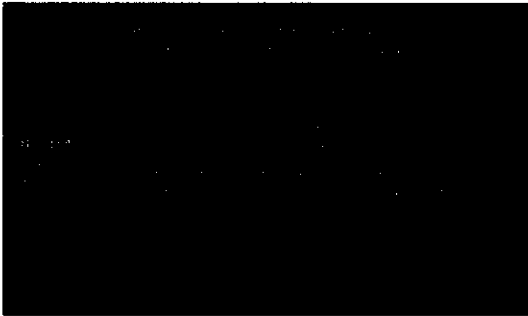



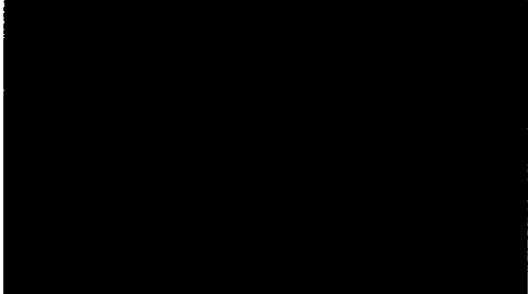
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>ประสพการณ์ครั้งที่ 11.2.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
5		<p>วัตถุประสงค์ประสพการณ์ที่ 11.1</p>
		<p>(1) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบ และอธิบายการทำงาน (2) อธิบาย ขั้นตอนการควบคุม (3) ปฏิบัติการ ควบคุม ในงานควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม-เมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง</p>
6		<p>วัตถุประสงค์ประสพการณ์ที่ 11.2</p>
		<p>(1) นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบ และอธิบายการทำงาน (2) อธิบาย ขั้นตอนการควบคุม (3) ปฏิบัติการ ควบคุม ในงานควบคุมวงจร สลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิล-คอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง</p>




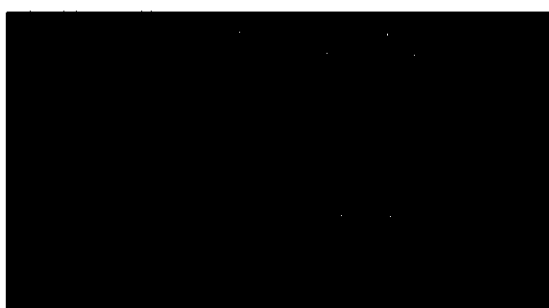

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
7		บริบทและสถานการณ์
8		ห้องเรียน ได้แก่ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
9		
10		มุมมองหนังสือ
11		มุมมองผลงาน

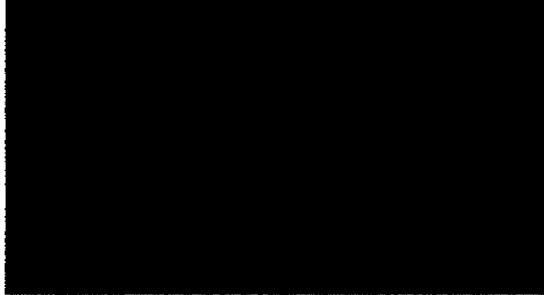

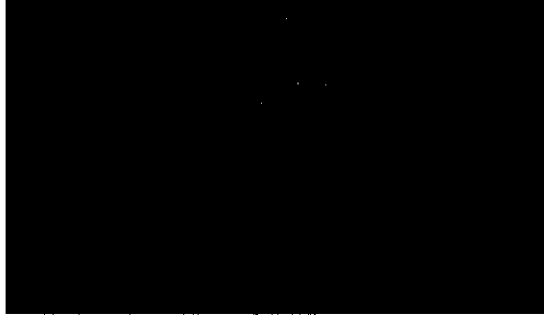
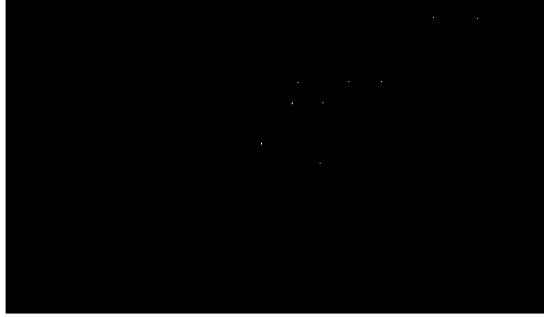

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
12		มูมคอมพิวเตอร์
13		มูมวัสดุอุปกรณ์ มูม โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
14		สถานการณ์ นักศึกษาในฐานะเป็นช่างไฟฟ้าบริษัทผลิตสายไฟฟ้าไทยเคเบิล จำกัด ทำหน้าที่ประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาดใหญ่ วงจรสตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ สำหรับเครื่องอัดอากาศ วงจรสลิปริงมอเตอร์ สำหรับเครื่องรีดแท่งทองแดง ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
15		นักศึกษาจึงต้องเข้ารับการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อนำความรู้ไปปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยมีภารกิจและงานดังนี้
16		ภารกิจประสบการณ์หลักที่ 11.1 ประกอบด้วย




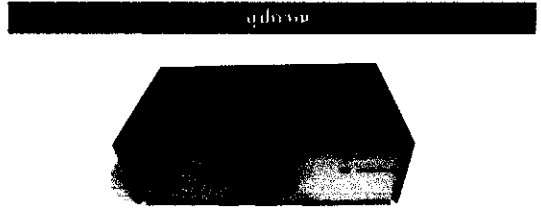
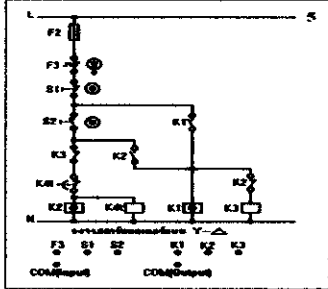
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ศึกษาเรื่องความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุม วงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัติโนมติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัติโนมติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัติโนมติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัติโนมติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ดำเนินการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัติโนมติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

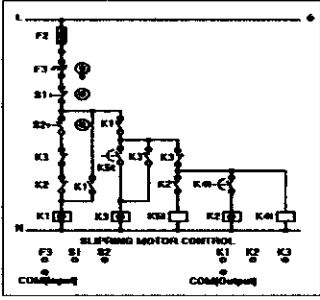


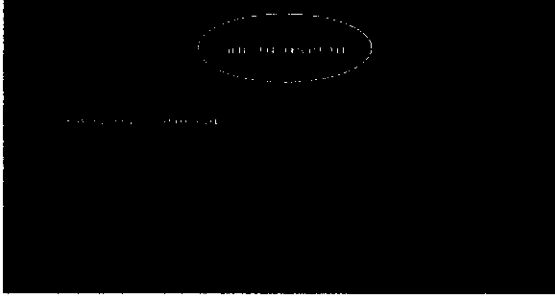
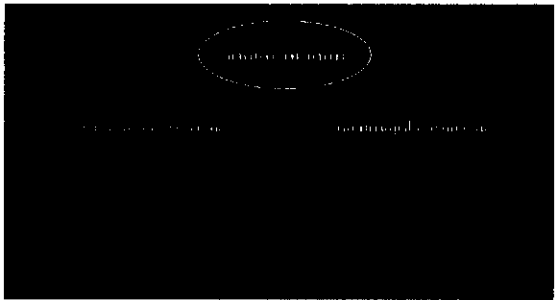
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุม วงจร สตาร์-เคลด้า โดยอิตโนมัตติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
17		ภารกิจประสบการณ์หลักที่ 11.2 ประกอบด้วย
		ศึกษาเรื่องความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ศึกษาเรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์


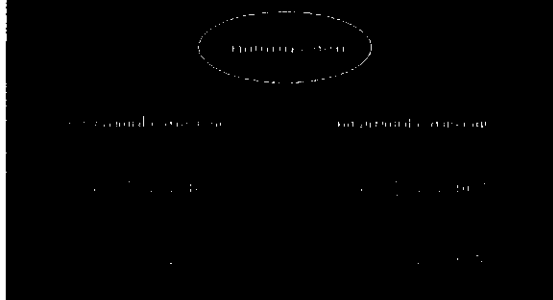
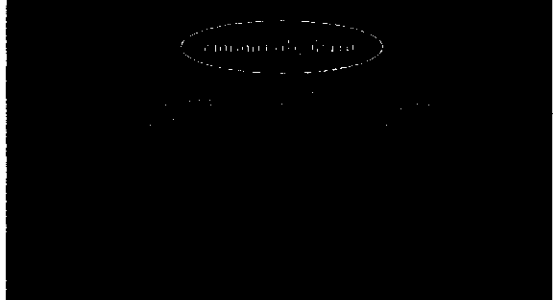
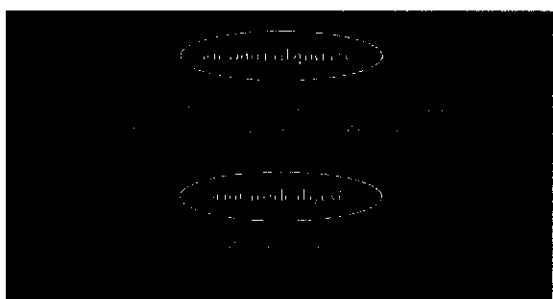
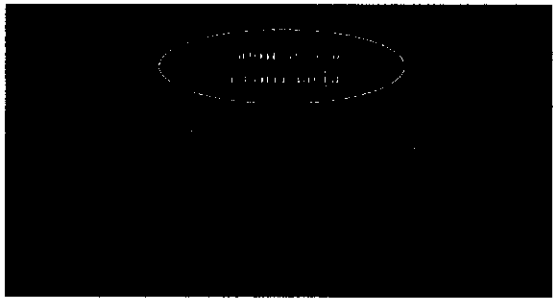
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ดำเนินการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		รายงานผลการปฏิบัติงาน การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
18	 สื่อ - วัสดุอุปกรณ์	สื่อ และ วัสดุอุปกรณ์
19		สื่อประสบการณ์หลักที่ 11.1 ได้แก่

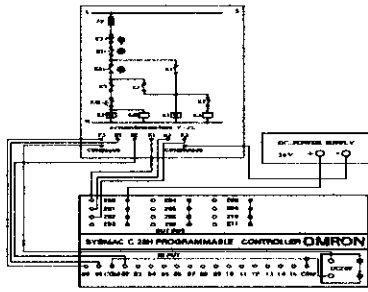
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>มัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัคร โนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>ประมวลสาระ เรื่องการควบคุม วงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัคร โนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัคร โนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>มัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัคร โนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>โหลดจำลองหมายเลข 5</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
20		สื่อประสบการณ์หลักที่ 11.2 ได้แก่
		มัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของ การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ประมวลสาระ เรื่องการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		สไลด์คอมพิวเตอร์เรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		มัลติมีเดีย เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>โหลดจำลองหมายเลข 6</p>
<p>21</p>	<p>อุปกรณ์</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ใช้เผชิญประสบการณ์ ได้แก่</p>
	<p>อุปกรณ์</p>  <p>โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
<p>22</p>	<p>อุปกรณ์</p>  <p>แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 VDC</p>	<p>แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V</p>
<p>23</p>	<p>อุปกรณ์</p> <p>โหลดจำลองหมายเลข 5</p> 	<p>โหลดจำลองหมายเลข 5</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
24	<p>อุปกรณ์</p> <p>โหลดจำลอง หมายเลข 6</p> 	โหลดจำลองหมายเลข 6
25	<p>วัสดุ</p>  <p>สายเคเบิลวงจร</p>	วัสดุที่ใช้ได้แก่สายเคเบิลวงจร
26	<p>การประเมิน</p> 	การประเมิน
27		จากแบบทดสอบ ก่อนเผชิญประสบการณ์
		และ หลังเผชิญประสบการณ์

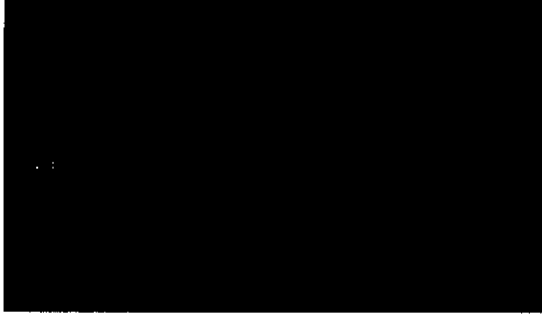



ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี แบบคู่ขนาน ก่อนเผชิญประสบการณ์ จำนวน 10 ข้อ และหลังเผชิญประสบการณ์ จำนวน 10 ข้อ
		และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ ก่อนเผชิญประสบการณ์ จำนวน 1 ข้อ และหลังเผชิญประสบการณ์ จำนวน 1 ข้อ
28		จากผลการปฏิบัติงาน ประเมินผลเป็นรายกลุ่ม ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน และหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด
		จากแบบฝึกปฏิบัติ ในคู่มือเผชิญประสบการณ์
29		จากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ได้แก่ ความรับผิดชอบ การทำงานเป็นทีม การแสดงความคิดเห็น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และ การมีทักษะในการแก้ปัญหา



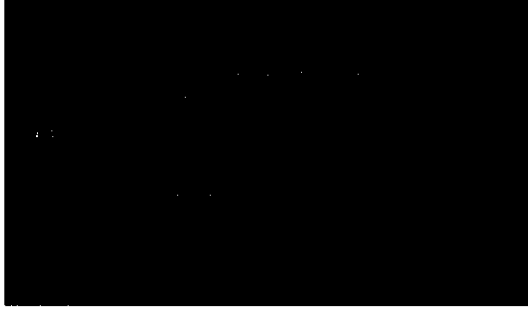
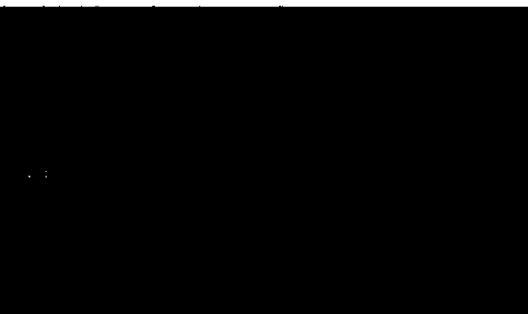

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
30		<p>ขอเชิญนักศึกษาเข้าสู่การ เผชิญประสบการณ์ หน่วยประสบการณ์ที่ 11 ได้แล้วครับ</p>
31	<p>พื้นที่นำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - พลิตโตย</p> <p>CG₂ - อุทัย สุมาบาลย์</p> <p>CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↕</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

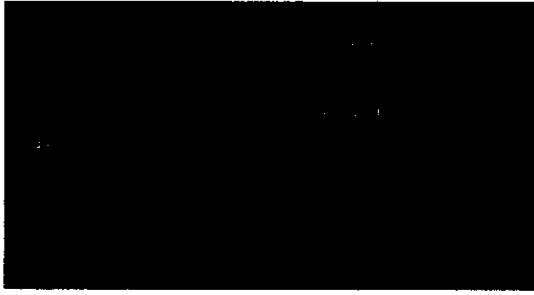
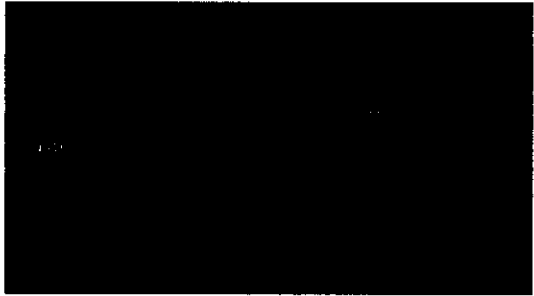
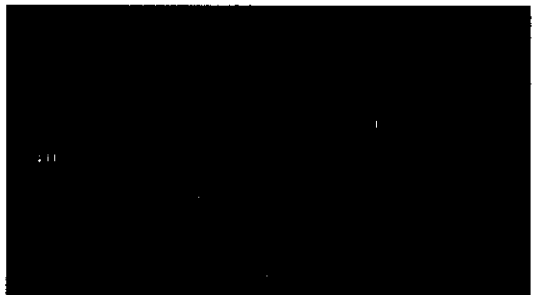
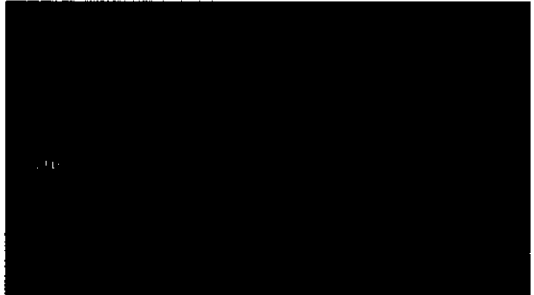

บทสไลด์คอมพิวเตอร์


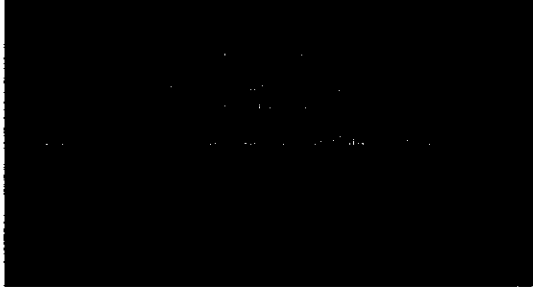

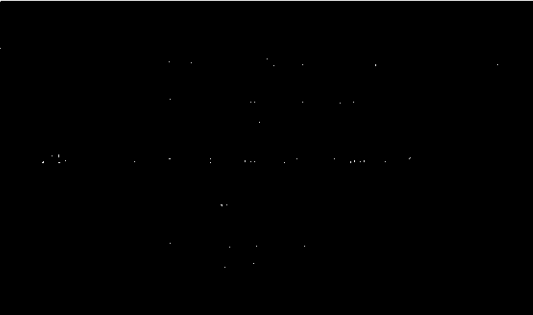
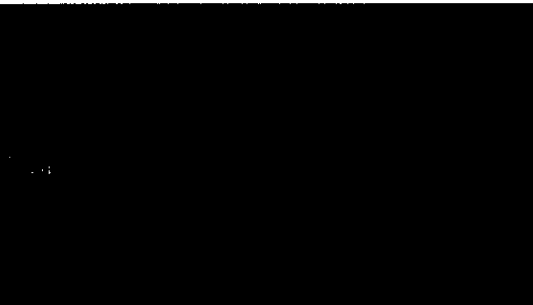
สำหรับปฐมนิเทศ เชื่อมโยงจากภารกิจของประสบการณ์หลักที่ 11.1


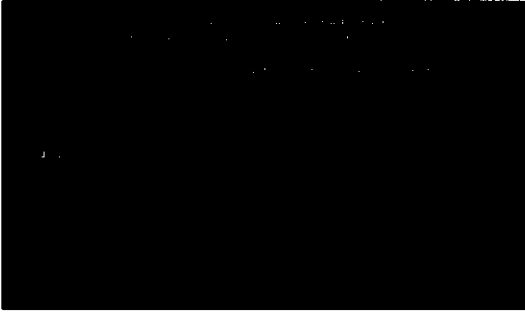
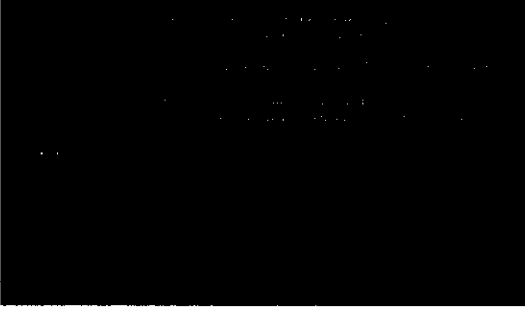
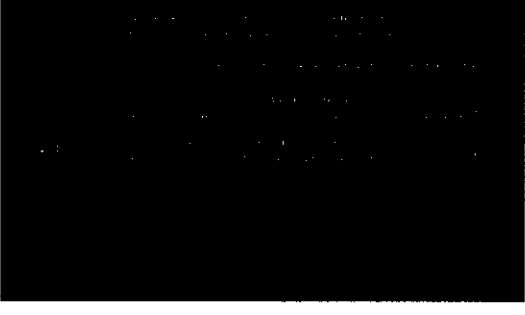
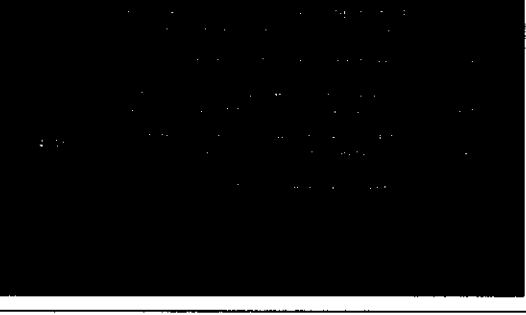
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

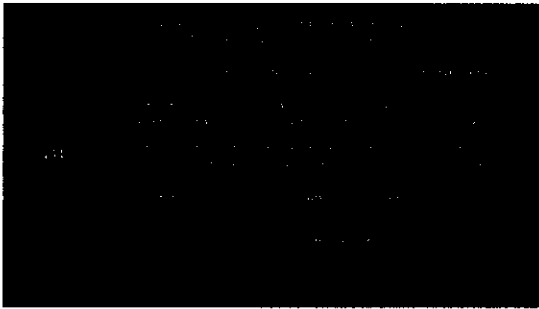
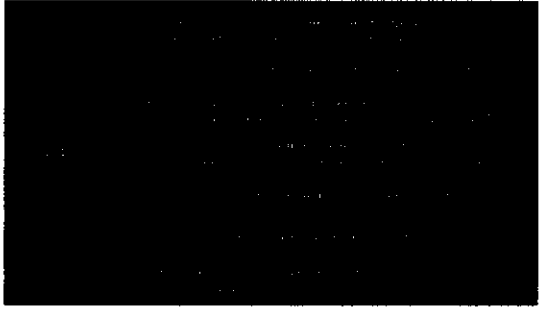

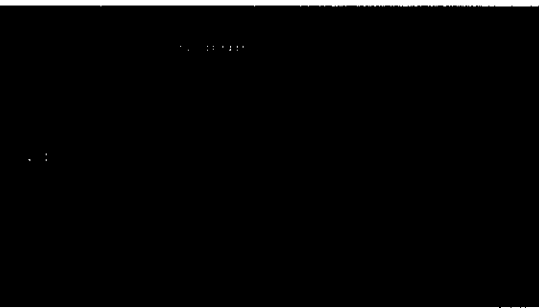

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1		มีงานดังนี้
		ชมวัลคีมีเดีย เรื่องส่วนประกอบของการควบคุม วงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอิต โนมิตี ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		อ่านประมวลสาระเรื่องความหมาย และส่วนประกอบของการควบคุม วงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอิต โนมิตี ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ

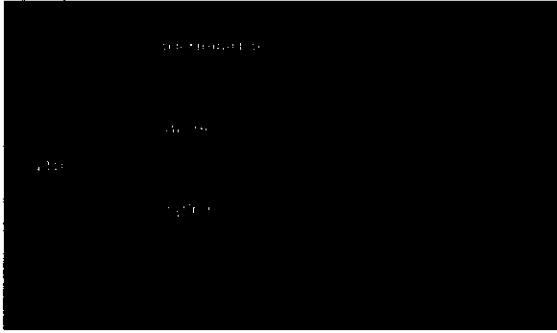
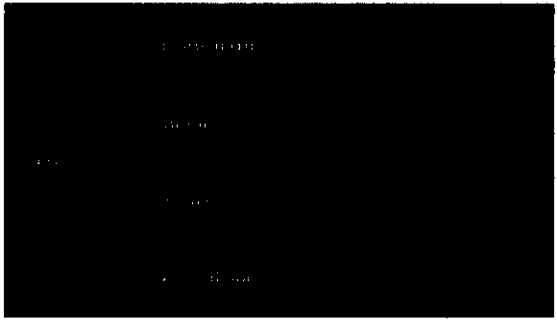
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
2		มีงานดังนี้
		ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุม วงจร สตาร์ท – เคลต้า โดยอัคร โนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ
3		มีงานดังนี้
		จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		จัดหา แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		จัดหาสายเคเบิลวงจร
		จัดหาโหนดจำลองหมายเลข 5
4		มีงานดังนี้
		ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		ตรวจสอบสายเสียบวงจร
		ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 5
5		มีงานดังนี้

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุม วงจร สตาร์ – เคลด้า โดยฮัด โนมัตติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		เขียน โปรแกรมควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยฮัด โนมัตติ ใช้คำสั่งที่กำหนดให้
		ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์อินพุตของ โหนดจำลองหมายเลข 5 เข้ากับจุดต่อ หน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ ตำแหน่งที่กำหนดให้
		ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 5 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่ กำหนดให้
		ตรวจสอบการทำงาน ของอุปกรณ์อินพุตทุกตัว ของโหนดจำลองหมายเลข 5

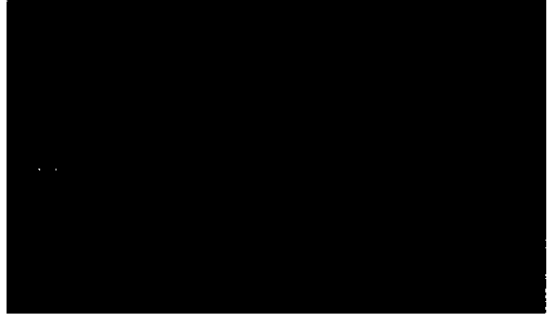

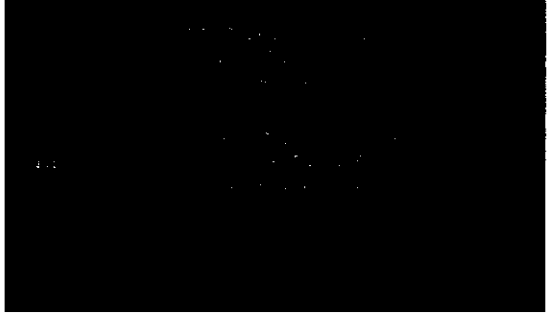
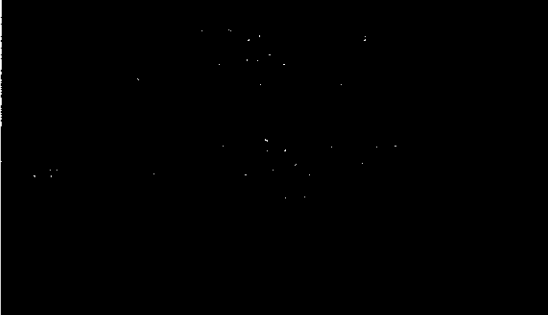
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ เอาต์พุตของโหนดจำลองหมายเลข 5
		ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ในสถานการณ์ จำลอง โดยใช้โหนดจำลองหมายเลข 5
6		มีงานดังนี้
		นำเสนอผลงาน
		วิพากษ์งาน

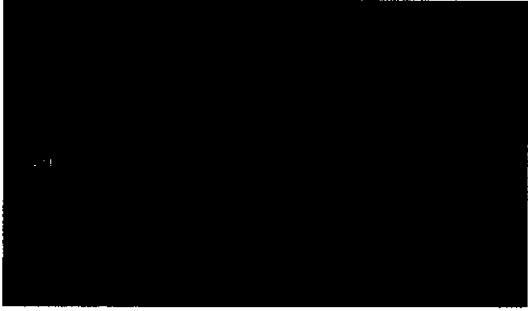


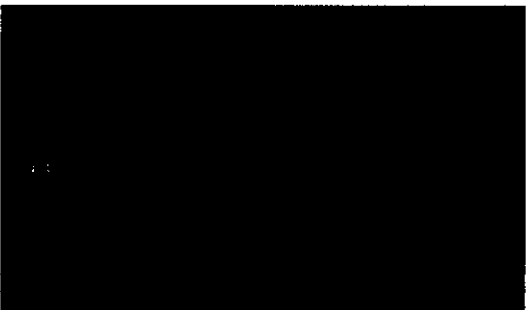

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		สรุปผลการปฏิบัติงาน
		ทำแบบฝึกหัด

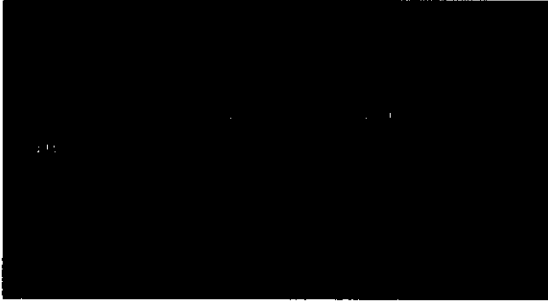
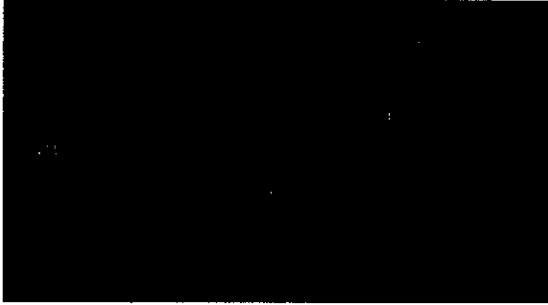
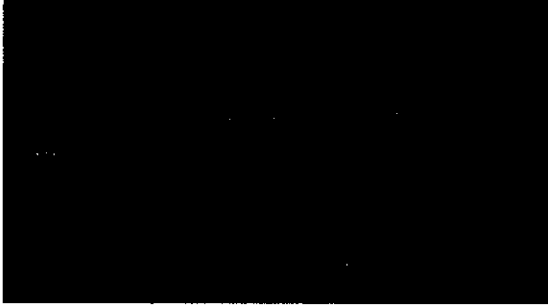


บทสไลด์คอมพิวเตอร์

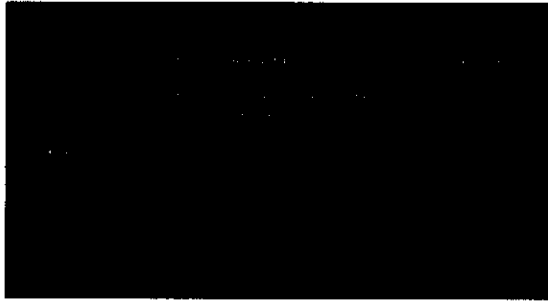



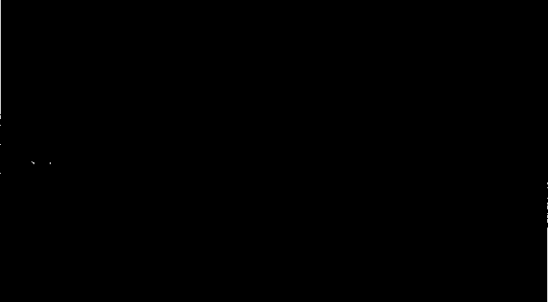
สำหรับปฐมนิเทศ เชื่อมโยงจากภารกิจของประสบการณ์หลักที่ 11.2


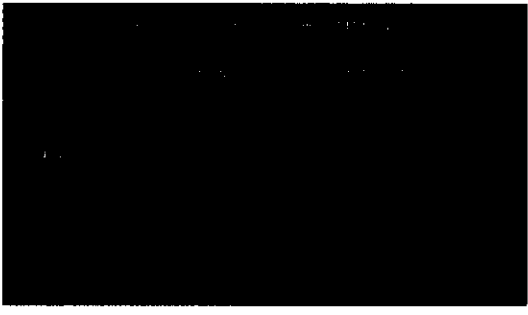
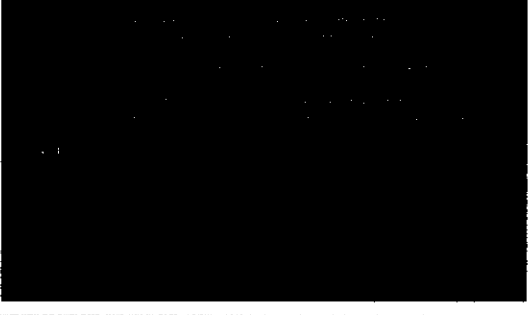

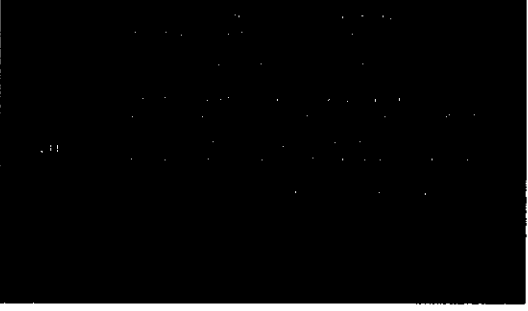
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า


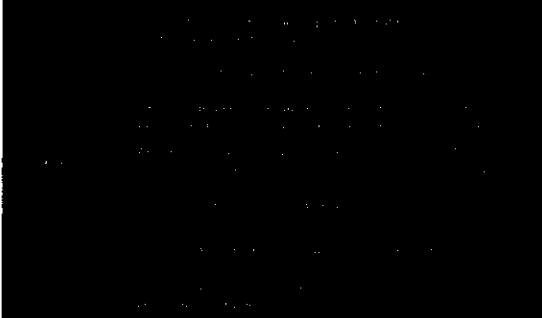


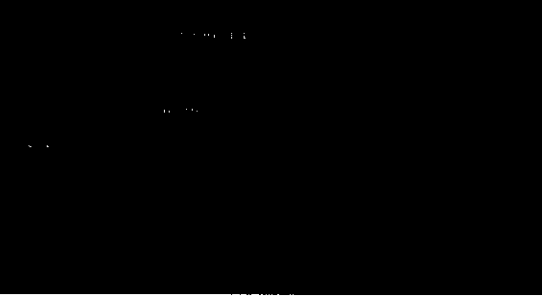
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1		มีงานดังนี้
		ชมบัลติมิดีเดียเรื่องส่วนประกอบของ การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		อ่านประมวลสาระเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของ การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ

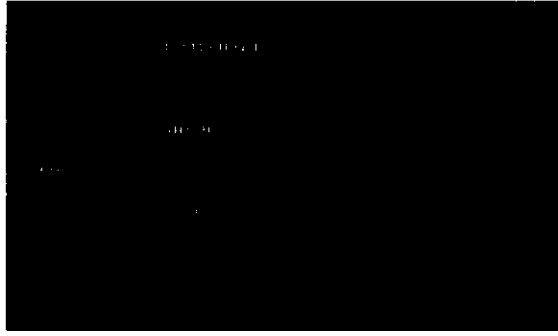
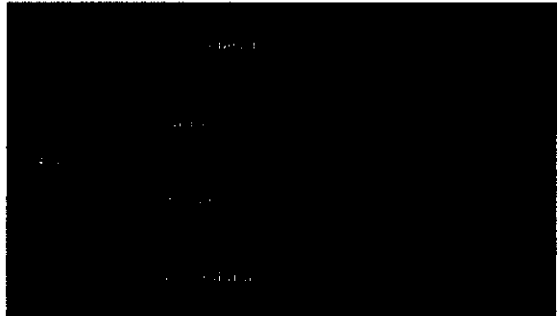
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
2		มีงานดังนี้
		ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		บันทึกสาระสำคัญ
3		มีงานดังนี้
		จัดทำโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		จัดหา แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		จัดหาสายเคเบิลวงจร
		จัดหาโหนดจำลองหมายเลข 6
4		มีงานดังนี้
		ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
		ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
		ตรวจสอบสายเสียบวงจร
		ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 6
5		มีงานดังนี้

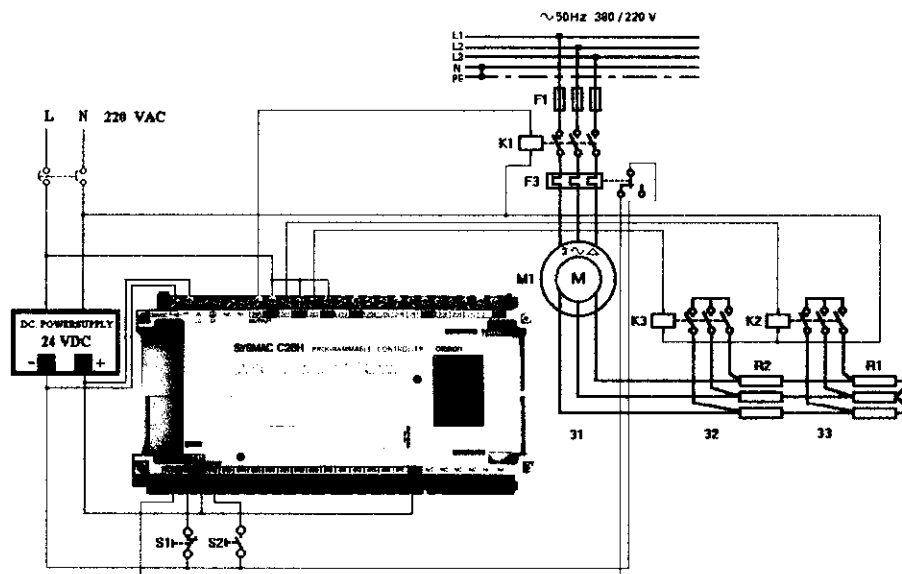
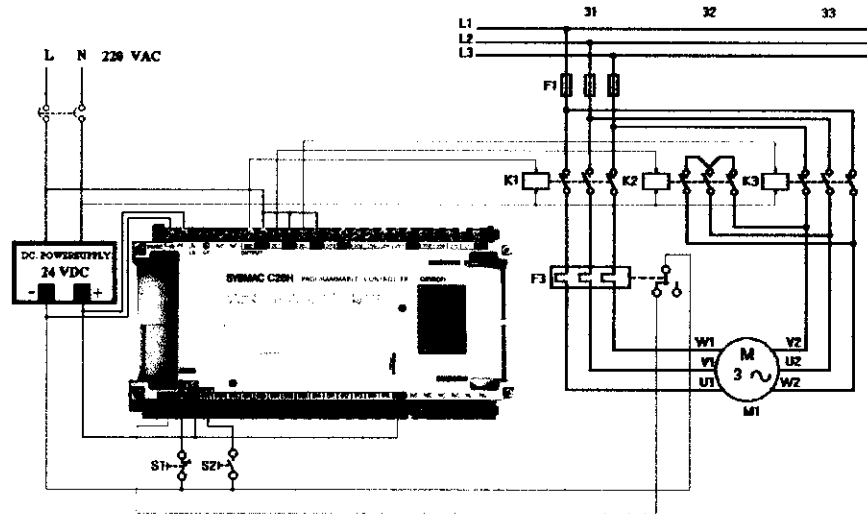
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		<p>ชมมัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
		<p>เขียนโปรแกรมควบคุม วงจรสลิปริงมอเตอร์ ใช้คำสั่งที่กำหนดให้</p>
		<p>ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์อินพุตของ โหนดจำลองหมายเลข 6 เข้ากับจุดต่อ หน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ ตำแหน่งที่กำหนดให้</p>
		<p>ใช้สายเสียบวงจรต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 6 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์ ตำแหน่งที่ กำหนดให้</p>
		<p>ตรวจสอบการทำงานของ ของอุปกรณ์อินพุตทุกตัว ของโหนดจำลองหมายเลข 6</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ เอาต์พุตของโหนดจำลองหมายเลข 6
		ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ในสถานการณ์ จำลอง โดยใช้โหนดจำลองหมายเลข 6
6		มีงานดังนี้
		นำเสนอผลงาน
		วิพากษ์งาน

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
		สรุปผลการปฏิบัติงาน
		ทำแบบฝึกหัด

ประมวลสาระหน่วยที่ 11

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า



อุทัย สุมามาลย์
วิทยาลัยเทคนิคน่าน

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คำนำ

ประมวลสารนี้เป็นสื่อหลักของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์รายวิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า เนื้อหาสาระมี 2 ตอน ประกอบด้วย (1) ตอนที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์ท-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ตอนที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ผู้จัดทำมีความเชื่อมั่นว่าการนำเสนอเนื้อหาสาระที่ถูกต้องและเป็นขั้นตอนจากง่ายไปหายากจะนำไปสู่ผลสำเร็จตามความคาดหมาย คือ ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น และทำให้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้จัดทำได้อ้างอิงโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron เป็นหลัก เนื่องจากเป็นยี่ห้อที่มีใช้งานอย่างแพร่หลายในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ขอขอบคุณเจ้าของหนังสือ ตำรา เอกสาร แหล่งเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับโอกาสฝึกอบรมเพิ่มเติมความรู้ และ วิทยาลัยเทคนิค น่าน ที่มีส่วนให้ประมวลสารนี้สำเร็จเป็นรูปเล่ม

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันเกิดจากประมวลสารเล่มนี้ ผู้จัดทำขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณ และ ครูอาจารย์ทุกท่าน ขอบกพร่องใด ๆ ที่อาจมีผู้จัดทำขอน้อมรับและยินดีรับฟัง คำติชมด้วยความเคารพยิ่ง

อุทัย สุมาลย์

คำชี้แจงการใช้ประมวลสาระ

การใช้งานประมวลสาระหน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลัดกระแสไฟฟ้า ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับ (1) ครูผู้สอนต้องใช้ตามขั้นตอนการสอนแบบอิงประสบการณ์ และ รายละเอียดการเผชิญประสบการณ์ ร่วมกับสื่อเสริมประจำหน่วยประสบการณ์ ได้แก่ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย ชุดจำลองสถานการณ์โหลดจำลองหมายเลข 5-6 (2) ผู้เรียนใช้ในการเรียนปกติตามขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ และรายละเอียดการเผชิญประสบการณ์ร่วมกับแบบฝึกปฏิบัติ และสื่อเสริม เนื้อหาสาระมีการเรียงตามลำดับจากง่ายไปหายาก มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ผู้จัดทำหวังว่าประมวลสาระนี้จะเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ครูผู้สอน ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น

อุทัย สุมาลย์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	559
คำชี้แจงการใช้ประมวลสาระ.....	560
สารบัญตาราง.....	563
สารบัญภาพ.....	564
แผนผังแนวคิดประมวลสาระหน่วยที่ 11.....	565
ประมวลสาระหน่วยที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลคกระแสไฟฟ้า.....	566
เค้าโครงเนื้อหา.....	566
แนวคิด.....	566
วัตถุประสงค์.....	567
ตอนที่ 11.1 การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ สตาร์ – เกลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	238
หัวเรื่อง.....	238
แนวคิด.....	238
วัตถุประสงค์.....	239
เรื่องที่ 11.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เกลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	568
ความหมายของการควบคุมวงจร สตาร์ – เกลด้า โดยอัตโนมัติ.....	570
ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เกลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	571
เรื่องที่ 11.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เกลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	575
การเขียนโปรแกรม.....	575
การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต.....	577
การตรวจสอบการทำงาน.....	578
ตอนที่ 11.2 การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ด้วยการลดความต้านทานทีละขั้น โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	581
หัวเรื่อง.....	581
แนวคิด.....	581
วัตถุประสงค์.....	582

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เรื่องที่ 11.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์	
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	583
ความหมายของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์	583
ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์	
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	585
เรื่องที่ 11.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....	589
การเขียนโปรแกรม.....	589
การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต.....	592
การตรวจสอบการทำงาน.....	593

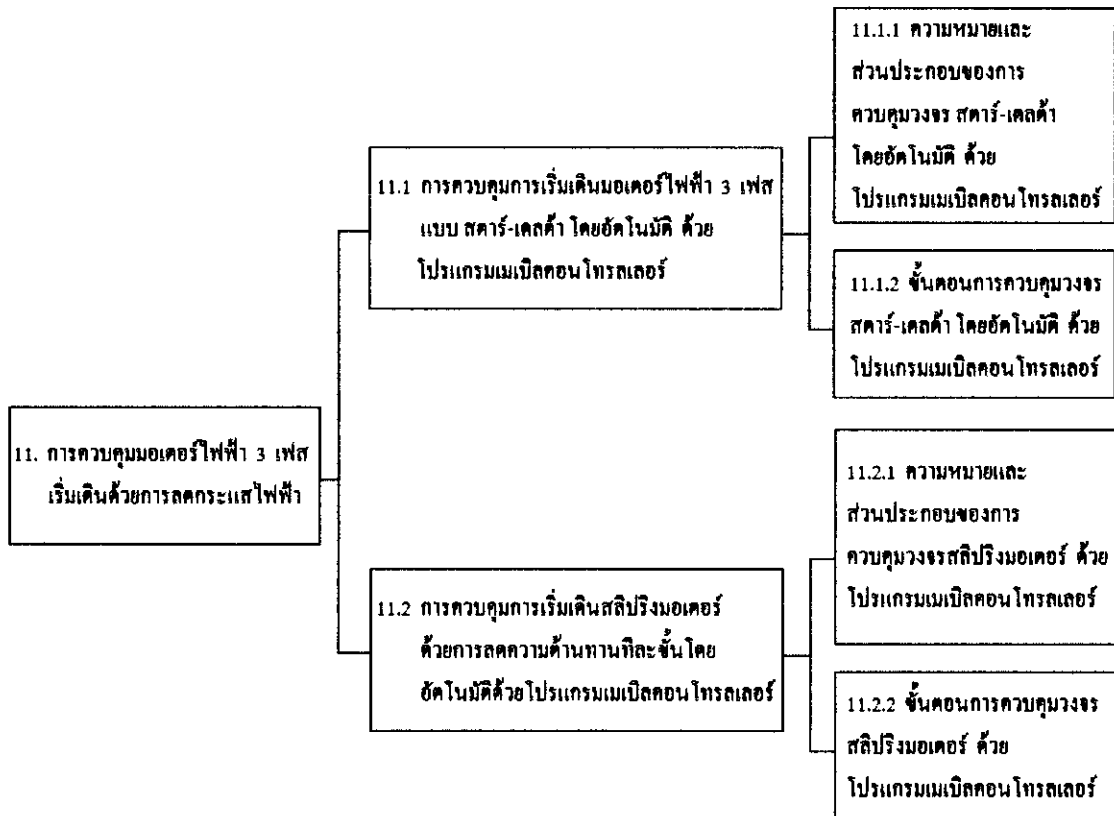
สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
11.1	ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัติโนมัติ.....	575
11.2	คำสั่งควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัติโนมัติ.....	577
11.3	ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัติโนมัติ.....	579
11.4	ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์.....	589
11.5	คำสั่งควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์.....	591
11.6	ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์.....	594

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
11.1 ก-ค	570
11.2	572
11.3	573
11.4	573
11.5	576
11.6	578
11.7 ก-ข	583
11.8	584
11.9	586
11.10	587
10.11	587
10.12	590
10.13	592

แผนผังแนวคิดประมวลสาระหน่วยที่ 11



ประมวลสาระหน่วยที่ 11

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

เค้าโครงเนื้อหา

ตอนที่ 11.1 การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 11.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 11.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 11.2 การควบคุมการเริ่มเดินสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยการลดความต้านทานที่ละขั้นโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 11.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 11.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แนวคิด

1. การควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ เป็นการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบสโควเรลเกจ เพื่อลดกระแสไฟฟ้าและเพิ่มแรงบิดขณะเริ่มเดิน โดยการเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวด คือ เริ่มเดินขดลวดต่อแบบสตาร์ เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ขดลวดจะถูกต่อแบบเคลด้าโดยอัตโนมัติ การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบสตาร์ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบเคลด้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากกระแสไหลเกิน อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการใช้งานเกินกำลัง และ (2) วงจรควบคุม ประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุม การเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

2. สลีสปริ่งมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบวาวน์โรเตอร์ การควบคุมการเริ่มเดินสลีสปริ่งมอเตอร์ด้วยการลดความต้านทานที่ละขั้นโดยอัตโนมัติ เป็นการควบคุมการเริ่มเดินเพื่อลดกระแสไฟฟ้าและเพิ่มแรงบิดขณะเริ่มเดิน การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหาย

เสียหายจากกระแสไหลเกิน อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการใช้งานเกินกำลัง และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษา “การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษา “การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษา “การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ด้วยการลดความต้านทานทีละขั้นโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษา “การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ด้วยการลดความต้านทานทีละขั้นโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ถูกต้อง

**ตอนที่ 11.1 การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบ สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์**

ไปรอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ในตอนที่ 11.1 แล้วจึงศึกษาเนื้อหาสาระ
โดยละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 11.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 11.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แนวคิด

1. การควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ เป็นการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบสไลวเรลเกจ เพื่อลดกระแสไฟฟ้าและเพิ่มแรงบิดขณะเริ่มเดิน โดยการเปลี่ยน
วงจรการต่อขดลวด คือเริ่มเดินขดลวดต่อแบบสตาร์ เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ขดลวดจะถูกต่อแบบเคลด้าโดยอัตโนมัติ
การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่
ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบสตาร์ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบ
เคลด้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากกระแสไหลเกิน
อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการใช้งานเกินกำลัง
วงจรควบคุม ประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต
2. ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
ครอบคลุมการเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง

2. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

3. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

4. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคอร์ไคอะแกรม การควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง

5. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง

6. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง

7. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจร สตาร์ - เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

เรื่องที่ 11.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

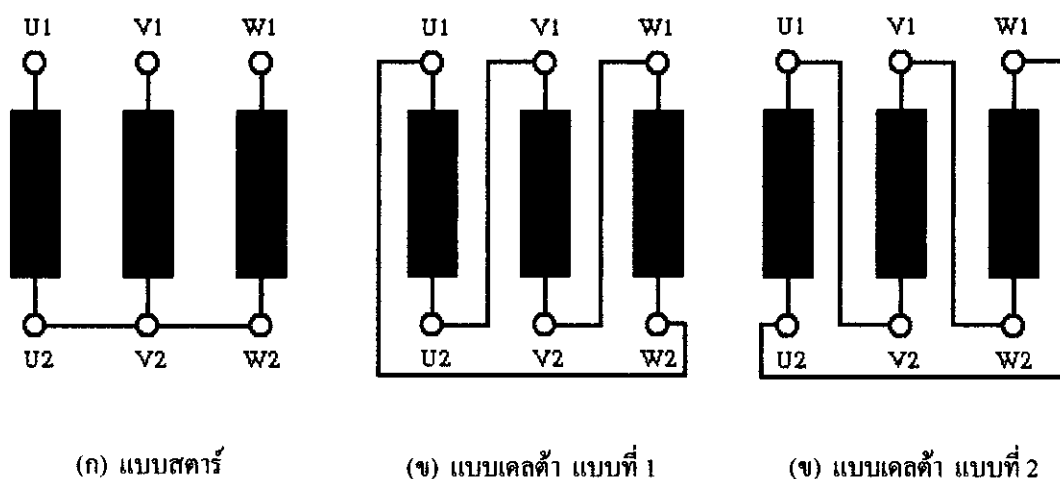
การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ เป็นการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแส
สลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบสไลควอเรจ เพื่อลดกระแสไฟฟ้าและเพิ่มแรงบิดขณะเริ่มเดิน โดยการเปลี่ยนวงจร
การต่อขดลวด คือ เริ่มเดินต่อแบบสตาร์ ถึงเวลาหนึ่งแล้วเปลี่ยนการต่อขดลวดเป็นแบบเคลด้าโดยอัตโนมัติ
ส่วนประกอบของวงจรมี 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง และ วงจรควบคุม

1. ความหมายของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ

การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ เป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบสไลควอเรจ ทำงานโดยรับแรงคืนเต็มที่แต่จะลดกระแสเริ่มเดินด้วยวิธีเปลี่ยน
วงจรการต่อขดลวดสเตเตอร์ คือ เริ่มเดินต่อขดลวดแบบสตาร์ เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนไปได้ระยะหนึ่งถึงเวลาที่
ตั้งไว้จะเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวดเป็นแบบเคลด้าโดยอัตโนมัติ

1.1 วงจรการต่อขดลวดแบบสตาร์ การต่อขดลวดแบบสตาร์หรือแบบวาย ต่อปลายของขดลวด
แต่ละชุดคือ U_2 V_2 และ W_2 รวมกัน ส่วนต้นของขดลวดคือ U_1 V_1 และ W_1 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
ดังภาพที่ 11.1 ก

1.2 วงจรการต่อขดลวดแบบเคลด้า วิธีการต่อขดลวดแบบเคลด้า ต่อได้ 2 แบบ ดังภาพที่
11.2 ข-ค ส่วนต้นของขดลวดคือ U_1 V_1 W_1 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า



ภาพที่ 11.1 ก-ค แสดงการต่อขดลวดสเตเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ สตาร์-เคลด้า

1.3 ความหมายของการควบคุมโดยอัตโนมัติ หมายถึงการเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้า ขณะเริ่มเดินวงจรขดลวดจะถูกต่อแบบสตาร์แล้วเริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้การต่อแบบสตาร์จะถูกยกเลิก แล้ววงจรการต่อขดลวดจะเปลี่ยนเป็นแบบเคลด้า มอเตอร์ไฟฟ้าจะทำงานแบบเคลด้าจนหยุดการทำงาน การเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวดจากแบบสตาร์เป็นแบบเคลด้าจะเปลี่ยนโดยอัตโนมัติโดยใช้การตั้งเวลา

2. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

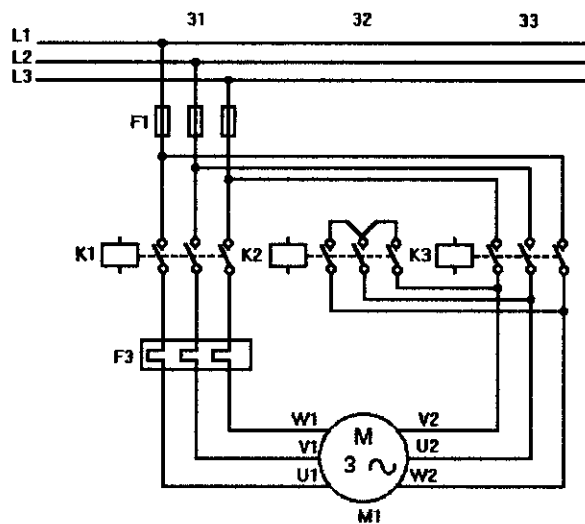
2.1.1 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า วงจรกำลังในภาพที่ 11.2 ใช้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ส่วนคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 จะใช้ในวงจรควบคุม

2.1.2 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบสตาร์และแบบเคลด้า วงจรกำลังในภาพที่ 11.2 ใช้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบสตาร์ และ ใช้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบเคลด้า ส่วนคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 และ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 จะใช้ในวงจรควบคุม

ลำดับขั้นการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ วงจรกำลังในภาพที่ 11.2 คือ (1) เริ่มทำงาน K2 ทำงาน ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ปิด ต่อปลายของขดลวดทั้ง 3 ชุด คือ U2 V2 และ W2 เข้าด้วยกัน (2) K1 ทำงานทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ปิด ทำให้ดินของขดลวดทั้ง 3 ชุด คือ U1 V1 W1 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุน (3) K2 หยุดทำงาน ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 กลับตำแหน่งปกติยกเลิกการต่อขดลวดแบบสตาร์ แล้วจึงทำให้ K3 ทำงาน เมื่อ K3 ทำงานทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 ปิด ทำให้วงจรขดลวดต่อแบบเคลด้า (แบบที่ 1)

2.1.3 อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหาย จากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการลัดวงจรในวงจรกำลัง ซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลสูงมาก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเกินฟิวส์จะขาดทำให้ตัดวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า หรือถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ก็จะตัดวงจรเช่นเดียวกัน วงจรกำลังในภาพที่ 11.2 อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าคือฟิวส์ F1

2.1.4 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่ โอเวอร์โวลติลลิจ์ ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการทำงานเกินกำลัง การทำงานเกินกำลังทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโอเวอร์โวลติลลิจ์สูงกว่าปกติ แต่ไม่ถึงจุดที่ทำให้ฟิวส์ F1 ขาด ส่งผลให้คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์เปลี่ยนตำแหน่ง คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์จะต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในวงจรควบคุม โปรแกรมควบคุมจะสั่งให้หยุดการทำงานของหน่วยเอาต์พุตที่ควบคุมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทั้งหมด วงจรกำลังในภาพที่ 11.2 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า คือ โอเวอร์โวลติลลิจ์ F3



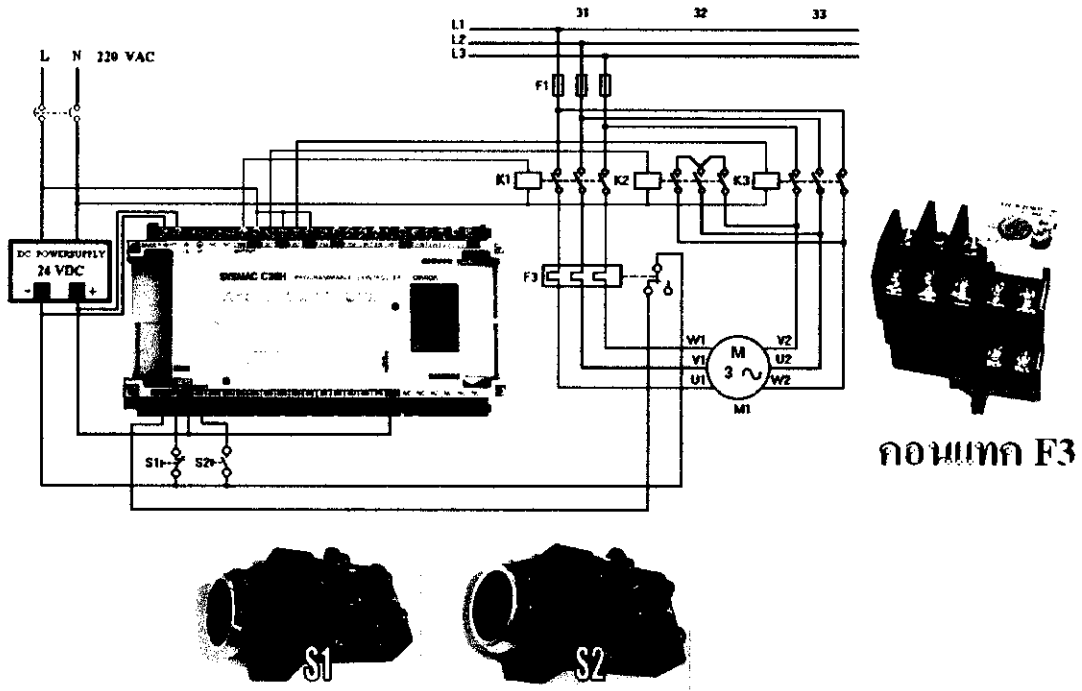
ภาพที่ 11.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจร สตาร์ท - เคลด้า

2.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต แสดงในภาพที่ 11.3 – 11.4 มีรายละเอียดดังนี้

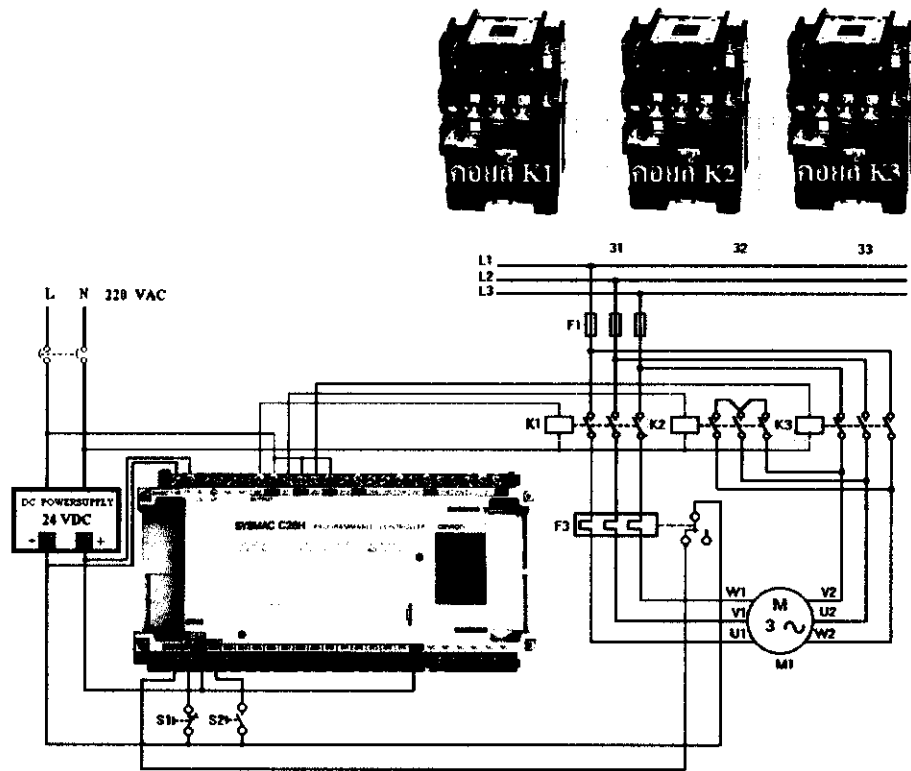
2.2.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นเครื่องควบคุมการทำงาน มีการทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำที่เขียนโดยผู้ใช้ คือการควบคุมวงจร สตาร์ท - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดก่อนการเขียนโปรแกรม

2.2.2 อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน และคอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์ อุปกรณ์อินพุตในภาพที่ 11.3 ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน S2 และ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์ F3 อุปกรณ์อินพุตทำหน้าที่ต่อหรือตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ที่จ่ายให้กับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดไว้ ถ้ามีไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ต่อเข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งใดหน่วยอินพุตนั้นจะอยู่ในสถานะ On และเมื่อตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ออก จะอยู่ในสถานะ Off

2.2.3 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ตัวอย่างการต่ออุปกรณ์เอาต์พุต การควบคุมวงจร สตาร์ท - เคลด้า โดยอัตโนมัติ แสดงในภาพที่ 11.4 การทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตถูกควบคุมโดยหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์เอาต์พุตจะทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสถานะ On และจะหยุดทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสถานะ Off



ภาพที่ 11.3 อุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 11.4 อุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โดยสรุป การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็น การควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบสไลด์เรลเกจ ทำงานโดยรับแรงดันเต็มที แต่จะลดกระแสเริ่มเดินด้วยการเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวดสเตเตอร์ คือ เริ่มเดินต่อแบบสตาร์จนถึงเวลาที่ตั้งไว้ จึงเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวดเป็นแบบเคลด้าโดยอัตโนมัติ การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลังใช้แมคนตริกคอนแทกเตอร์ ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์ ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ประกอบด้วย (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบสตาร์และแบบเคลด้า อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเม-เบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทกของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 คอนแทกของสวิตช์หยุดการ ทำงาน S1 และ คอนแทกของสวิตช์เริ่มการทำงาน S2 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมคนตริกคอนแทก-เตอร์ K1 คอยล์ของแมคนตริกคอนแทกเตอร์ K2 และ คอยล์ของแมคนตริกคอนแทกเตอร์ K3 ซึ่งจะต่อกับ หน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง 11.1.2 ต่อไป

เรื่องที่ 11.1.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้การควบคุมคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ในวงจรกำลังให้ทำงานตามโปรแกรมที่เขียนโดยผู้ใช้ มีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ทุกประการ มีขั้นตอนครอบคลุม การเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

1. การเขียนโปรแกรม

โปรแกรมควบคุมประกอบด้วยคำสั่งที่เขียนโดยผู้ใช้ สั่งให้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ทำงานควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ การเขียนโปรแกรมมีขั้นตอนครอบคลุม การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไลอะแกรม และ การเขียนคำสั่ง

1.1 การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต หมายถึงตำแหน่งที่ถูกกำหนดให้เป็นหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เครื่องที่ใช้เท่านั้น ซึ่งเครื่องแต่ละยี่ห้อหรือยี่ห้อเดียวกันแต่รุ่นแตกต่างกัน การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ก็แตกต่างกันด้วย

เมื่อกำหนดให้ “F3” คือคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า M1 “S1” คือ สวิตช์หยุดการทำงาน “S2” คือสวิตช์เริ่มการทำงาน “K1” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 “K2” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 และ “K3” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K3 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุตดังตารางที่ 11.1

ตารางที่ 11.1 ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ

อุปกรณ์ควบคุม	IN PUT	OUT PUT
F3	00	-
S1	01	-
S2	02	-
K1	-	200
K2	-	201
K3	-	202

1.2 การเขียนแลคเคอร์ไลอะแกรม เป็นขั้นตอนของการออกแบบควบคุม แลคเคอร์ไลอะแกรมถูกเขียนจากเงื่อนไขการควบคุมใช้ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ที่กำหนดไว้ การควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ให้หลักการเหมือนกับการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดย

1.3 การเขียนคำสั่ง เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C28 H เขียนคำสั่งแลดเดอร์โคอะแกรมในภาพที่ 11.5 ได้ดังตารางที่ 11.2

ตารางที่ 11.2 คำสั่งควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ

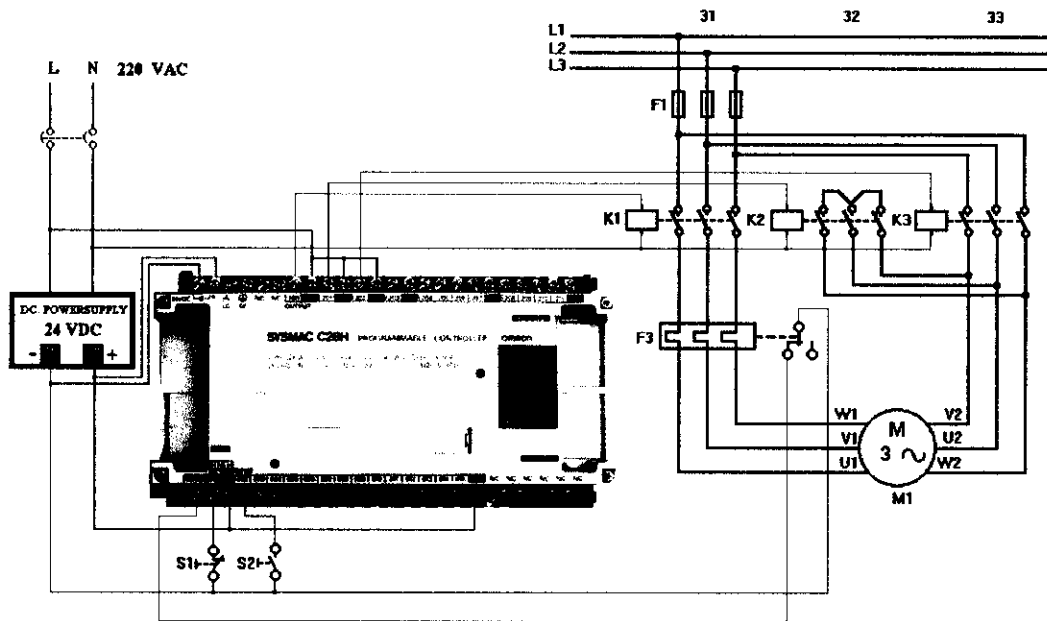
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA	ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	00	0008	LD	201
0001	AND	01	0009	OR	200
0002	IL(02)	-	0010	OUT	200
0003	LD	02	0011	LD	200
0004	OR	201	0012	AND NOT	201
0005	AND NOT	TIM 00	0013	OUT	202
0006	OUT	201	0014	ILC(03)	-
0007	TIM	00	0015	END(01)	-
		#0100			

2. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

ครอบคลุม (1) การต่ออุปกรณ์อินพุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยอินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และอุปกรณ์อินพุต และ (2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์เอาต์พุตและอุปกรณ์เอาต์พุต ดังภาพที่ 11.6

2.1 การต่ออุปกรณ์อินพุต ภาพที่ 11.6 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอนแทคของ สวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 และ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 11.1 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2.2 การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ภาพที่ 11.6 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 และ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 11.1 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V



ภาพที่ 11.6 Working Diagram ควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

3. การตรวจสอบการทำงาน

การตรวจสอบการทำงานครอบคลุม (1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต (2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ (3) การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ดังนี้

3.1 การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต บังคับให้อุปกรณ์อินพุตทำงานและหยุดทำงานแล้ว สังเกตการแสดงผลของ Input Indicator ตรงกับตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตนั้น ๆ เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ On ทำให้ Input Indicator สว่าง เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ Off ทำให้ Input Indicator ดับ การแสดงผลจะต้องตรงกับตำแหน่งที่กำหนด แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ดังตารางที่ 11.3

3.2 การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต โดยการ Force Output 200 201 และ 202 ตามลำดับ ขณะ Force Output ควรตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรกำลังก่อนเสมอ สังเกตการทำงาน ดังนี้ (1) เมื่อ Force Output 200 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 200 สว่าง และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ทำงาน เมื่อ Force Output 200 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 200 ดับ และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 หยุดทำงาน (2) เมื่อ Force Output 201 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 201 สว่าง และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ทำงาน เมื่อ Force Output 201 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 201 ดับ และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 หยุดทำงาน และ (3) เมื่อ Force Output 202 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 202 สว่าง และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 ทำงาน เมื่อ Force Output 202 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 202 ดับ และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 หยุดทำงาน แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ดังตารางที่ 11.3

ตารางที่ 11.3 ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ - เคลด้า โคยอิตโนมิติ

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สถานะ การทำงาน	Input Indicator			Output Indicator			สภาพ	ตำแหน่ง
		00	01	02	200	201	202		
F3	ทำงาน (On)	0	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	1	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S1	ทำงาน (On)	-	0	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	1	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S2	ทำงาน (On)	-	-	1	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	0	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
K1	ทำงาน (On)	-	-	-	1	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	0	-	-	ดี	ถูกต้อง
K2	ทำงาน (On)	-	-	-	-	1	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	0	-	ดี	ถูกต้อง
K3	ทำงาน (On)	-	-	-	-	-	1	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	-	0	ดี	ถูกต้อง

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง

“0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

จากตารางที่ 11.3 แสดงผลอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ดีและต่อถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่กำหนด หากผลการตรวจสอบไม่ตรงกับตารางนี้ เช่น (1) ผลของ F3 หรือ S1 กลับกันแสดงว่าใช้คอนแทคผิด ซึ่งอุปกรณ์อินพุตทั้ง 2 ตัว ใช้คอนแทคแบบปกติปิด (2) หากการแสดงผลเป็นสว่างทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตอาร์กติดกัน หรือต่อสายผิด (3) หากการแสดงผลเป็นดับทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตเสีย หรือสายไฟฟ้าขาด และ (4) การแสดงผลของ Input/Output Indicator ผิดตำแหน่ง แสดงว่าต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ผิดตำแหน่งที่กำหนดไว้ ความผิดพลาดหรือบกพร่องที่เกิดขึ้นต้องแก้ไขก่อนการตรวจสอบโปรแกรมควบคุม

3.3 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม เลือกการทำงานในโหมด RUN ตรวจสอบการทำงานในสถานการณ์การทำงานปกติของวงจร สตาร์ - เคลด้า โคยอิตโนมิติ ตามเงื่อนไขแลดเคอร์-ไดอะแกรมในภาพที่ 11.5 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่ เงื่อนไขใดที่ไม่สามารถทำได้ แสดงว่าโปรแกรมมีความบกพร่องต้องแก้ไขให้ถูกต้อง รวมถึงการตรวจสอบเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

โดยสรุป การควบคุมวงจร สตาร์-เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนดังนี้ (1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่งอินพุต คือ ตำแหน่งคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ สวิตช์หยุดทำงาน และ สวิตช์เริ่มการทำงาน ตำแหน่งเอาต์พุต คือ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่ทำหน้าที่ ตัดต่อกระแสไฟฟ้า ต่อวงจรขดลวดแบบสตาร์ ต่อวงจรขดลวดแบบเคลต้า การเขียนแลคเคอร์-โคอะแกรมให้มีการทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลต้า โดยอัตโนมัติ ที่กำหนดไว้ และ การเขียนคำสั่ง (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับหน่วย อินพุตตามตำแหน่งที่กำหนด และการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด และ (3) การตรวจสอบการทำงาน ครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน of โปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขการควบคุมวงจร สตาร์-เคลต้า โดยอัตโนมัติ

โปรดอ่านหัวเรื่อง 11.2.1 ต่อไป

**ตอนที่ 11.2 การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ด้วยการลดความต้านทานทีละขั้น โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์**

โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ในตอนที่ 11.2 แล้วจึงศึกษาเนื้อหาสาระ
โดยละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 11.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

เรื่องที่ 11.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

แนวคิด

1. สลิปริงมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบวาวน์โรเตอร์ การควบคุม
การเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ เป็นการควบคุมเพื่อลดกระแสไฟฟ้าและเพิ่มแรงบิดขณะเริ่มเดิน โดยการลดความ
ต้านทานที่ต่อเข้ากับขดลวดโรเตอร์ทีละขั้นโดยอัตโนมัติ ส่วนประกอบของวงจรมี 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง
ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานออกจากวงจรถดลวด
โรเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหายจากกระแสไหลเกิน และ
อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหายจากการใช้งานเกินกำลัง
วงจรควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และ อุปกรณ์เอาต์พุต

2. ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ครอบคลุม
การเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแอสเคอร์ไคอะแกรมการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ได้ถูกต้อง
7. หลังจากศึกษาประมวลสาระ “ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์” แล้ว นักศึกษาสามารถตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในงานควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง

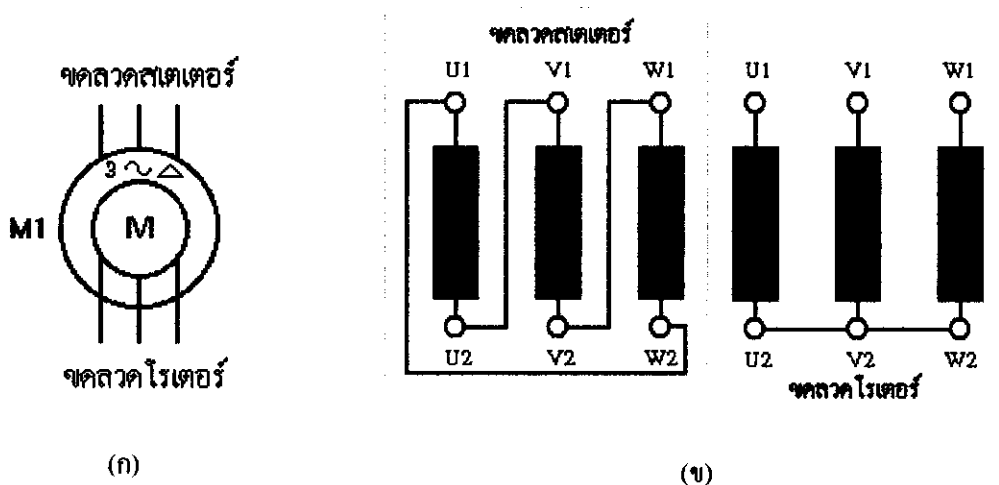
เรื่องที่ 11.2.1 ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ เป็นการควบคุมเพื่อลดกระแสไฟฟ้าและเพิ่มแรงบิดขณะเริ่มเดิน โดยการลดความต้านทานที่ต่อเข้ากับขลวดโรเตอร์ลงทีละขั้นโดยอัตโนมัติ ส่วนประกอบของวงจรมี 2 ส่วน คือ วงจรกำลัง และ วงจรควบคุม

1. ความหมายของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

สลิปริงมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์เป็นแบบขลวดพันรอบแกนอาร์เมเจอร์หรือเรียกว่าวาวน์โรเตอร์ การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ เป็นการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขลวดสเตเตอร์ และควบคุมการต่อตัวต้านทานเข้ากับขลวดโรเตอร์

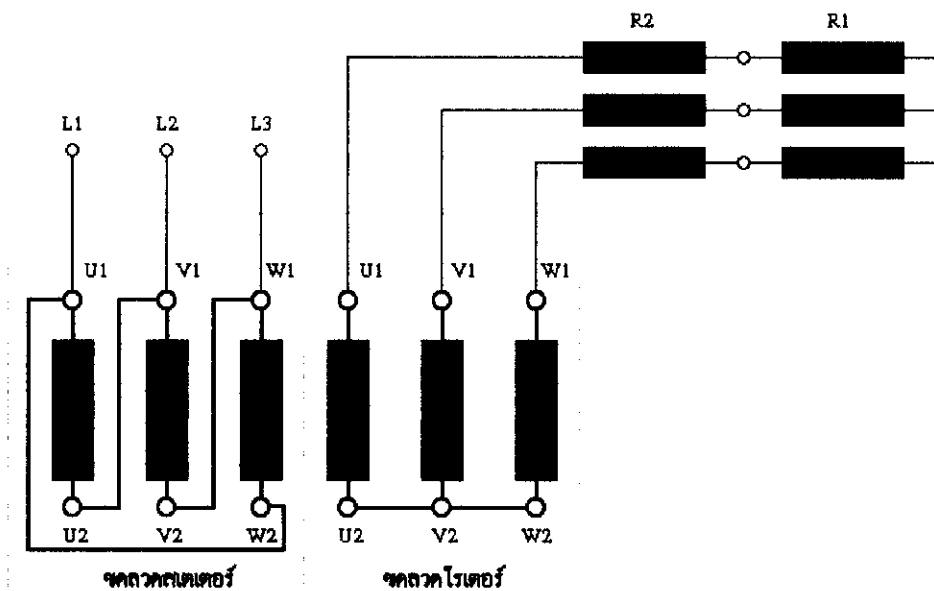
1.1 ความหมายของสลิปริงมอเตอร์ สลิปริงมอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ที่มีโรเตอร์เป็นแบบขลวดพันรอบแกนอาร์เมเจอร์หรือเรียกว่าวาวน์โรเตอร์ ดังนั้นสลิปริงมอเตอร์จึงมีขลวด 2 ส่วน คือ ขลวดสเตเตอร์และขลวดโรเตอร์ ขลวดทั้ง 2 ส่วน ประกอบด้วยขลวด 3 ชุด เหมือนกัน คือ U V W และเหมือนกับขลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสไลวเรลเกจ วงจรการต่อขลวดสลิปริงมอเตอร์แสดงในภาพที่ 11.7 ก - ข



ภาพที่ 11.7 ก - ข แสดงวงจรการต่อขลวดสลิปริงมอเตอร์

ภาพที่ 11.7 ก แสดงขั้วต่อสายขลวดสเตเตอร์และขลวดโรเตอร์ของสลิปริงมอเตอร์ ภาพที่ 11.7 ข แสดงการต่อวงจรขลวดสเตเตอร์แบบเดลต้า และขลวดโรเตอร์แบบสตาร์

1.2 ความหมายของการควบคุมสลิปริงมอเตอร์ หมายถึงการควบคุมการเริ่มเดินโดยการต่อตัวต้านทานทั้งหมดเข้ากับขดลวดโรเตอร์ ใช้ตัวต้านทาน 2 ชุด ต่ออนุกรมกัน แสดงวงจรการต่อขดลวดสลิปริงมอเตอร์ในภาพที่ 11.8 ขดลวดสเตเตอร์ต่อแบบเคลด้า ต้นของขดลวดแต่ละชุดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ขดลวดโรเตอร์ต่อแบบสตาร์ ต้นของขดลวดแต่ละชุดต่อเข้ากับตัวต้านทาน 2 ชุด ที่ซึ่งต่อกันแบบอนุกรม เริ่มเดินตัวต้านทานทั้งหมดถูกต่อเข้ากับขดลวดโรเตอร์ หลังจากสลิปริงมอเตอร์เริ่มเดินแล้ว ตัวตั้งเวลาตัวที่ 1 เริ่มนับเวลาเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ของตัวตั้งเวลาตัวที่ 1 ตัวต้านทานชุดที่ 1 (R1) จะถูกตัดออกจากวงจร หลังจากตัวต้านทานชุดที่ 1 (R1) ถูกตัดออกจากวงจรแล้ว ตัวตั้งเวลาตัวที่ 2 จึงเริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ของตัวตั้งเวลาตัวที่ 2 ตัวต้านทานชุดที่ 2 (R2) จะถูกตัดออก ด้วยวิธีดังกล่าวตัวต้านทานที่ต่อเข้ากับขดลวดโรเตอร์ทั้งหมดจะถูกลดลงทีละขั้นโดยอัตโนมัติ จนตัวต้านทานทั้งหมดถูกตัดออกจากวงจร ผลของการต่อตัวต้านทานเข้ากับขดลวดโรเตอร์ของสลิปริงมอเตอร์ ทำให้สามารถลดกระแสไฟฟ้าขณะเริ่มเดินและทำให้แรงบิดขณะเริ่มเดินสูง แต่เมื่อสลิปริงมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบปกติแล้วตัวต้านทานที่ต่อเข้าไปจะทำให้แรงบิดไม่ดี จึงต้องตัดตัวต้านทานออก



ภาพที่ 11.8 แสดงวงจรการต่อตัวต้านทานเข้ากับขดลวดโรเตอร์ของสลิปริงมอเตอร์

2. ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

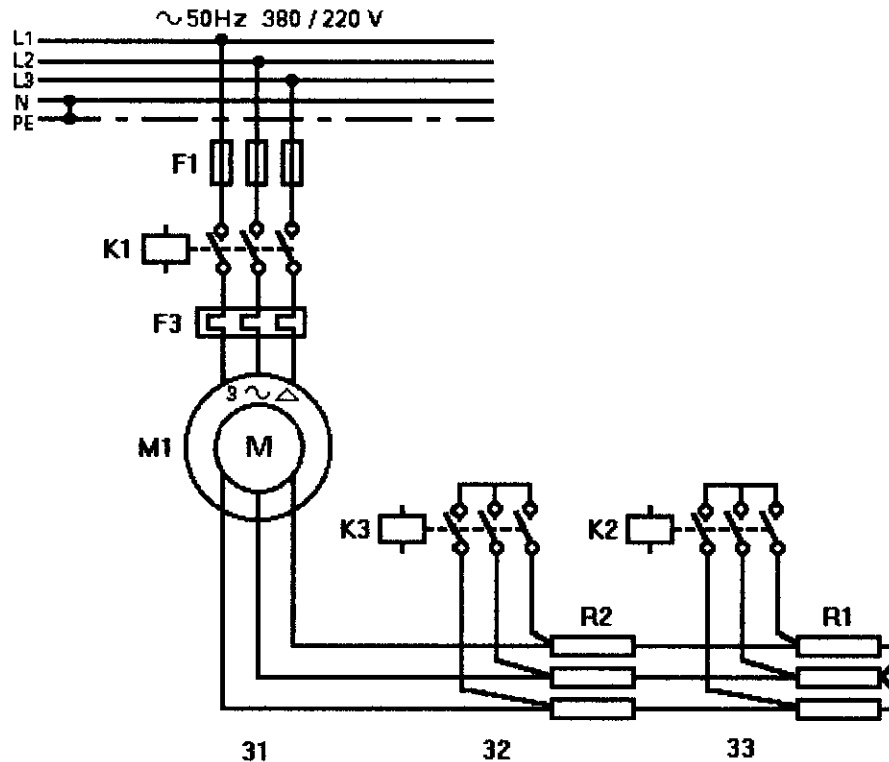
2.1 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า แสดงในภาพที่ 11.9 มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า ในงานควบคุมสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์เป็นตัวตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับสลิปริงมอเตอร์ วงจรกำลังในภาพที่ 11.9 ใช้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ของสลิปริงมอเตอร์ ส่วนคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ใช้ในวงจรควบคุม

2.1.2 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์ วงจรกำลังในภาพที่ 11.9 ใช้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานชุดที่ 1 (R1) ออกจากวงจร หลังจากสลิปริงมอเตอร์เริ่มเดินไปได้ช่วงเวลาหนึ่ง และใช้คอนแทคเมนแบบปกติเปิด (NO) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานชุดที่ 2 (R2) ออกจากวงจรหลังจากตัดตัวต้านทานชุดที่ 1 (R1) ออกจากวงจรไปได้ช่วงเวลาหนึ่ง ค่าของเวลาสามารถตั้งได้ตามความเหมาะสม คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 และ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 ใช้ในวงจรควบคุม ดังนั้นขณะสลิปริงมอเตอร์หมุนปกติ K1 และ K3 จะทำงานพร้อมกัน

2.1.3 อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหายจากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการลัดวงจรในวงจรกำลัง ซึ่งจะก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลสูงมาก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเกินที่กักฟิวส์จะขาดทำให้ตัดวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับสลิปริงมอเตอร์ หรือถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ก็จะตัดวงจรเช่นเดียวกัน วงจรกำลังในภาพที่ 11.9 อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าคือฟิวส์ F1 ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้า เมื่อฟิวส์ F1 ขาด ก็จะเปิดวงจรกำลังก่อนที่สายไฟฟ้าวงจรกำลังจะได้รับความเสียหาย

2.1.4 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่ โอเวอร์โวลติลลิจ์ ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการทำงานเกินกำลัง การทำงานเกินกำลังทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโอเวอร์โวลติลลิจ์สูงกว่าปกติ แต่ไม่ถึงจุดที่ทำให้ฟิวส์ F1 ขาด ส่งผลให้คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์เปลี่ยนตำแหน่ง คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์จะต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลังในภาพที่ 11.9 อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้าคือ โอเวอร์โวลติลลิจ์ F3 เมื่อเกิดโอเวอร์โวลติลลิจ์ทำให้คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์ F3 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นเปิด ซึ่งคอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์จะต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในวงจรควบคุม โปรแกรมควบคุมจะสั่งให้หยุดการทำงานของหน่วยเอาต์พุตที่ควบคุมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าหยุดทำงาน



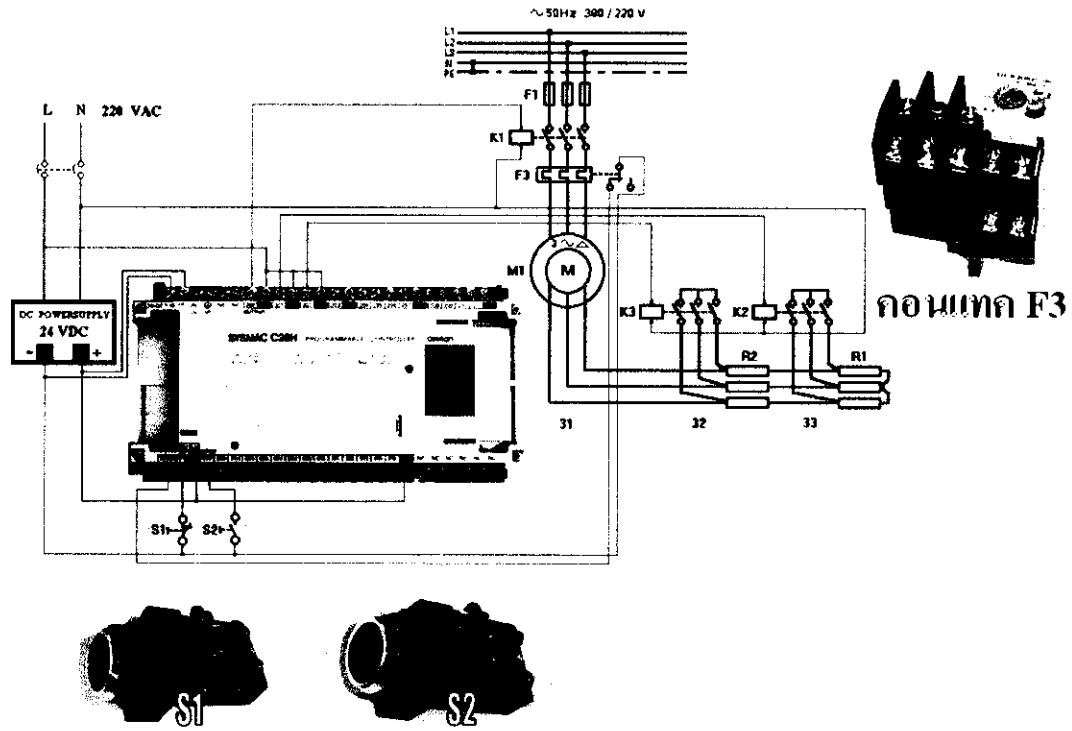
ภาพที่ 11.9 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง วงจรสลิปริงมอเตอร์

2.2 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต และอุปกรณ์เอาต์พุต แสดงในภาพที่ 11.10–11.11 มีรายละเอียดดังนี้

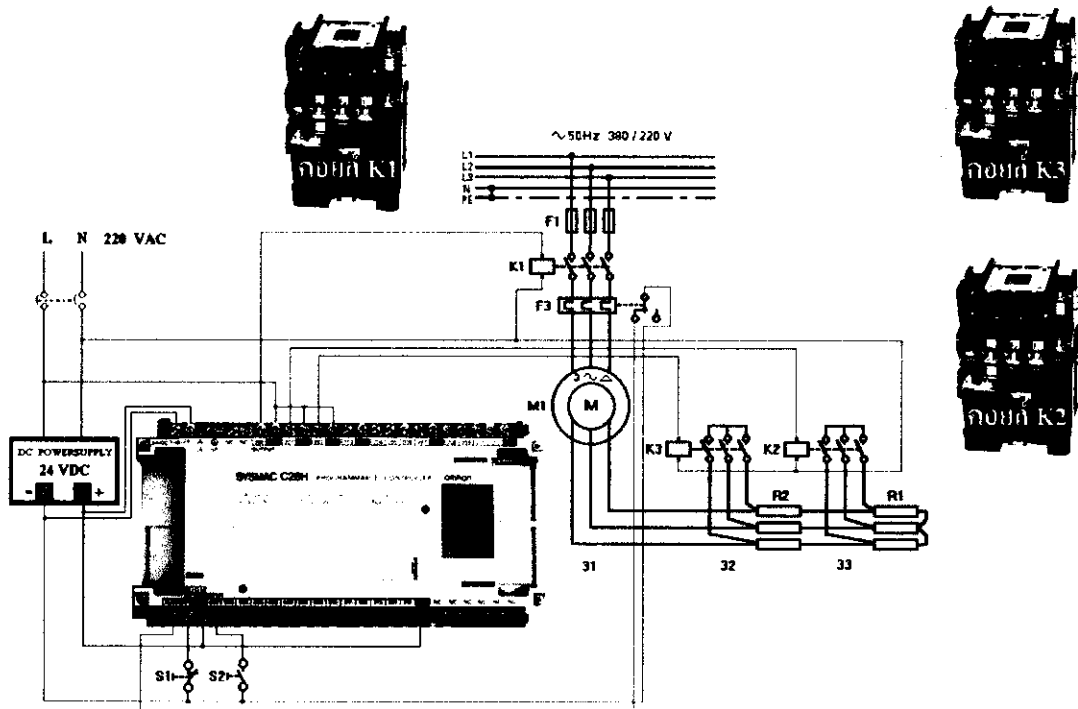
2.2.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นเครื่องควบคุมการทำงาน มีการทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำที่เขียนโดยผู้ใช้ คือ การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ด้วยการลดความต้านทานที่ละขั้นอัตโนมัติ

2.2.2 อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดทำงาน คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน และคอนแทคของโอเวอร์โวลครีเลย์ อุปกรณ์อินพุตในภาพที่ 11.10 ได้แก่ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน S2 และ คอนแทคของโอเวอร์โวลครีเลย์ F3 อุปกรณ์อินพุตทำหน้าที่ต่อหรือตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ที่จ่ายให้กับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดไว้ ถ้ามีไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ต่อเข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งใด หน่วยอินพุตนั้นจะอยู่ในสภาวะ On และเมื่อตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ออก จะอยู่ในสภาวะ Off

2.2.3 อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 และ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 ตัวอย่างการต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ แสดงในภาพที่ 11.11 การทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตถูกควบคุมโดยหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์เอาต์พุตจะทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสภาวะ On และจะหยุดทำงานเมื่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งนั้นอยู่ในสภาวะ Off



ภาพที่ 11.10 อุปกรณ์อินพุตควบคุมวงจรถลึงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 11.11 อุปกรณ์เอาต์พุตควบคุมวงจรถลึงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โดยสรุป การควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ เป็นการเริ่มเดินโดยการลดความต้านทานที่ต่อเข้ากับวงจรถวลวดโรเตอร์ที่ละขั้นโดยอัตโนมัติ จนความต้านทานที่ต่อเข้ากับวงจรถวลวดโรเตอร์ถูกตัดออกจากวงจรทั้งหมด ผลของการต่อตัวต้านทานเข้ากับขดลวดโรเตอร์ทำให้ลดกระแสไฟฟ้าขณะเริ่มเดิน และทำให้แรงบิดเริ่มเดินสูง เมื่อสลิปริงมอเตอร์หมุนปกติแล้วตัวต้านทานทั้งหมดจะถูกตัดออกเพื่อทำให้แรงบิดดี การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ (1) วงจรกำลัง ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานออกจากวงจรถวลวดโรเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า และ อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า และ (2) วงจรควบคุม ประกอบด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของโอเวอร์โวลครีเลย์ คอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน และ คอนแทคของสวิตช์เริ่มการทำงาน อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต จะต่อเข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

โปรดอ่านหัวเรื่อง 11.2.2 ต่อไป

เรื่องที่ 11.2.2 ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้การควบคุมคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ในวงจรกำลังให้ทำงานตามโปรแกรมที่เขียนโดยผู้ใช้ มีการทำงานตามรูปแบบและวิธีการของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ทุกประการ มีขั้นตอนครอบคลุม การเขียนโปรแกรม การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงาน

1. การเขียนโปรแกรม

โปรแกรมควบคุมประกอบด้วยคำสั่งที่เขียนโดยผู้ใช้ สั่งให้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ทำงานควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ทำงานตามคำสั่งที่เขียนให้ หลังจากกำหนดเงื่อนไขการทำงานแล้ว จึงเขียนโปรแกรม ซึ่งมีขั้นตอนครอบคลุมการกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรม และการเขียนคำสั่ง

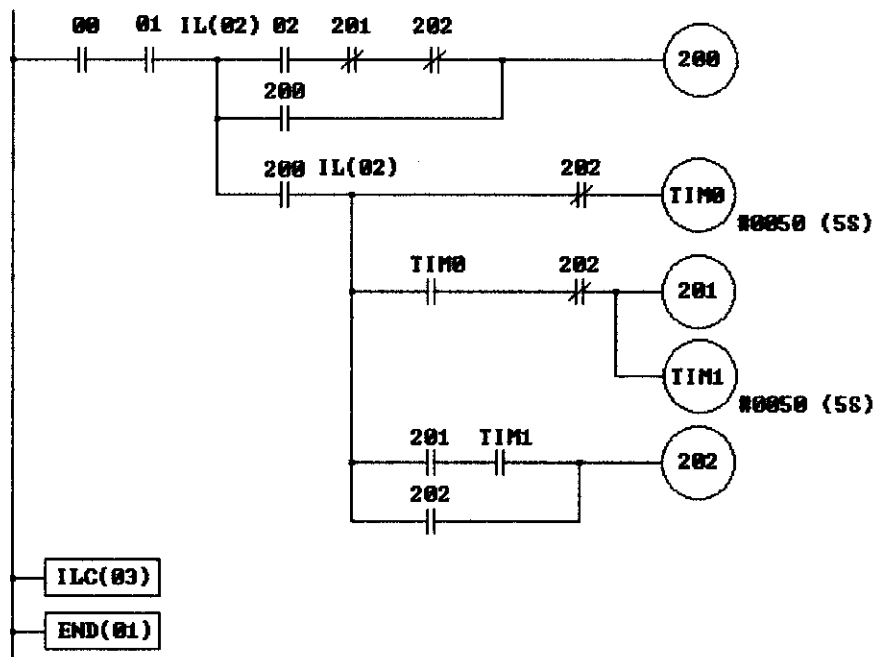
1.1 การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต หมายถึงตำแหน่งที่ถูกกำหนดให้เป็นหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์เครื่องที่ใช้เท่านั้น ซึ่งเครื่องแต่ละยี่ห้อ หรือยี่ห้อเดียวกันแต่รุ่นแตกต่างกัน การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ก็แตกต่างกันด้วย

เมื่อกำหนดให้ “F3” คือคอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ “S1” คือสวิตช์หยุดการทำงาน “S2” คือสวิตช์เริ่มการทำงาน “K1” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 “K2” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 และ “K3” คือคอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K3 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตารางที่ 11.4

ตารางที่ 11.4 ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

อุปกรณ์ควบคุม	IN PUT	OUT PUT
F3	00	-
S1	01	-
S2	02	-
K1	-	200
K2	-	201
K3	-	202

1.2 การเขียนแลคเคอร์ไคอะแกรม เป็นขั้นตอนของการออกแบบควบคุม แลคเคอร์ไคอะแกรมถูกเขียนตามเงื่อนไขการควบคุม ใช้ตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ที่กำหนดไว้ การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้หลักการเหมือนกับการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ด้วยแมคเนติกคอนแทคเตอร์ทุกประการ โดยวงจรกำลังยังคงเหมือนเดิม ส่วนวงจรควบคุมจะควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จากตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ที่กำหนดและเงื่อนไขการควบคุม เขียนแลคเคอร์ไคอะแกรมได้ดังภาพที่ 11.12



ภาพที่ 11.12 แลคเคอร์ไคอะแกรมควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

การทำงานเมื่อต่ออุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 และคอนแทคของสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ซึ่งใช้แบบปกติปิด ทำให้ อินพุต 00 และอินพุต 01 อยู่ในสภาวะ On (คอนแทคในแลคเคอร์ไคอะแกรม 00 และ 01 จะเปลี่ยนจากเปิด เป็นปิด) เมื่อกดสวิตช์ เริ่มการทำงาน S2 ทำให้อินพุต 02 อยู่ในสภาวะ On ทำให้เอาต์พุต 200 ทำงาน (On) คอนแทค 200 ปกติเปิดทุกตัวอยู่ในตำแหน่งปิด คอนแทค 200 ปกติเปิดในแถวที่ 2 ปิด ทำให้เอาต์พุต 200 ทำงานตลอดเวลา (ค้างในตำแหน่ง On) ถึงแม้จะปล่อยมือจากสวิตช์ S2 แล้วก็ตาม คอนแทค 200 ปกติเปิดใน แถวที่ 3 เตรียมพร้อมให้เอาต์พุต 201 และ 202 ทำงานตามลำดับ เริ่มด้วย TIM 00 ทำงานถึงเวลาที่ตั้งไว้คือ 5 วินาที ทำให้คอนแทค TIM 00 ปกติเปิดในแถวที่ 4 อยู่ในตำแหน่งปิด ทำให้เอาต์พุต 201 และ TIM 01 ทำงาน TIM 01 ทำงานถึงเวลาที่ตั้งไว้คือ 5 วินาที ทำให้คอนแทค TIM 01 ปกติเปิดในแถวที่ 5 อยู่ใน ตำแหน่งปิด ทำให้เอาต์พุต 202 ทำงาน คอนแทค 202 ปกติปิดทุกตัวอยู่ในตำแหน่งเปิด ทำให้ TIM 00 เอาต์พุต 201 และ TIM 01 หยุดทำงาน คอนแทค 202 ปกติเปิดในแถวที่ 6 อยู่ในตำแหน่งเปิด ทำให้เอาต์พุต 202 ทำงานค้างตำแหน่ง

การหยุดทำงานของเอาต์พุตทุกตัวมี 3 กรณี คือ (1) เมื่อกอนแทค F3 อยู่ในตำแหน่งเปิด ในกรณีนี้จะเกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงานเกินกำลังทำให้อินพุต 00 อยู่ในตำแหน่ง Off และ (2) เมื่อกดสวิตช์หยุดการทำงาน S1 ทำให้อินพุต 02 อยู่ในตำแหน่ง Off

1.3 การเขียนคำสั่ง เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H เขียนคำสั่งแลดเดอร์ไคอะแกรมในภาพที่ 11.12 ได้ดังตารางที่ 11.5

ตารางที่ 11.5 คำสั่งควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

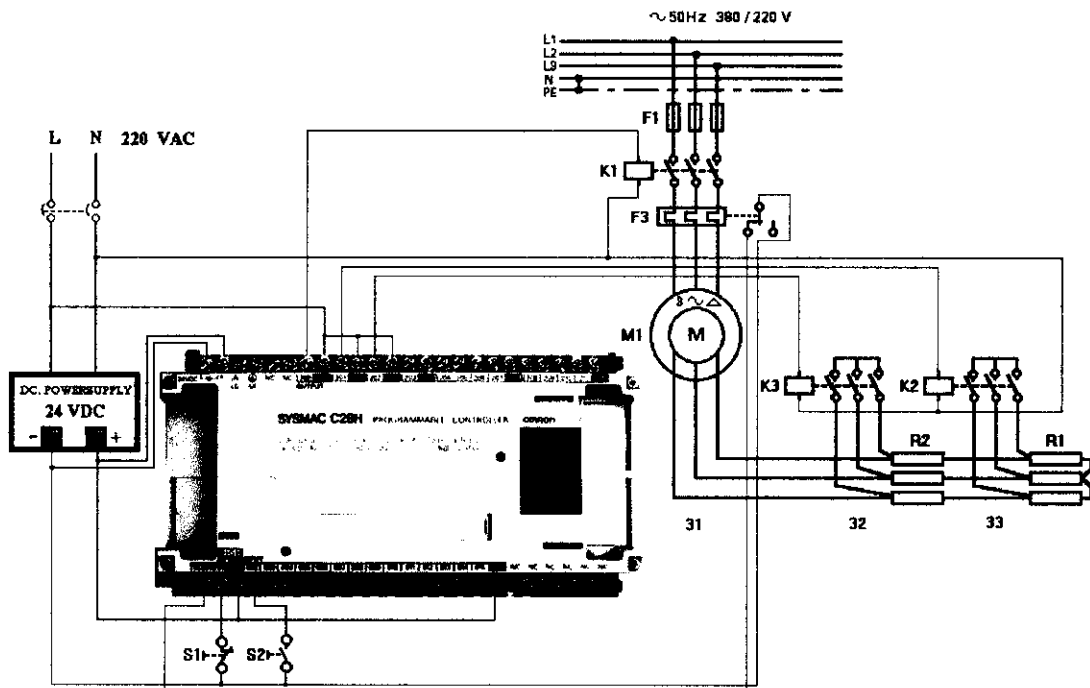
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	00
0001	AND	01
0002	IL(02)	-
0003	LD	02
0004	AND NOT	201
0005	AND NOT	202
0006	OR	200
0007	OUT	200
0008	LD	200
0009	ILC(02)	-
0010	LD NOT	202
0011	TIM	00
		#0050
0012	LD	TIM 00
0013	AND NOT	202
0014	OUT	201
0015	TIM	01
		#0050
0016	LD	201
0017	AND	TIM 01
0018	OR	202
0019	OUT	202
0020	ILC(03)	-
0021	END(01)	-

2. การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

ครอบคลุม (1) การต่ออุปกรณ์อินพุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยอินพุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V และอุปกรณ์อินพุต และ (2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์เอาต์พุตและอุปกรณ์เอาต์พุต ดังภาพที่ 11.13

2.1 การต่ออุปกรณ์อินพุต ภาพที่ 11.13 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอนแทกของ สวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 และ คอนแทกของโอเวอร์โวลติลลารี F3 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 11.4 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2.2 การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ภาพที่ 11.13 เมื่อใช้ PC Omron รุ่น C 28 H ต่อสายไฟฟ้าตาม Working Diagram เพื่อเชื่อมคอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K1 คอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K2 และ คอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K3 เข้ากับจุดต่อสายหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งที่กำหนดในตารางที่ 11.4 และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V



ภาพที่ 11.13 Working Diagram ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

3. การตรวจสอบการทำงาน

การตรวจสอบการทำงานครอบคลุม (1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต (2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ (3) การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ดังนี้

3.1 การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต บังคับให้อุปกรณ์อินพุตทำงานและหยุดทำงานแล้ว สังเกตการแสดงผลของ Input Indicator ตรงกับตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตนั้น ๆ เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ On ทำให้ Input Indicator สว่าง เมื่อหน่วยอินพุตอยู่ในสถานะ Off ทำให้ Input Indicator ดับ การแสดงผลจะต้องตรงกับตำแหน่งที่กำหนด แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ดังตารางที่ 11.6

3.2 การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต โดยการ Force Output 200 201 และ 202 ตามลำดับ ขณะ Force Output ควรตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรกำลังก่อนเสมอ สังเกตการทำงาน ดังนี้ (1) เมื่อ Force Output 200 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 200 สว่าง และแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 ทำงาน เมื่อ Force Output 0200 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 0200 ดับ และแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 หยุดทำงาน (2) เมื่อ Force Output 201 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 201 สว่าง และแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ทำงาน เมื่อ Force Output 0201 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 0201 ดับ และแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 หยุดทำงาน (3) เมื่อ Force Output 202 อยู่ในสถานะ On ทำให้ Output Indicator 202 สว่าง และแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K3 ทำงาน เมื่อ Force Output 0202 อยู่ในสถานะ Off ทำให้ Output Indicator 0202 ดับ และแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K3 หยุดทำงาน แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ดังตารางที่ 11.6

ตารางที่ 11.6 ผลการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ความคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สถานะ การทำงาน	Input Indicator			Output Indicator			สภาพ	ตำแหน่ง
		00	01	02	200	201	202		
F3	ทำงาน (On)	0	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	1	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S1	ทำงาน (On)	-	0	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	1	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S2	ทำงาน (On)	-	-	1	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	0	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
K1	ทำงาน (On)	-	-	-	1	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	0	-	-	ดี	ถูกต้อง
K2	ทำงาน (On)	-	-	-	-	1	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	0	-	ดี	ถูกต้อง
K3	ทำงาน (On)	-	-	-	-	-	1	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน (Off)	-	-	-	-	-	0	ดี	ถูกต้อง

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง

“0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

จากตารางที่ 11.6 แสดงผลอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ที่ดีและต่อถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่กำหนด หากผลการตรวจสอบไม่ตรงกับตารางนี้ เช่น (1) ผลของ F3 หรือ S1 กลับกันแสดงว่าใช้คอนแทคผิด ซึ่ง อุปกรณ์อินพุตทั้ง 2 ตัว ใช้คอนแทคแบบปกติปิด (2) หากการแสดงผลเป็นสว่างทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตอาร์กติดกัน หรือต่อสายผิด (3) หากการแสดงผลเป็นดับทั้ง 2 สถานะการทำงาน แสดงว่าคอนแทคของหน่วยเอาต์พุตเสีย หรือสายไฟฟ้าขาด และ (4) การแสดงผลของ Input/Output Indicator ผิดตำแหน่ง แสดงว่าต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ผิดตำแหน่งที่กำหนดไว้ ความผิดพลาดหรือบกพร่องที่เกิดขึ้นต้องแก้ไขก่อนการตรวจสอบโปรแกรมควบคุม

3.3 การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม เลือกการทำงานในโหมด RUN ตรวจสอบการทำงานในสถานการณ์การทำงานปกติของวงจรควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ ด้วยการลดความต้านทานทีละขั้นโดยอัตโนมัติ ตามเงื่อนไขแลคเคอร์โคอะแกรมในภาพที่ 11.12 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่ เงื่อนไขใดที่ไม่สามารถทำได้ แสดงว่าโปรแกรมมีความบกพร่องต้องแก้ไขให้ถูกต้อง รวมถึงการตรวจสอบเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

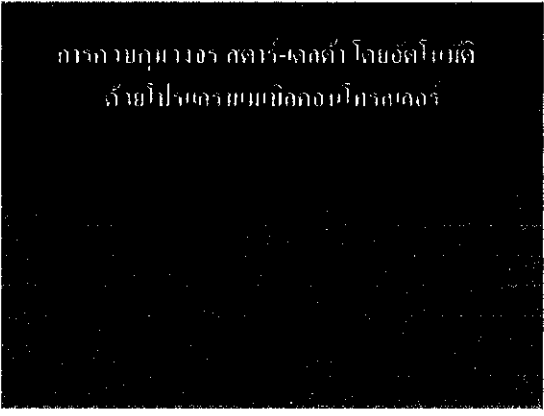
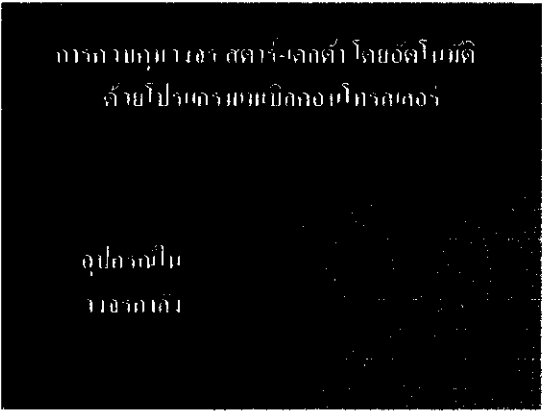
โดยสรุป การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอน ดังนี้


(1) การเขียนโปรแกรม ครอบคลุมการกำหนดตำแหน่งอินพุต คือ ตำแหน่งคอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ สวิตช์หยุดทำงาน และ สวิตช์เริ่มการทำงาน ตำแหน่งเอาต์พุต คือ คอยล์ของแม่เหล็กคอนแทคเตอร์ที่ทำหน้าที่ ตัดต่อกระแสไฟฟ้า ตัดตัวด้านทานชุดที่ 1 ออกจากวงจรชดเชยโรเตอร์ และตัดตัวด้านทานชุดที่ 2 ออกจากวงจรชดเชยโรเตอร์ การเขียนแลดเจอร์โค้ดโปรแกรมให้มีการทำงานตามเงื่อนไขของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ที่กำหนดไว้ และการเขียนคำสั่ง (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ครอบคลุมการต่ออุปกรณ์อินพุตเข้ากับหน่วยอินพุตตามตำแหน่งที่กำหนด และการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตเข้ากับหน่วยเอาต์พุตตามตำแหน่งที่กำหนด และ (3) การตรวจสอบการทำงาน ครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต และ การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

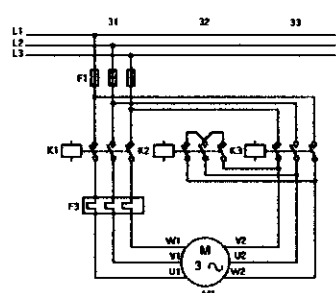
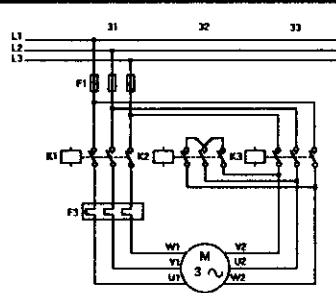

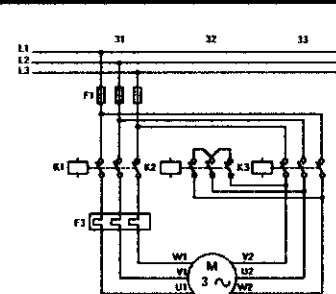
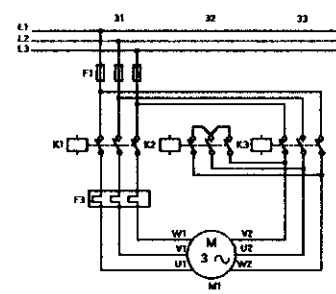

จบประมวลสาระหน่วยประสบการณ์ที่ 11

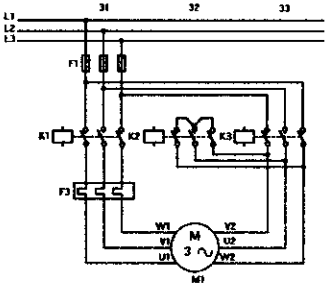
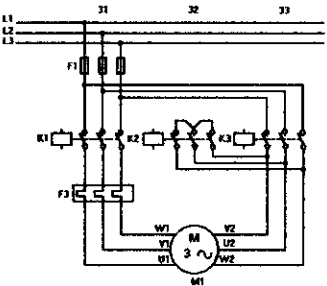
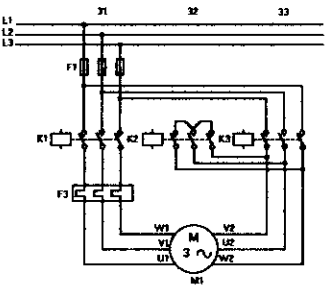
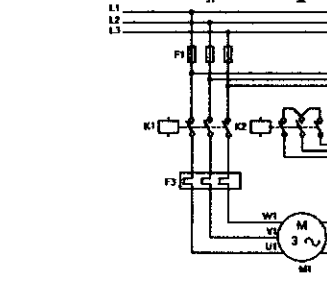
บทมัลติมีเดีย

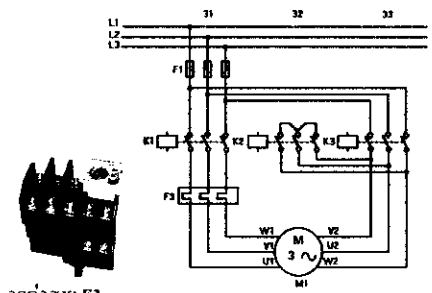
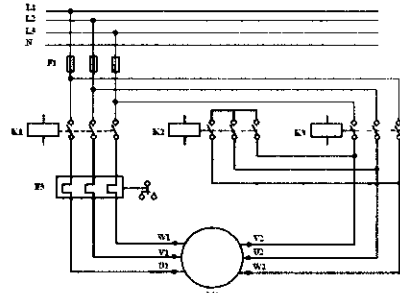
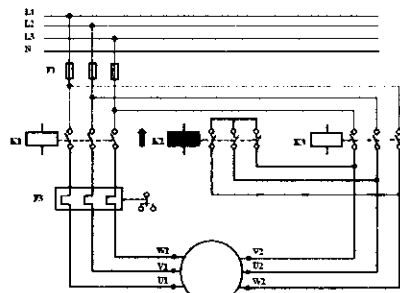
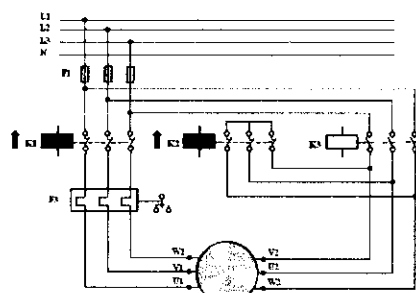
เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
 ประสบการณ์รองที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

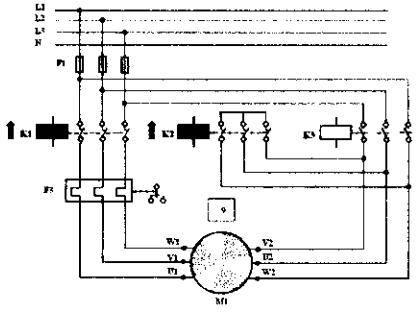
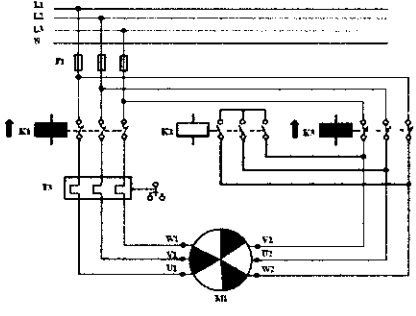
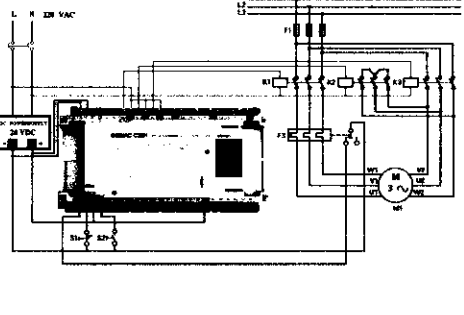
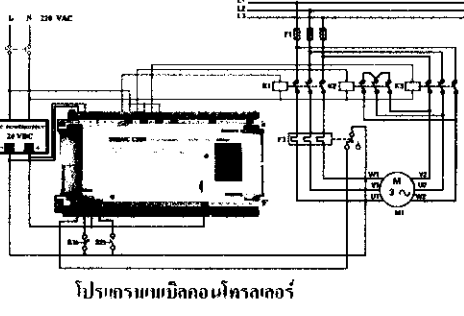
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FI. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	FI คนตรีประจำรายการ ↑ ↓ FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - มัลติมีเดีย	
	CG ₂ - เรื่อง	
	CG ₃ - ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	
	FO. VTR	
2		<p>ส่วนประกอบ ของการควบคุมวงจร สตาร์-เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย</p>
	 <p>อุปกรณ์ใน วงจรแล้ว</p>	<p>อุปกรณ์ในวงจรกำลัง</p>

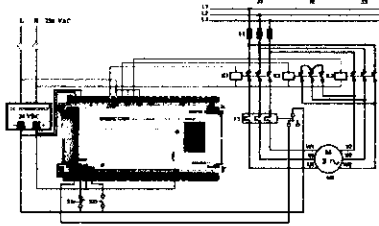
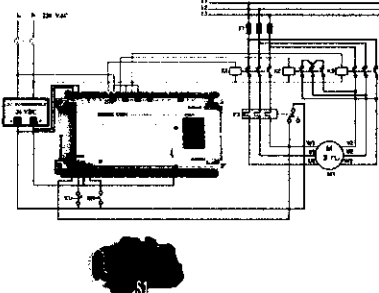
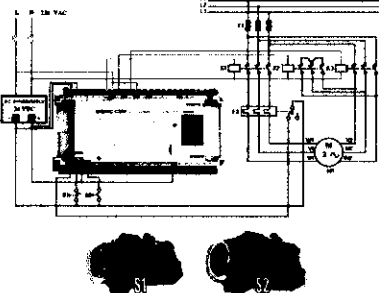
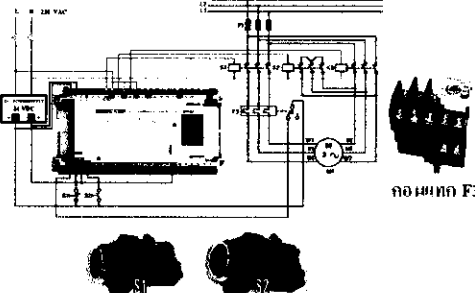
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">การเชื่อมวงจร สกรู-ลวดรีโมลต์โดย นำสายประตอมชนิดทองไปเชื่อม</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">อุปกรณ์ บอกลำดับ</div> <div style="text-align: center;">อุปกรณ์ บอกลำดับ</div> </div>	<p>และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้</p>
<p>3</p>	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์บอกลำดับ</p>	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรกำลังประกอบด้วย</p>
<p>4</p>	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p>	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อ กระแสไฟฟ้า ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  <p>คอนแทกแมน K1</p> </div>	<p>แมคเนติกคอนแทกเตอร์ K1 ใช้ส่วนของคอนแทกแมน</p>

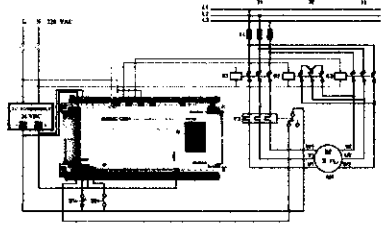
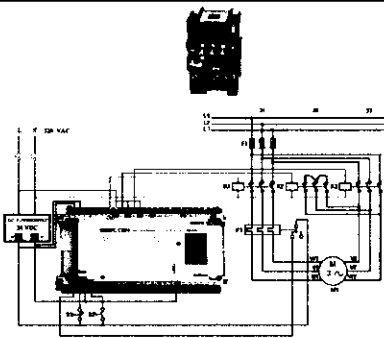
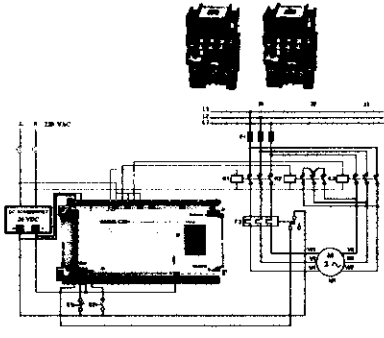
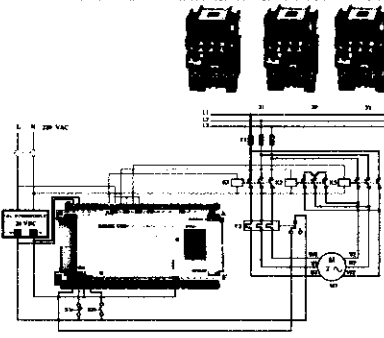
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
5	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ต่อขดลวดแบบสตาร์</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบสตาร์ ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ต่อขดลวดแบบสตาร์</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <p>คอนแทกเกอร์ K2</p> </div>	<p>แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ใช้ส่วนของคอนแทกเมน</p>
6	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ต่อขดลวดแบบเดลต้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบเดลต้า ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ต่อขดลวดแบบเดลต้า</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <p>คอนแทกเกอร์ K3</p> </div>	<p>แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K3 ใช้ส่วนของคอนแทกเมน</p>


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
7	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลัง ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p>  <p style="text-align: right;">ปลั๊กฟิวส์</p>	<p>ปลั๊กฟิวส์</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p>  <p style="text-align: right;">CB 3 เฟส</p>	<p>หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส</p>
8	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p>  <p style="text-align: center;">จุดต่อสาย F3</p>	<p>โอเวอร์โวลติจส์ F3 ใช้ส่วนของจุดต่อสายไฟฟ้า วงจรกำลัง</p>
9	<p style="text-align: center;">การทำงานของวงจรกำลังวงจร สตาร์-เดลต้า</p> 	<p>การทำงานของวงจรกำลังวงจร สตาร์ - เดลต้า โดยอัตโนมัติ</p>
	<p style="text-align: center;">การทำงานของวงจรกำลังวงจร สตาร์-เดลต้า</p> 	<p>เริ่มทำงาน คอยล์ K2 ทำงาน ทำให้คอนแทกเมน K2 เปลี่ยน ตำแหน่งเป็นปิด ต่อวงจร ขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์</p>
	<p style="text-align: center;">การทำงานของวงจรกำลังวงจร สตาร์-เดลต้า</p> 	<p>หลังจาก K2 ทำงานแล้ว ทำให้ค้อยล์ K1 ทำงาน ทำให้คอนแทกเมน K1 เปลี่ยน ตำแหน่งเป็นปิด ต่อวงจร ขดลวดเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนแบบสตาร์</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">การทบทวนของวงจรเคมี วงจร สเตอร์-เคลด้า</p> 	<p>เริ่มนับเวลา</p>
	<p style="text-align: center;">การทบทวนของ วงจรเคมี วงจร สเตอร์-เคลด้า</p> 	<p>เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ทำให้ K2 หยุดทำงาน แล้วทำให้ K3 ทำงาน มอเตอร์ไฟฟ้าหมุน วงจรขดลวดต่อแบบเคลด้า</p>
<p>10</p>	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เบม วงจรควบคุม</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรควบคุมประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เบม วงจรควบคุม</p>  <p style="text-align: center;">โปรแกรมเบมิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>โปรแกรมเบมิลคอนโทรลเลอร์</p>

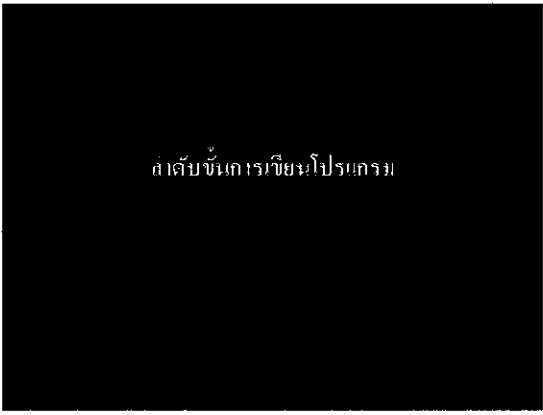

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
11	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อินพุต</p> 	อุปกรณ์อินพุตประกอบด้วย
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อินพุต</p> 	สวิตช์หยุดการทำงาน S1
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อินพุต</p> 	สวิตช์เริ่มการทำงาน S2
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อินพุต</p>  <p style="text-align: right;">กล่องแยก F3</p>	คอนแทคของ โอเวอร์โวลติสรีเลย์ F3

<p>ลำดับที่</p>	<p>ข้อความ/ภาพ</p>	<p>เสียง</p>
<p>12</p>	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอ็ดชุด</p> 	<p>อุปกรณ์เอ็ดชุดประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอ็ดชุด</p> 	<p>คอยล์ของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอ็ดชุด</p> 	<p>คอยล์ของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอ็ดชุด</p> 	<p>และ คอยล์ของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3</p>

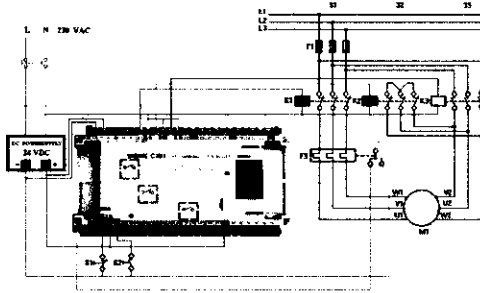
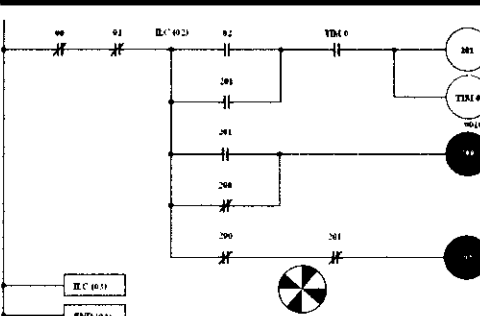
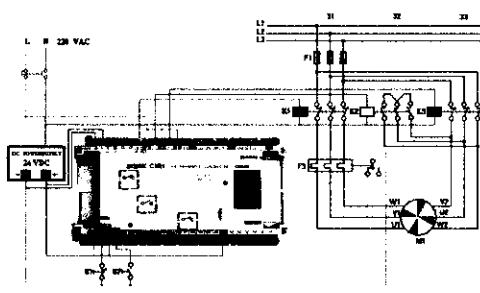
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
13	FI. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	S/I CG ₁ - พลิต โดย	
	S/I CG ₂ - อูทัย สุมาลย์	
	S/I CG ₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน	
	FO. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ	

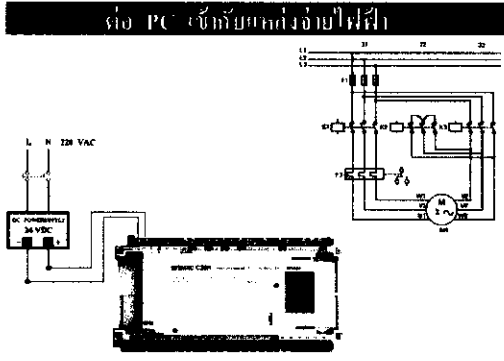
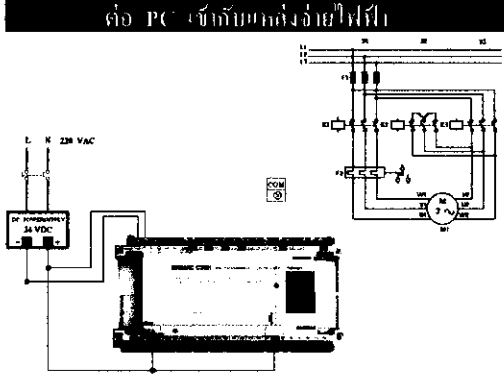
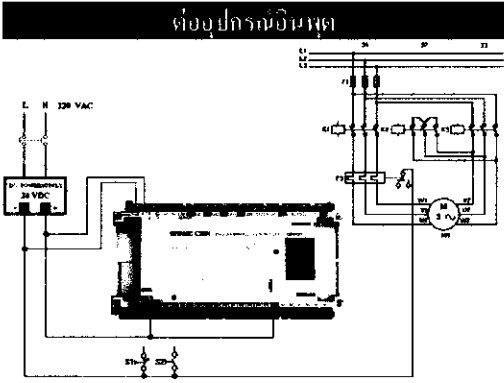
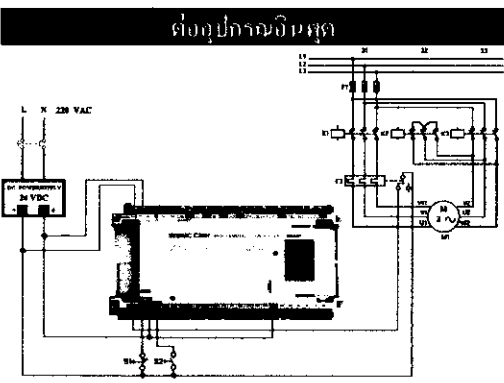
บทสไลด์คอมพิวเตอร์

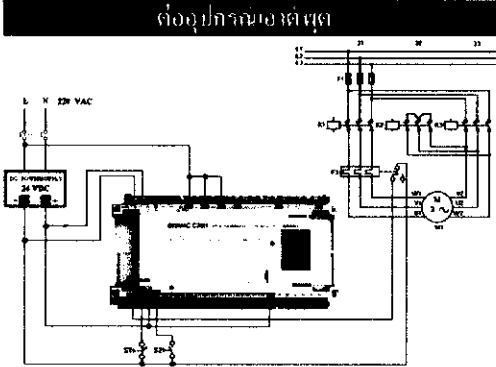
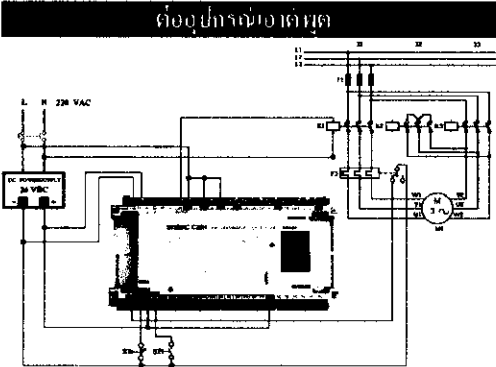
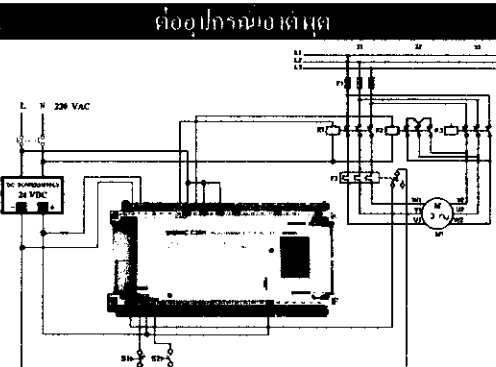
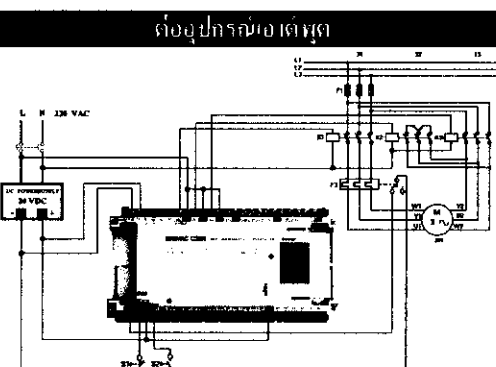
ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
 ประสบการณ์รองที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์



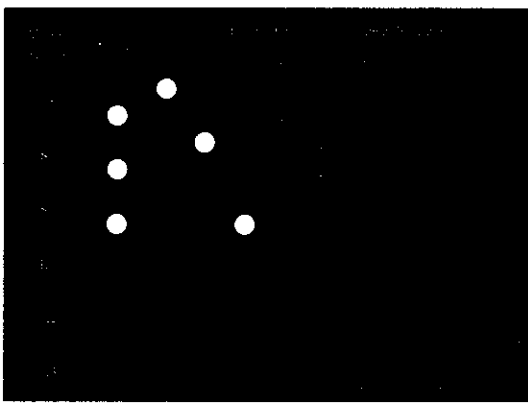
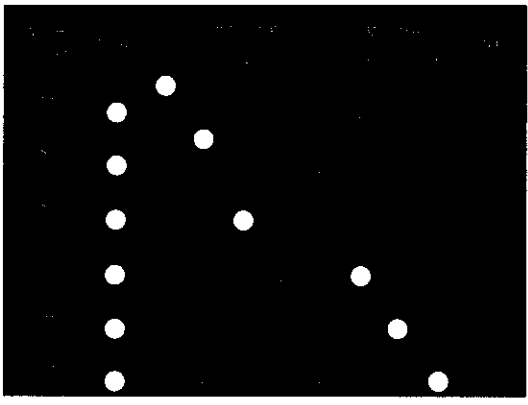
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง																					
1	<p>พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์</p> <p>CG₂ - ประสบการณ์รองที่ 11.1.1</p> <p>CG₃ - การศึกษาการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>CG₄ - เรื่อง</p> <p>CG₅ - ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>FI ดนตรีประจำรายการ</p> <p>↑</p> <p>↓</p> <p>FO ดนตรีประจำรายการ</p>																					
2		<p>ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วย</p>																					
3	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>จุดอินพุต/เอาต์พุต</th> <th>INPL</th> <th>OUTPL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I 3</td> <td>00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>01</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>02</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>-</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>-</td> <td>201</td> </tr> <tr> <td>K3</td> <td>-</td> <td>202</td> </tr> </tbody> </table>	จุดอินพุต/เอาต์พุต	INPL	OUTPL	I 3	00	-	S1	01	-	S2	02	-	K1	-	200	K2	-	201	K3	-	202	<p>การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตัวอย่าง</p> <p>F3 ตำแหน่งอินพุต 00</p> <p>S1 ตำแหน่งอินพุต 01</p> <p>S2 ตำแหน่งอินพุต 02</p> <p>K1 ตำแหน่งเอาต์พุต 200</p> <p>K2 ตำแหน่งเอาต์พุต 201</p> <p>K3 ตำแหน่งเอาต์พุต 202</p>
จุดอินพุต/เอาต์พุต	INPL	OUTPL																					
I 3	00	-																					
S1	01	-																					
S2	02	-																					
K1	-	200																					
K2	-	201																					
K3	-	202																					


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4	<p style="text-align: center;">เขียนแลคเคอร์ไลอะแกรม</p>	<p>เขียนแลคเคอร์ไลอะแกรม ได้ดังนี้</p>
5	<p style="text-align: center;">การทำงานของแลคเคอร์ไลอะแกรม</p>	<p>เมื่ออยู่ในโหมด RUN อินพุต 00 และ 01 อยู่ในสภาวะ On ทำให้ คอนแทค 00 และ 01 ในแลคเคอร์ไลอะแกรม อยู่ในตำแหน่งปิด</p>
6	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิทช์ S2 แล้วปล่อย</p>	<p>เมื่อกดสวิทช์ S2</p>
	<p style="text-align: center;">เมื่อกดสวิทช์ S2 แล้วปล่อย</p>	<p>แล้วปล่อย ทำให้เอาต์พุต 201 และ TIM 0 ทำงาน แล้ว ทำให้เอาต์พุต 200 ทำงาน มอเตอร์ M1 หมุนแบบสตาร์ เริ่มนับเวลาทำงาน</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
7		<p>เอาต์พุต 201 และ 200 ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน วงจรควบคุมต่อแบบสตาร์</p>
8	<p>เมื่อกดสวิทช์ S2 ด้ับปล่อย</p> 	<p>เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ของ TIM 0 ทำให้เอาต์พุต 201 หยุดทำงาน แล้วทำให้เอาต์พุต 202 ทำงาน มอเตอร์ M1 หมุนแบบเคลด้า</p>
9		<p>เอาต์พุต 200 และ 202 ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน วงจรควบคุมต่อแบบเคลด้า</p>
10	<p>การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>	<p>การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
11	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	<p>ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p>
	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ PC เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V</p> <p>(PC บางรุ่น/บางยี่ห้อ มี แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ในตัว)</p>
12	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อขั้วหนึ่งของอุปกรณ์อินพุต ทุกตัวเข้าด้วยกัน แล้วต่อเข้ากับ ขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>ต่อขั้วที่เหลือของอุปกรณ์อินพุต เข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่ กำหนด</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
13	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 - 202 เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับ ขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K1 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับ ขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K2 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K2 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 202 เข้ากับ ขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K3 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K3 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
14		การตรวจสอบการทำงาน
15		ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แล้วสังเกตการแสดงผลที่ อินพุต/เอาต์พุต อินดิเคเตอร์
		ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์อินพุต วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off
		ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off

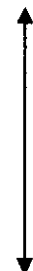
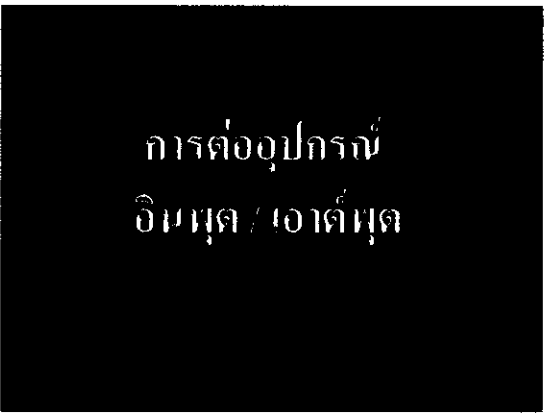
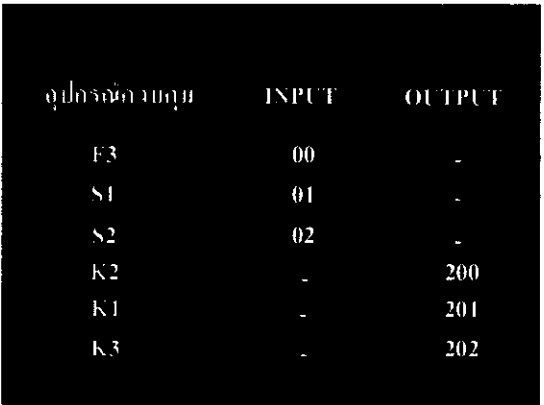
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
16	พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง	FI คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - พลิต โดย	
	CG ₂ - อูทัย สุมาลย์	
	CG ₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน		FO คนตรีประจำรายการ

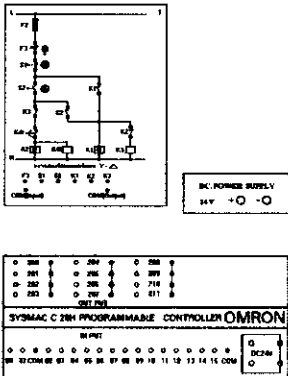
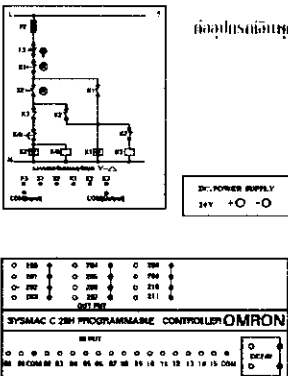
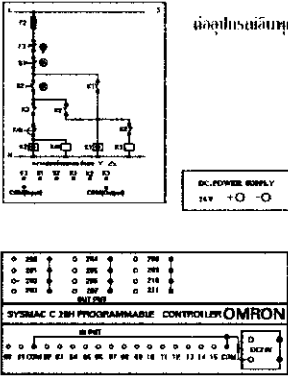
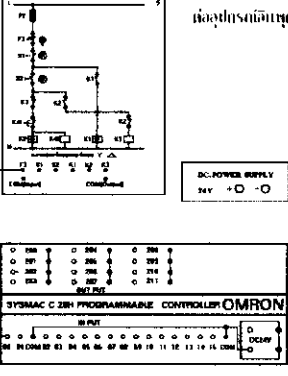
บทมัลติมีเดีย

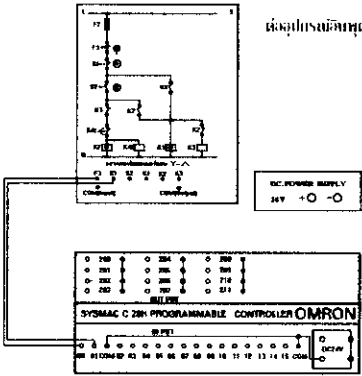
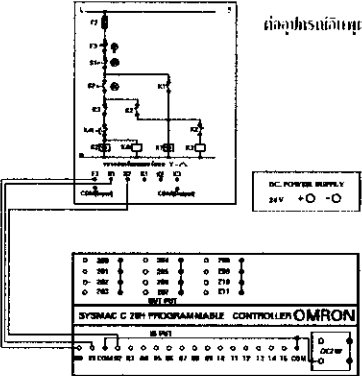
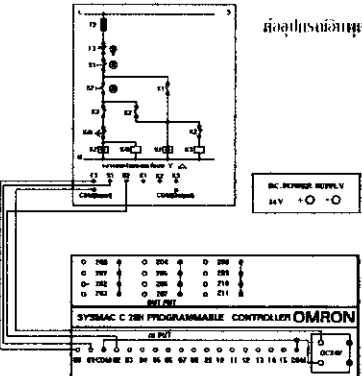
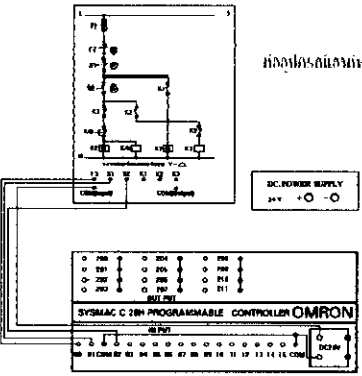
เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ

หน่วยประสงค์การเรียนรู้ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

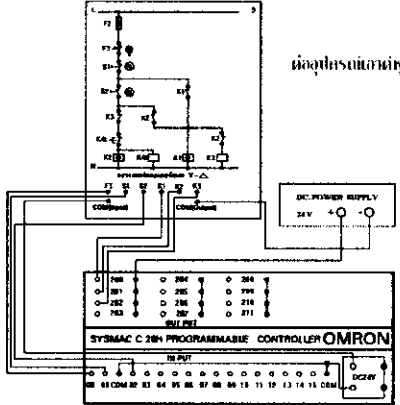
ประสงค์การเรียนรู้ที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง																					
1	FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต CG ₁ - มัลติมีเดีย CG ₂ - เรื่อง CG ₃ - การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ																					
2		การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต																					
3	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>อุปกรณ์ควบคุม</th> <th>INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F3</td> <td>00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>01</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>02</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>-</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>-</td> <td>201</td> </tr> <tr> <td>K3</td> <td>-</td> <td>202</td> </tr> </tbody> </table>	อุปกรณ์ควบคุม	INPUT	OUTPUT	F3	00	-	S1	01	-	S2	02	-	K2	-	200	K1	-	201	K3	-	202	เมื่อกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตาราง
อุปกรณ์ควบคุม	INPUT	OUTPUT																					
F3	00	-																					
S1	01	-																					
S2	02	-																					
K2	-	200																					
K1	-	201																					
K3	-	202																					

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
4		<p>อุปกรณ์ควบคุมใช้ PLC OMRON รุ่น C 28 H และใช้โหลดจำลองหมายเลข 5 แทนโหลดจริง</p>
	<p>ต่ออุปกรณ์เลข</p> 	<p>การต่ออุปกรณ์อินพุต</p>
	<p>ต่ออุปกรณ์ขั้วชุด</p> 	<p>ต่อขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC เข้ากับจุดต่อร่วมอินพุต</p>
	<p>ต่ออุปกรณ์เลข</p> 	<p>ต่อจุดต่อ F3 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 00</p>

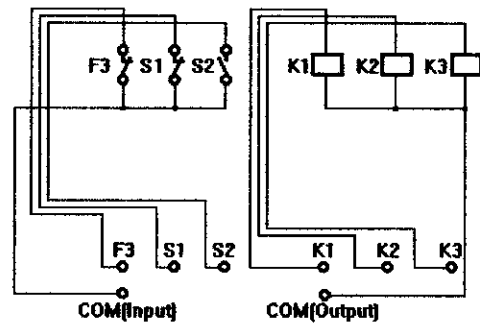
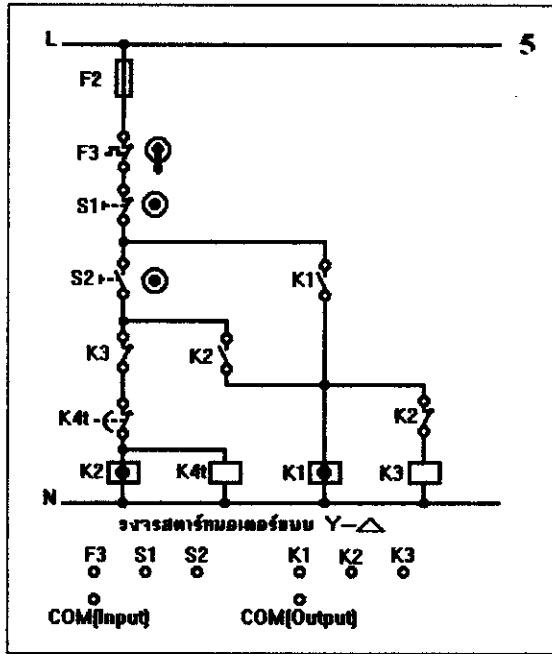
ลำดับที่	ภาพ	เสียง
	 <p>กล่องรับสัญญาณ</p>	<p>ต่อจุดต่อ SI เข้ากับ จุดต่ออินพุต 01</p>
	 <p>กล่องรับสัญญาณ</p>	<p>ต่อจุดต่อ S2 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 02</p>
	 <p>กล่องรับสัญญาณ</p>	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ โหนดจำลองหมายเลข 5 เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC</p>
	 <p>กล่องโหนดจำลอง</p>	<p>การต่ออุปกรณ์แฮตซ์หยุด</p>

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
	<p>ต่อขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอกเข้ากับ จุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 - 202</p>	<p>เสียง</p>
	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับจุดต่อ K1</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับจุดต่อ K1</p>
	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับจุดต่อ K2</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับจุดต่อ K2</p>
	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 202 เข้ากับจุดต่อ K3</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 202 เข้ากับจุดต่อ K3</p>

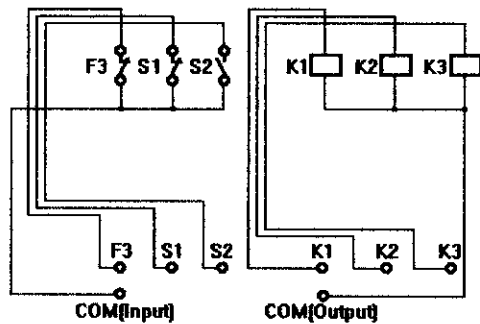
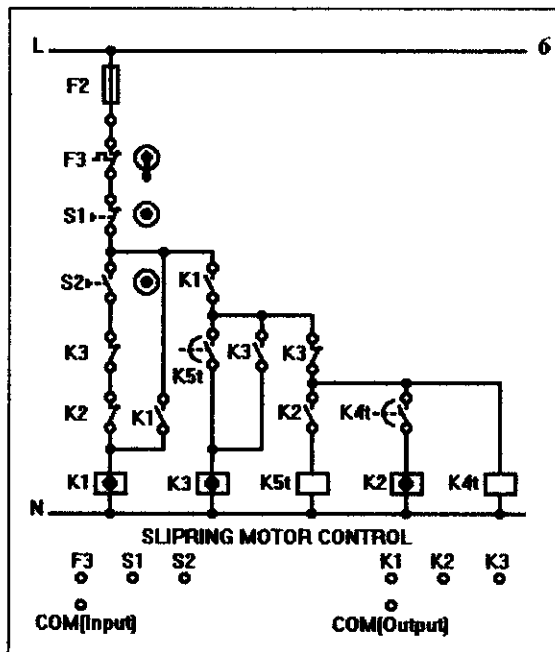
ลำดับที่	ภาพ	เสียง
	 <p style="text-align: center;">มอดูลกรรณแอกต์พุต</p>	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุตของ โหนดจำลองหมายเลข 5 เข้ากับ ขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก</p>
5	<p>FI. ภาพนักศึกษาเขียน โปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p> <p>CG₁ - พลิตโตย</p> <p>CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <p>CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <p>FO. ภาพนักศึกษาเขียน โปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p style="text-align: center;">↕</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

โหลดจำลองหมายเลข 5-6

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลัดกระแสไฟฟ้า
 ประสบการณ์ครั้งที่ 11.1 - 11.2




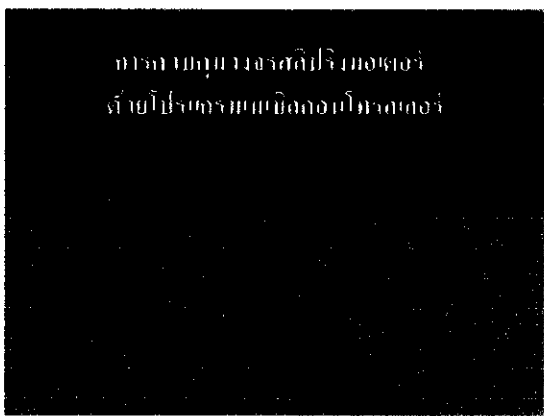
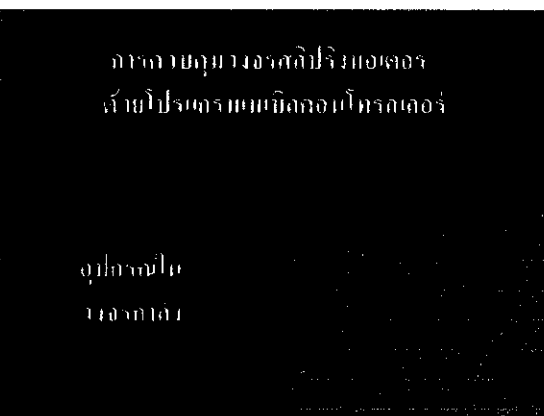
แสดงภาพด้านหน้า และ Wiring Diagram ของโหลดจำลองหมายเลข 5

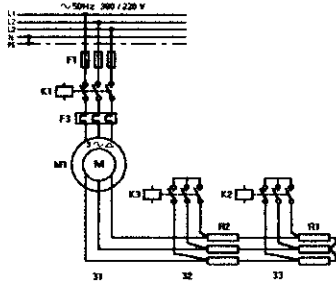
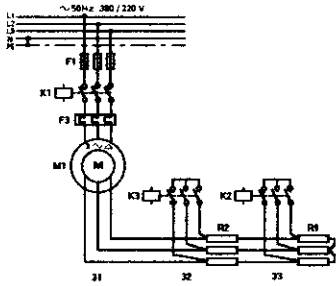
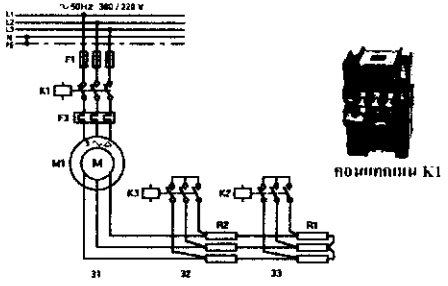


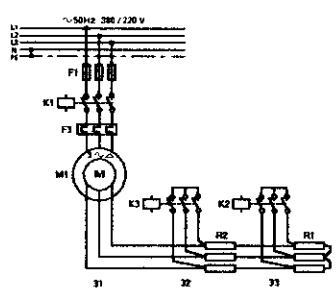
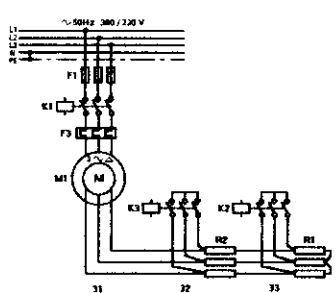
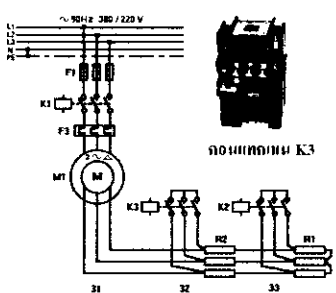
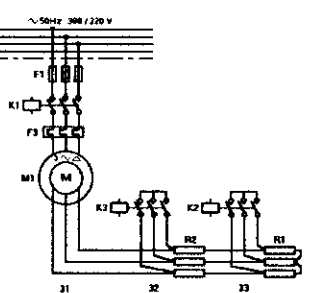
แสดงภาพด้านหน้า และ Wiring Diagram ของโหลดจำลองหมายเลข 6

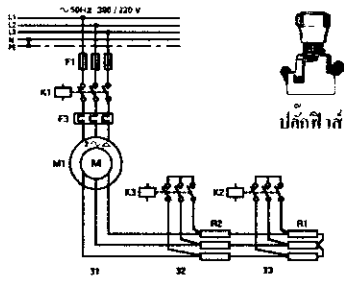
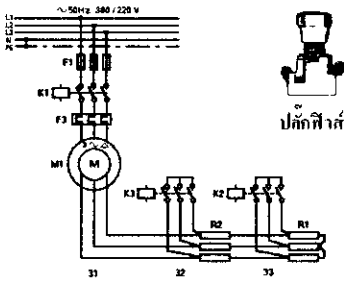
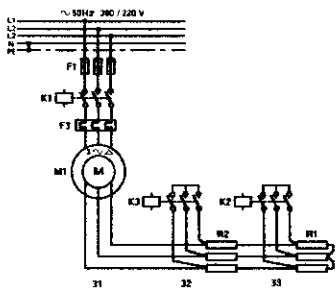
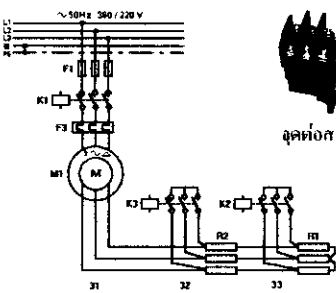
บทคัดย่อ

เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
 ประสบการณ์รองที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

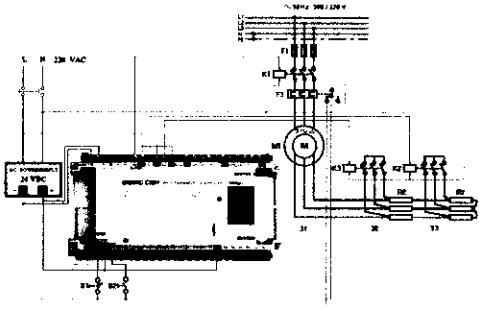
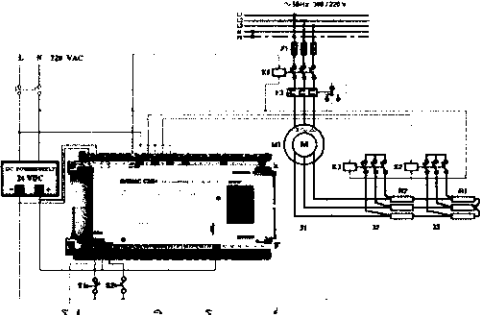
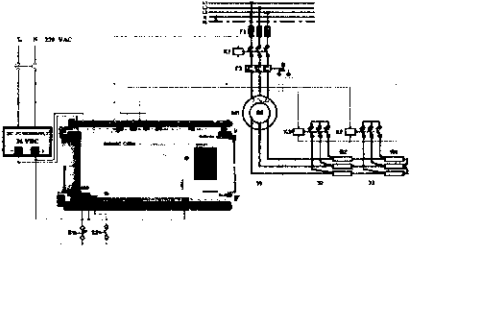
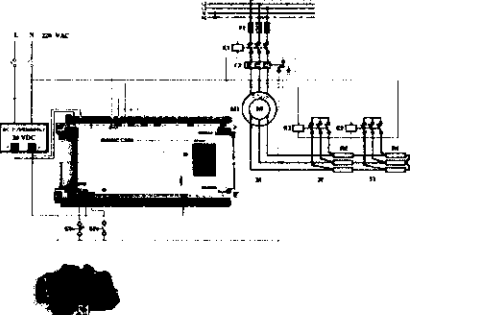
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
1	FI. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - มัดติมีเดีย	
	CG ₂ - เรื่อง	
	CG ₃ - ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	
	FO. ภาพการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	
2		ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย
		

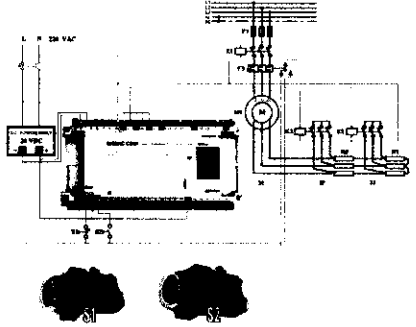
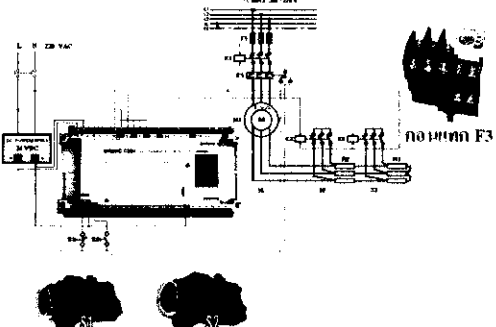
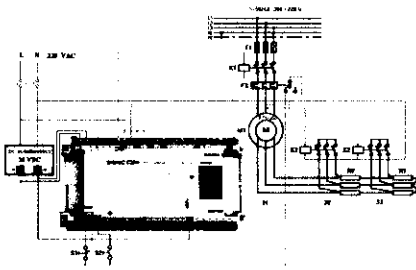
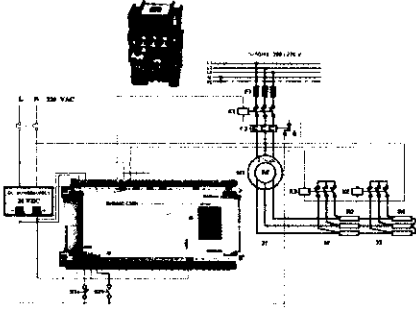
ลำดับที่	ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่องจักร</p> <p style="text-align: center;">ด้วยโปรแกรมชนิดลadder logic</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>อุปกรณ์ใน บอร์ดา้า</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>อุปกรณ์ใน บอร์ดาบคุม</p> </div> </div>	<p>และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้</p>
3	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ใน บอร์ดา้า</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรกำลัง ประกอบด้วย</p>
4	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัด และต่อกระแสไฟฟ้า ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า</p> 	<p>แมคเนติกคอนแทกเตอร์ K1 ใช้ส่วนของคอนแทกเมน</p>

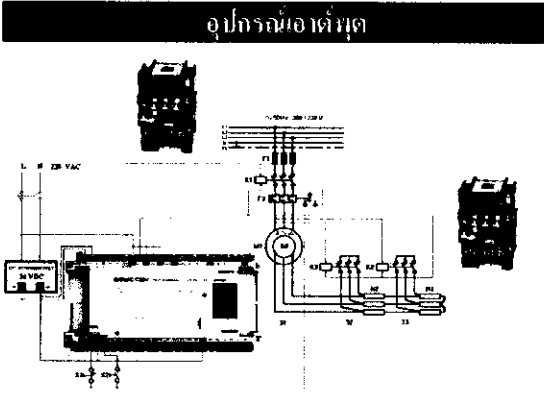
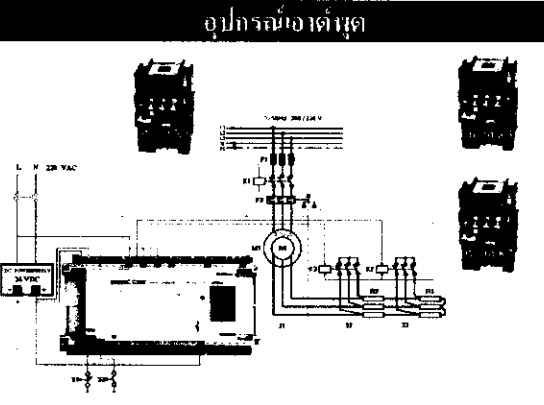
ลำดับที่	ภาพ	เสียง
5	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดตัวเสียบทาบ</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวด้านทานออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์ ได้แก่</p>
5	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดตัวเสียบทาบ</p>  <p style="text-align: center;">คอนแทกเมน K2</p>	<p>แมกเนติกคอนแทกเตอร์ K2 ใช้ส่วนของคอนแทกเมนตัดตัวด้านทานชุดที่ 1 ออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์</p>
5	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ตัดตัวเสียบทาบ</p>  <p style="text-align: center;">คอนแทกเมน K3 คอนแทกเมน K2</p>	<p>แมกเนติกคอนแทกเตอร์ K3 ใช้ส่วนของคอนแทกเมนตัดตัวด้านทานชุดที่ 2 ออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์</p>
6	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลัง ได้แก่</p>

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>ปลั๊กพิวส์</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า</p> 	<p>หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส</p>
<p>7</p>	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p> 	<p>อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า</p> 	<p>โอเวอร์โหลดรีเลย์ F3 ใช้ส่วนของจุดต่อสายไฟฟ้า วงจรกำลัง</p>

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
8	<p style="text-align: center;">การถ่วงเวลาของวงจรลัดวงจรสลิปริงมอเตอร์</p>	<p>การทำงานของวงจรกำลัง วงจรสลิปริงมอเตอร์</p>
	<p style="text-align: center;">การถ่วงเวลาของวงจรลัดวงจรสลิปริงมอเตอร์</p>	<p>เริ่มทำงาน คอยล์ K1 ทำงาน พร้อมกับเริ่มนับเวลา ทำให้ คอนแทกเมน K1 เปลี่ยน ตำแหน่งเป็นปิด ทำให้มอเตอร์ ไฟฟ้า M1 หมุน ตัวต้านทาน ทั้งหมดถูกต่อเข้ากับวงจร ขดลวดโรเตอร์</p>
	<p style="text-align: center;">การถ่วงเวลาของวงจรลัดวงจรสลิปริงมอเตอร์</p>	<p>หลังจาก K1 ทำงานครบตาม เวลาที่ตั้งไว้ทำให้คอยล์ K2 ทำงานพร้อมกับเริ่มนับเวลา ตัดตัวต้านทานชุดที่ 1 ออกจาก วงจรขดลวดโรเตอร์</p>
	<p style="text-align: center;">การถ่วงเวลาของวงจรลัดวงจรสลิปริงมอเตอร์</p>	<p>หลังจาก K2 ทำงานครบตาม เวลาที่ตั้งไว้ทำให้คอยล์ K3 ทำงาน หยุดการทำงานของ คอยล์ K2 และตัดตัวต้านทาน ชุดที่ 2 ออกจากวงจรขดลวด โรเตอร์</p>

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
9	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เบรกจerk</p> 	<p>ส่วนประกอบของอุปกรณ์ ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เบรกจerk</p>  <p style="text-align: center;">โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>
10	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>อุปกรณ์อินพุตประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อินพุต</p> 	<p>สวิตช์หยุดการทำงาน S1</p>

ลำดับที่	ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	<p>สวิทช์เริ่มการทำงาน S2</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	<p>คอนแทก ของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3</p>
11	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	<p>อุปกรณ์แอตต์พุดประกอบด้วย</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์อัตโนมัติ</p> 	<p>คอยล์ของ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1</p>

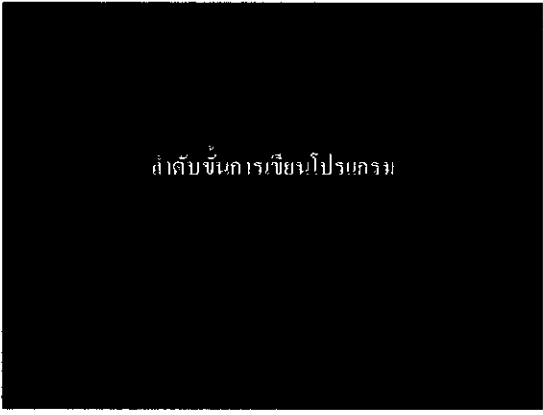
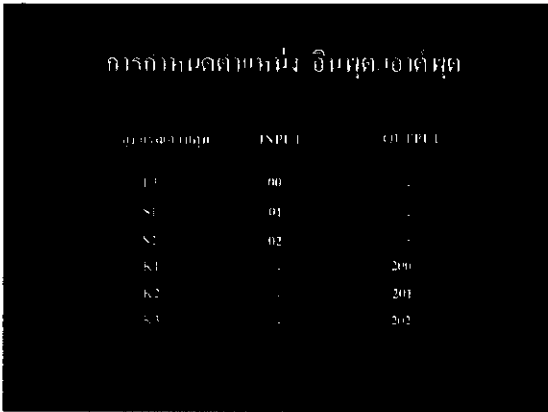
ลำดับที่	ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>คอยล์ของ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2</p>
	<p style="text-align: center;">อุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>และ คอยล์ของ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K3</p>
<p>12</p>	<p>FI. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ</p> <hr/> <p>S/I CG₁ - พลิต โดย</p> <hr/> <p>S/I CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <hr/> <p>S/I CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <hr/> <p>FO. ภาพนักศึกษากำลังอ่านประมวลสาระ</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p style="text-align: center;">↕</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

บทสไลด์คอมพิวเตอร์

ชื่อเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

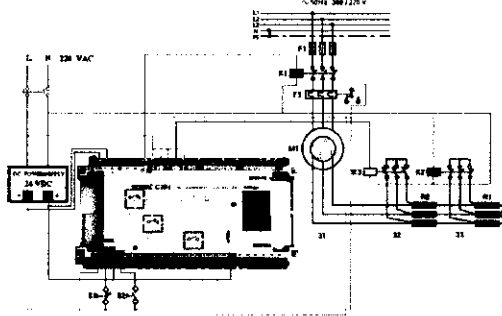
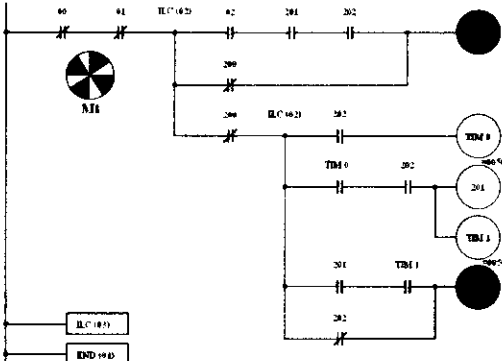
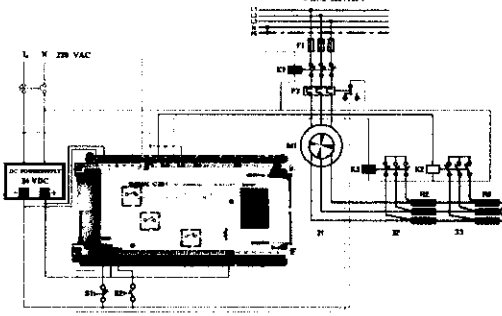
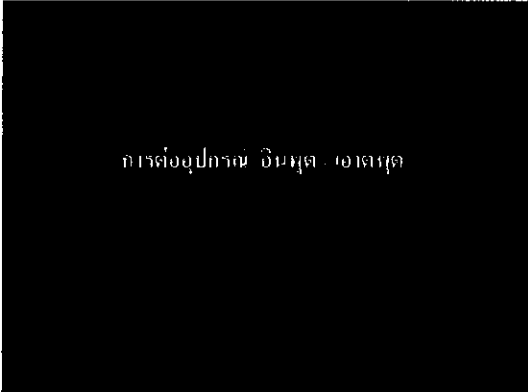
หน่วยประสงค์การเรียนรู้ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

ประสงค์การเรียนรู้ที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

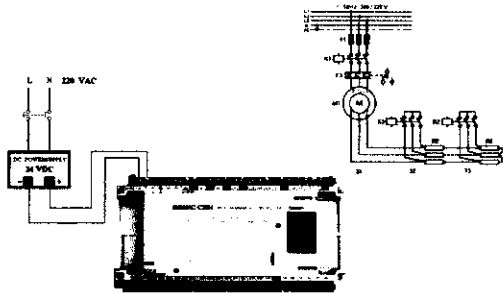
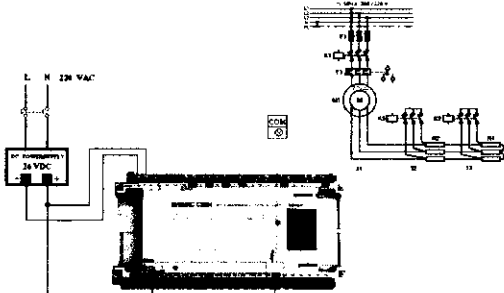
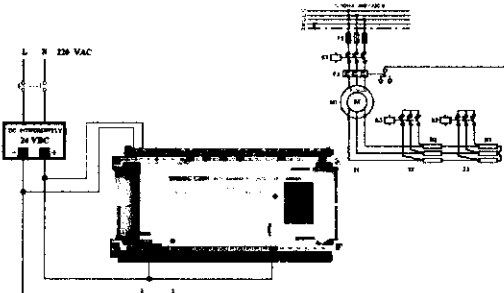
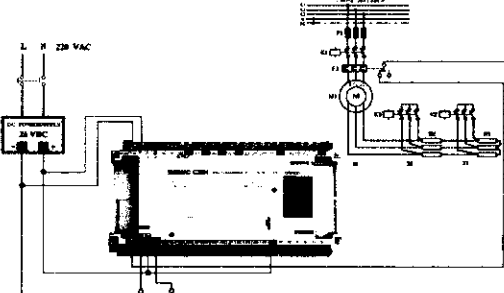
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง																					
1	<p>พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง</p> <p>CG₁ - สไลด์คอมพิวเตอร์</p> <p>CG₂ - ประสิทธิภาพของที่ 11.2.1</p> <p>CG₃ - การศึกษาการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p> <p>CG₄ - เรื่อง</p> <p>CG₅ - ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↑</p> <p>↓</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>																					
2		<p>ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม ประกอบด้วย</p>																					
3	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>อินพุต/เอาต์พุต</th> <th>IN P U T</th> <th>OU T P U T</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I 1</td> <td>00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>01</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>02</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>-</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>-</td> <td>201</td> </tr> <tr> <td>K3</td> <td>-</td> <td>202</td> </tr> </tbody> </table>	อินพุต/เอาต์พุต	IN P U T	OU T P U T	I 1	00	-	S1	01	-	S2	02	-	K1	-	200	K2	-	201	K3	-	202	<p>การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตัวอย่าง</p> <p>F3 ตำแหน่งอินพุต 00</p> <p>S1 ตำแหน่งอินพุต 01</p> <p>S2 ตำแหน่งอินพุต 02</p> <p>K1 ตำแหน่งเอาต์พุต 200</p> <p>K2 ตำแหน่งเอาต์พุต 201</p> <p>K3 ตำแหน่งเอาต์พุต 202</p>
อินพุต/เอาต์พุต	IN P U T	OU T P U T																					
I 1	00	-																					
S1	01	-																					
S2	02	-																					
K1	-	200																					
K2	-	201																					
K3	-	202																					

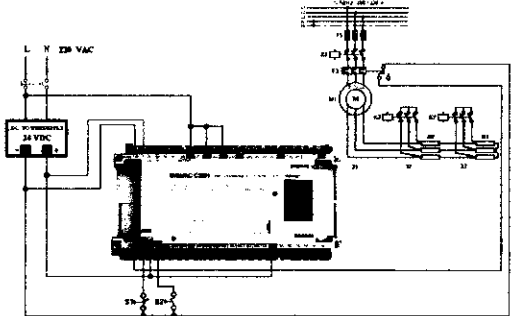
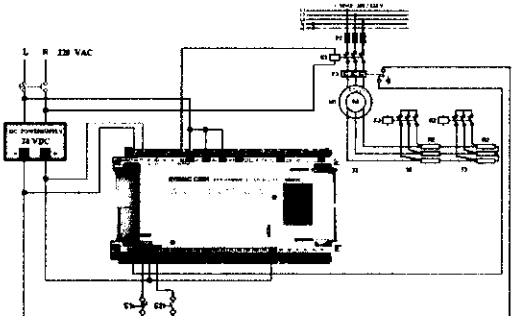
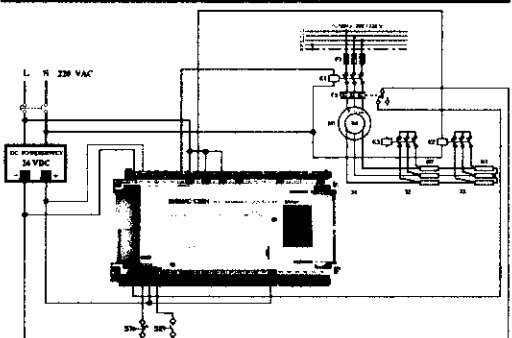
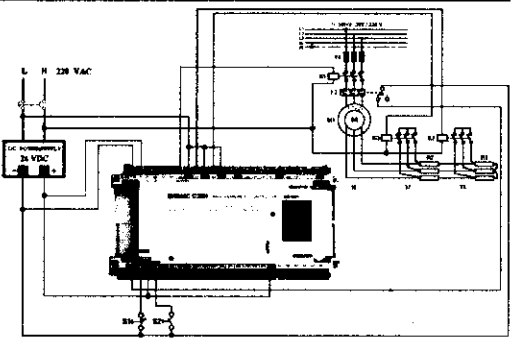
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4	<p>เขียนแลคเกอร์ไดอะแกรม</p>	<p>เขียนแลคเกอร์ไดอะแกรม ได้ ดังนี้</p>
5	<p>การทำงานตาม แลคเกอร์ไดอะแกรม</p>	<p>การทำงานตาม แลคเกอร์ไดอะแกรม</p>
		<p>เมื่ออยู่ในโหมด RUN อินพุต 00 และ 01 อยู่ในสถานะ On ทำให้ คอนแทค 00 และ 01 ในแลคเกอร์ไดอะแกรม อยู่ในตำแหน่งปิด</p>

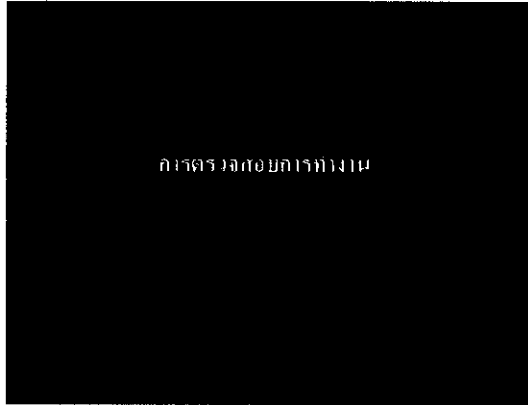
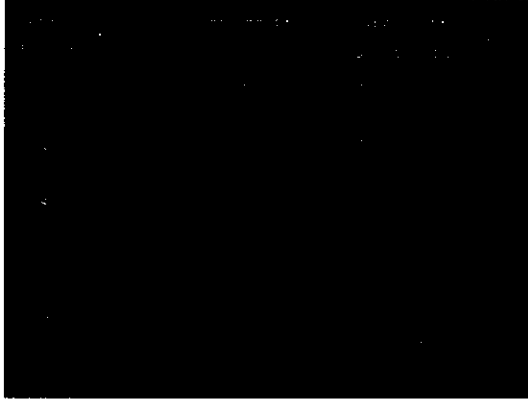
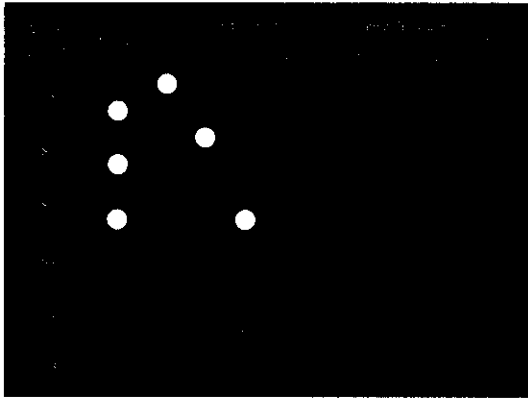
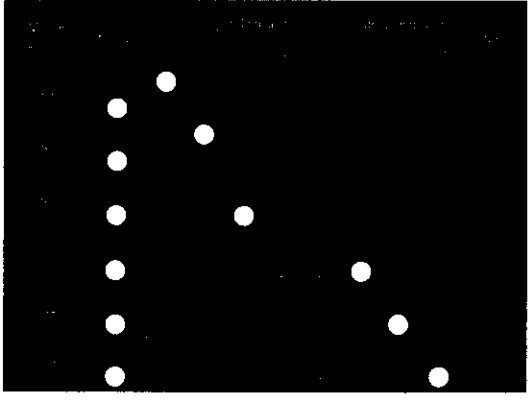
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
6		<p>เมื่อกดสวิตช์ S2 ทำให้ เอาต์พุต 200 ทำงาน</p>
		<p>ปล่อยมือจากสวิตช์ S2 เอาต์พุต 200 ยังคงค้างในตำแหน่ง ทำงาน ทำให้ M1 และ TIM0 ทำงาน เริ่มนับเวลา</p>
7		<p>เอาต์พุต 200 ทำงาน ทำให้ มอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงาน ตัวต้านทานทั้งหมดถูกต้อง เข้ากับวงจรควบคุมโรเตอร์</p>
8		<p>เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ของ TIM 0 ทำให้เอาต์พุต 201 และ TIM 01 ทำงาน เริ่มนับเวลา</p>


ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
9		<p>เอาต์พุต 201 ทำงาน ตัดตัวต้านทานชุดที่ 1 ออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์</p>
10		<p>เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ของ TIM 01 ทำให้เอาต์พุต 202 ทำงาน ตัดการทำงานของ TIM 0 เมื่อ TIM 0 หยุดทำงาน ทำให้ เอาต์พุต 201 และ TIM 01 หยุดทำงาน</p>
11		<p>เอาต์พุต 202 ทำงาน ตัดตัวต้านทานชุดที่ 2 ออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์ ขณะนี้ตัวต้านทานทั้งหมดถูกตัด ออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์</p>
12		<p>การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>

การต่ออุปกรณ์ อินพุต เอาต์พุต

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
13	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
	<p style="text-align: center;">ต่อ PC เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ PC เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V</p> <p>(PC บางรุ่น/บางยี่ห้อ มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ในตัว)</p>
14	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	ต่อขั้วหนึ่งของอุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้าด้วยกัน แล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์อินพุต</p> 	ต่อขั้วที่เหลือของอุปกรณ์อินพุตเข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนด

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
15	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 - 202 เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับ ขั้วคานหนึ่งของคอยล์ K1 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับ ขั้วคานหนึ่งของคอยล์ K2 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K2 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>
	<p style="text-align: center;">ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต</p> 	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 202 เข้ากับ ขั้วคานหนึ่งของคอยล์ K3 ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K3 เข้ากับสาย N ของแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 220 VAC</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
16		การตรวจสอบการทำงาน
17		ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แล้วสังเกตการแสดงผลที่ อินพุต/เอาต์พุต อินดิเคเตอร์
		<p>ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์อินพุต</p> <p>วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off</p>
		<p>ตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต</p> <p>วงกลมสีแดงแทนสถานะ On วงกลมสีขาวแทนสถานะ Off</p>


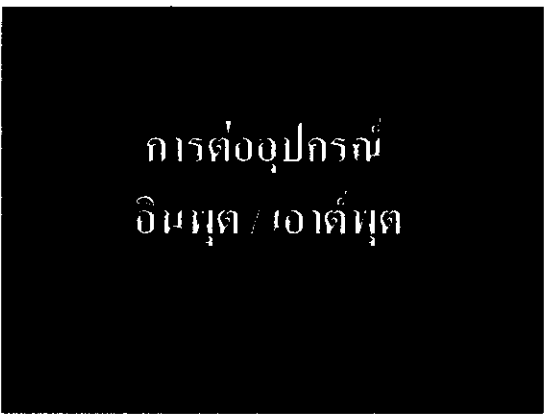
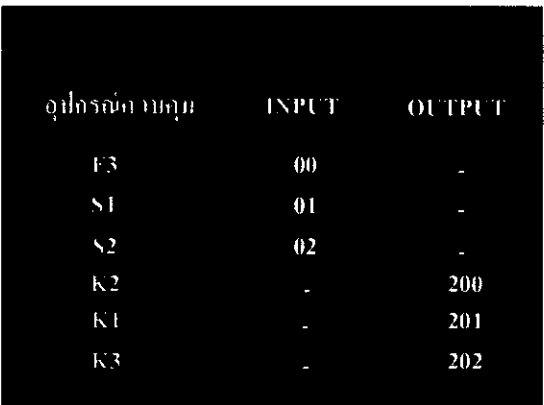
ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
18	พื้นสีน้ำเงินตัวหนังสือสีเหลือง	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ
	CG ₁ - ผลิต โดย	
	CG ₂ - อุทัย สุมามาลย์	
	CG ₃ - แพนกวินช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน	

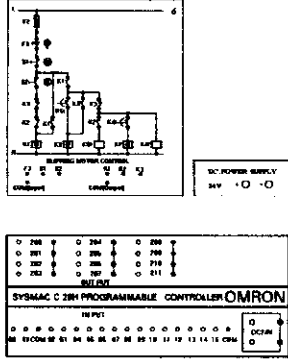
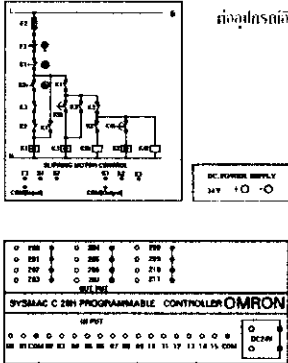
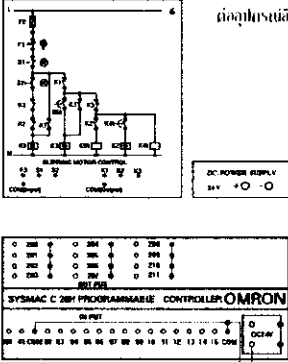
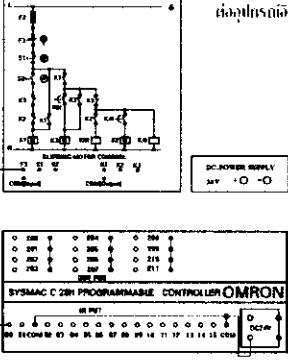
บทมัลติมีเดีย

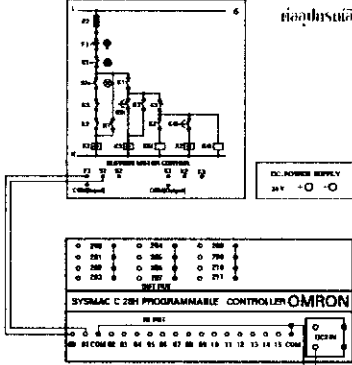
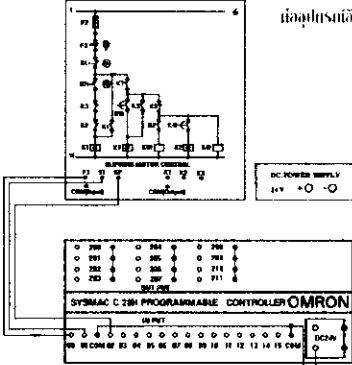
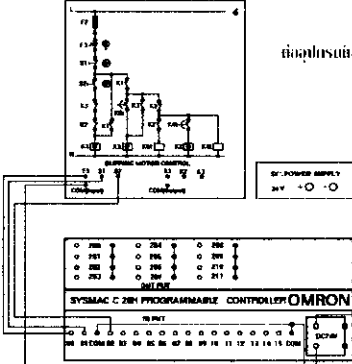
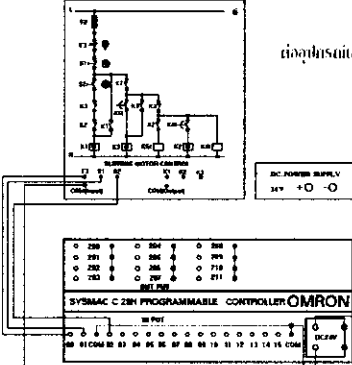
เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ความคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

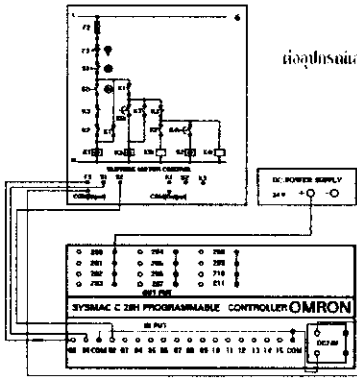
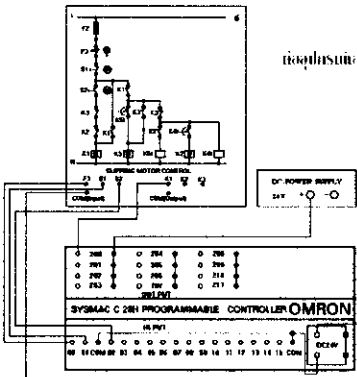
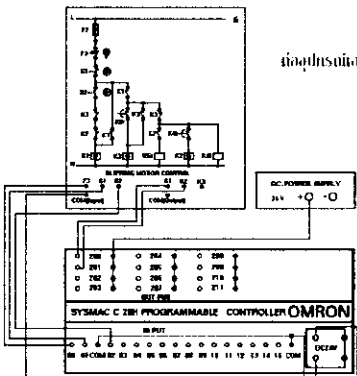
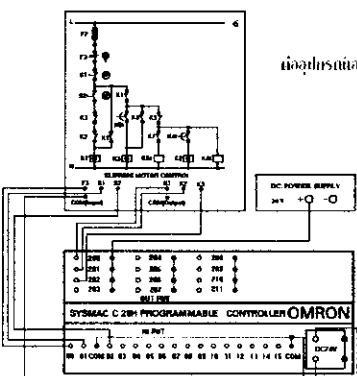
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

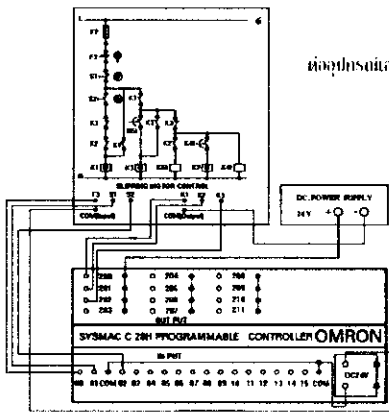
ประสบการณ์รองที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง																					
1	FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต CG ₁ - มัลติมีเดีย CG ₂ - เรื่อง CG ₃ - การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ความคุมวงจร สลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต	FI คนตรีประจำรายการ  FO คนตรีประจำรายการ																					
2		การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต																					
3	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>อุปกรณ์ที่ควบคุม</th> <th>INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F3</td> <td>00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S1</td> <td>01</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>S2</td> <td>02</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>-</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>K1</td> <td>-</td> <td>201</td> </tr> <tr> <td>K3</td> <td>-</td> <td>202</td> </tr> </tbody> </table>	อุปกรณ์ที่ควบคุม	INPUT	OUTPUT	F3	00	-	S1	01	-	S2	02	-	K2	-	200	K1	-	201	K3	-	202	เมื่อกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังตาราง
อุปกรณ์ที่ควบคุม	INPUT	OUTPUT																					
F3	00	-																					
S1	01	-																					
S2	02	-																					
K2	-	200																					
K1	-	201																					
K3	-	202																					

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
4		<p>อุปกรณ์ควบคุมใช้ PLC OMRON รุ่น C 28 H และใช้โหนดจำลองหมายเลข 6 แทนโหนดจริง</p>
		<p>การต่ออุปกรณ์อินพุต</p>
		<p>ต่อขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC เข้ากับจุดต่อร่วมอินพุต</p>
		<p>ต่อจุดต่อ F3 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 00</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	<p style="text-align: center;">ตัวอย่างสเก็มทูด</p> 	<p>ต่อจุดต่อ S1 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 01</p>
	<p style="text-align: center;">ตัวอย่างสเก็มทูด</p> 	<p>ต่อจุดต่อ S2 เข้ากับ จุดต่ออินพุต 02</p>
	<p style="text-align: center;">ตัวอย่างสเก็มทูด</p> 	<p>ต่อจุดต่อร่วมอินพุตของ โหลดจำลองหมายเลข 6 เข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายใน PLC</p>
	<p style="text-align: center;">ตัวอย่างสเก็มทูด</p> 	<p>การต่ออุปกรณ์แอคทีฟ</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	 <p>ต่อปลั๊กอินเทอร์เฟซ</p>	<p>ต่อขั้วบวกของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอกเข้ากับ จุดต่อร่วมเอาต์พุต 200 - 202</p>
	 <p>ต่อปลั๊กอินเทอร์เฟซ</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 200 เข้ากับจุดต่อ K1</p>
	 <p>ต่อปลั๊กอินเทอร์เฟซ</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 201 เข้ากับจุดต่อ K2</p>
	 <p>ต่อปลั๊กอินเทอร์เฟซ</p>	<p>ต่อจุดต่อเอาต์พุต 202 เข้ากับจุดต่อ K3</p>

ลำดับที่	ข้อความ/ภาพ	เสียง
	 <p>หตุอุปกรณ์เอาต์พุต</p>	<p>ต่อจุดต่อร่วมเอาต์พุต ของโหนดจำลองหมายเลข 6 เข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่าย 24 VDC ภายนอก</p>
5	<p>FI. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p> <p>CG₁ - พลิตโคย</p> <p>CG₂ - อุทัย สุมาลย์</p> <p>CG₃ - แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน</p> <p>FO. ภาพนักศึกษาเขียนโปรแกรม ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต</p>	<p>FI คนตรีประจำรายการ</p> <p>↕</p> <p>FO คนตรีประจำรายการ</p>

**เครื่องมือประเมิน
หน่วยประสบการณ์ที่ 11**

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

หน่วยประเมินครั้งที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

ประเมินครั้งที่ 11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประเมินครั้งที่ 11.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์มอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง ให้ประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นรายกลุ่ม ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานและหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
1. ชั้นเตรียม		
1.1 เตรียม วัสดุ/อุปกรณ์	3	3 เตรียม 0 ไม่เตรียม
1.2 ตรวจสอบ วัสดุ/อุปกรณ์	3	3 ปฏิบัติ 0 ไม่ปฏิบัติ
รวม	6	
2. ชั้นปฏิบัติ		
2.1 เขียนโปรแกรม	10	10 ถูกต้องทั้งหมดจากการตรวจครั้งที่ 1 8 ถูกต้องทั้งหมดหลังการแก้ไข 5 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป 0 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50
2.2 ต่ออุปกรณ์อินพุต	10	(ข้อที่ 2.1 – 2.4 ใช้เกณฑ์เดียวกัน)
2.3 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	10	
2.4 การทำงานของโปรแกรม	10	
รวม	40	
3. ชั้นผลสำเร็จ		
3.1 ตอบคำถาม	20	
3.1.1 การเขียนโปรแกรม		5 ถูกต้องทั้งหมด 3 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป 1 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป แต่ไม่ถึงร้อยละ 75 0 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
3.1.2 การต่ออุปกรณ์อินพุต 3.1.3 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต 3.1.4 การทำงานของโปรแกรม 3.2 การนำเสนอผลงานต่อครูและเพื่อน 3.3 การวิพากษ์งานเพื่อน 3.4 รายงานผลการปฏิบัติงาน	10 5 5	(ข้อที่ 3.1.1 – 3.1.4 ใช้เกณฑ์เดียวกัน) 10 ถูกต้องครบถ้วน การนำเสนอดี 8 ถูกต้องครบถ้วน การนำเสนอไม่ดี 5 เนื้อหาไม่ครบถ้วน การนำเสนอดี 1 เนื้อหาไม่ครบถ้วน การนำเสนอไม่ดี 5 ชักถามและเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์ 2 ชักถามไม่เสนอแนะ 0 ไม่เสนอแนะ ไม่ชักถาม 5 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน รูปแบบถูกต้อง 3 เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน รูปแบบไม่ถูกต้อง 2 เนื้อหาถูกต้องแต่ไม่ครบ รูปแบบถูกต้อง 1 เนื้อหาถูกต้องแต่ไม่ครบ รูปแบบไม่ถูกต้อง
รวม	40	
4. ชั้นกึ่งนิสัยการปฏิบัติงาน 4.1 การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ 4.2 การเก็บวัสดุอุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน 4.3 รักษาความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน 4.4 ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด	2 2 5 5	2 ทำสม่ำเสมอ 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ 2 ทำสม่ำเสมอ 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ 5 สะอาด 0 ไม่สะอาด 5 ใช้เวลาพอดี 3 เลขเวลาไม่เกิน 10 นาที 0 เลขเวลาเกิน 10 นาที
รวม	14	
รวมทั้งหมด	100	

เกณฑ์การประเมินผล

ต้องได้คะแนนขั้นปฏิบัติไม่น้อยกว่า 32 คะแนน และคะแนนขั้นผลสำเร็จไม่น้อยกว่า 25 คะแนน
ใต้อักษร A-D ตามระดับผลการประเมิน ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน ใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนนรวม 80 คะแนน ขึ้นไป	ดีมาก	แสดงด้วยอักษร A
คะแนนรวม 70-79 คะแนน	ดี	แสดงด้วยอักษร B
คะแนนรวม 50-69 คะแนน	ปานกลาง	แสดงด้วยอักษร C
คะแนนรวมไม่ถึง 50 คะแนน	ต้องปรับปรุง	แสดงด้วยอักษร D

ตารางบันทึกการประเมินผลการปฏิบัติงาน

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

ประสบการณ์รองที่ 11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 11.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง 1. บันทึกคะแนนตรงกับหัวข้อการประเมินและกลุ่ม

2. บันทึกผลการประเมินด้วยตัวอักษรแทนความหมายระดับผลการประเมิน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน / หัวข้อการประเมิน		คะแนน / กลุ่ม									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ขั้น เตรียม	เตรียมเครื่องมือ										
	เตรียมอุปกรณ์										
ขั้น ปฏิบัติ	เขียนโปรแกรม										
	ต่ออุปกรณ์อินพุต										
	ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต										
	การทำงานของโปรแกรม										
ขั้นผล สำเร็จ	ตอบ	การเขียนโปรแกรม									
		การต่ออุปกรณ์อินพุต									
	คำถาม	ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต									
		การทำงานของโปรแกรม									
การนำเสนอผลงานต่อครูและเพื่อน											
การวิพากษ์งานเพื่อน											
รายงานผลการปฏิบัติงาน											
ขั้น กิจ นิสัย	การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์										
	การเก็บวัสดุอุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน										
	รักษาความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน										
	ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด										
รวมคะแนน											
ผลการประเมิน (A, B, C)											

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

คำชี้แจง ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นรายกลุ่ม ตามหัวข้อการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด

หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	5	5 สม่ำเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่มีความรับผิดชอบ
2. ความตั้งใจในการทำงาน	5	5 สม่ำเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่ตั้งใจ
3. ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน	5	5 สม่ำเสมอ 3 เป็นบางครั้ง 1 ไม่ให้ความร่วมมือหรือร่วมมืออย่างไม่เต็มใจ
4. การแก้ปัญหา	5	5 ร่วมกันแก้ปัญหจนสำเร็จทุกเรื่อง 3 ร่วมกันแก้ปัญหาได้บางเรื่อง 1 แก้ปัญหาไม่ได้
5. การแสดงความคิดเห็นและการรับฟังผู้อื่น	5	5 ทำอย่างสม่ำเสมอ 3 ทำเป็นบางครั้ง 1 ไม่แสดงความคิดเห็นและรับฟังผู้อื่น

เกณฑ์การประเมินผล

ใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

23 คะแนนขึ้นไป	ดี	แสดงด้วยอักษร A ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน
15 – 22 คะแนน	พอใช้	แสดงด้วยอักษร B ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน
1 – 14 คะแนน	ต้องปรับปรุง	แสดงด้วยอักษร C ในตารางบันทึกผลการปฏิบัติงาน

ตารางบันทึกการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลกระแสไฟฟ้า

- คำชี้แจง**
1. บันทึกคะแนนตรงกับหัวข้อการประเมินและกลุ่ม
 2. บันทึกผลการประเมินด้วยตัวอักษรแทนความหมายระดับผลการประเมิน

หัวข้อการประเมิน	คะแนน / กลุ่ม									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน										
2. ความตั้งใจในการทำงาน										
3. ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน										
4. การแก้ปัญหา										
5. การแสดงความคิดเห็นและการรับฟังผู้อื่น										
รวมคะแนน										
ผลการประเมิน (A, B, C)										

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....

แบบประเมินผลการทดสอบภาคปฏิบัติ

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

ประสบการณ์รองที่ 11.1.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 11.2.2 การปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์มอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง ให้ประเมินผลการทดสอบภาคปฏิบัติ ก่อน/หลัง เષิฐประสบการณ์

หัวข้อการประเมิน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้สังเกต
1. ตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต	5	5 ถูกต้องทั้งหมด
2. ตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต	5	3 ถูกเกินร้อยละ 50 แต่ไม่ถึงร้อยละ 100 1 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50 0 ไม่ถูกต้อง (ข้อที่ 1 – 2 ใช้เกณฑ์เดียวกัน)

ภาคที่ 3
คู่มือเผชิญประสบการณ์
(สำหรับนักศึกษา)

วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

คู่มือเผชิญประสบการณ์

วิทยาลัย..... อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน
ชื่อ..... เลขที่.....
กลุ่มที่..... ระดับชั้น.....
วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

คำนำ

คู่มือเผชิญประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง เป็นส่วนหนึ่งของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ คู่มือเผชิญประสบการณ์นี้ เป็นเอกสารประจำตัวของนักศึกษา มีไว้สำหรับเผชิญประสบการณ์ตามภารกิจและงานที่กำหนดให้ ผู้ผลิตคาดหวังว่าคู่มือเผชิญประสบการณ์นี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาในการปฏิบัติภารกิจและงาน ทำให้เกิดการเรียนรู้ครอบคลุมด้าน ทักษะพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย พร้อมทั้งสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริงต่อไป

ส่วนดีของคู่มือเผชิญประสบการณ์นี้ขอมอบให้นักศึกษาทุกคนที่ได้ใช้งาน ขอบทพรวงใด ๆ ที่อาจมีผู้ผลิตยินดีรับฟังคำติชมด้วยความเต็มใจยิ่ง

อุทัย สุมาลย์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	649
- ขั้นตอนการเรียนแบบอิงประสบการณ์.....	651
- ส่วนประกอบของคู่มือเผชิญประสบการณ์.....	652
- การใช้คู่มือเผชิญประสบการณ์.....	652
- การใช้ประมวลสาระ.....	653
- การใช้สไลด์คอมพิวเตอร์.....	653
- การใช้มัลติมีเดีย.....	653
- การใช้โหลจําลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.....	654
- บทบาทนักศึกษา.....	654
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว.....	655
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ.....	701
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า.....	747

ขั้นตอนการเรียนแบบอิงประสบการณ์

ขั้นตอนการเรียนแบบอิงประสบการณ์มี 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) ทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ (2) ปฐมนิเทศการเผชิญประสบการณ์ (3) เผชิญประสบการณ์ (4) รายงานความก้าวหน้า (5) รายงานผลการเผชิญประสบการณ์ (6) สรุปผลการเผชิญประสบการณ์ และ (7) ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์

1. ทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ เป็นการทดสอบนักศึกษาก่อนเผชิญประสบการณ์ โดยใช้แบบทดสอบภาคทฤษฎีแบบปรนัยชนิดตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน

2. ปฐมนิเทศการเผชิญประสบการณ์ เป็นการแนะนำประสบการณ์หลักและประสบการณ์รองที่นักศึกษาต้องเผชิญ แจงวัตถุประสงค์ของประสบการณ์ เสนอบริบทและสถานการณ์ อธิบายขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์ตามภารกิจและงานที่กำหนดให้ สื่อที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ และ แนวทางการประเมิน

3. เผชิญประสบการณ์ เป็นการเผชิญประสบการณ์ตามขั้นตอนของภารกิจและงานตามแผนเผชิญประสบการณ์ ประกอบด้วยการเรียนรู้กับครู (TDL) การเรียนรู้กับเพื่อน (PDL) และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (SDL)

การเรียนรู้กับครู (TDL) เป็นการเรียนที่ครูกำกับการเรียนรู้ ได้แก่ ให้คำแนะนำ สังเกตพฤติกรรม กลุ่ม วิพากษ์ผลงาน สรุปผล สรุปเนื้อหาสาระ และ ตรวจสอบฝึกหัด

การเรียนรู้กับเพื่อน (PDL) เป็นการเรียนที่เพื่อนกำกับการเรียนรู้ ได้แก่ การวางแผนขั้นตอนในการทำงาน ร่วมมือกันปฏิบัติงาน นำเสนอผลการปฏิบัติงาน และ ประเมินผลการปฏิบัติงาน

การเรียนรู้ด้วยตนเอง (SDL) เป็นการเรียนที่ให้นักศึกษารู้ตามความสามารถของตนเอง โดยคำนึงถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคล ได้แก่ อ่านประมวลสาระ การศึกษาจากมัลติมีเดีย การฝึกปฏิบัติ และการทำแบบฝึกหัด

4. รายงานความก้าวหน้า ให้นักศึกษารายงานความก้าวหน้าภารกิจที่สำคัญที่ได้เผชิญประสบการณ์ ให้ครูทราบ

5. รายงานผลการเผชิญประสบการณ์ ให้นักศึกษานำเสนอผลงานจากการเผชิญประสบการณ์

6. สรุปผลการเผชิญประสบการณ์ นักศึกษาและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระตามขั้นตอนการเผชิญประสบการณ์

7. ประเมินหลังเผชิญประสบการณ์ เป็นการทดสอบนักศึกษาหลังเผชิญประสบการณ์ โดยใช้แบบทดสอบภาคทฤษฎีแบบปรนัยชนิดตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และ แบบทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน

ส่วนประกอบของคู่มือเผชิญประสบการณ์

ส่วนประกอบของคู่มือเผชิญประสบการณ์ ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ (2) แผนเผชิญประสบการณ์ (3) แบบฝึกปฏิบัติ (4) แบบฝึกหัด และ (5) แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์

1. แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ เป็นการประเมินระดับความรู้ของนักศึกษาก่อนเผชิญประสบการณ์ เป็นแบบทดสอบคู่ขนานแบบปรนัยชนิดตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ

2. แผนเผชิญประสบการณ์ เป็นแผนที่นำไปสู่การเผชิญประสบการณ์ ประกอบด้วยประสบการณ์ การกิจ งาน วิธีการ เนื้อหา บริบท สื่อ/แหล่งความรู้ สิ่งอำนวยความสะดวก และการประเมิน

ภารกิจและงานเป็นส่วนสำคัญที่นักศึกษาต้องปฏิบัติตามรายละเอียดของการเผชิญประสบการณ์

3. แบบฝึกปฏิบัติ ใช้ควบคู่กับแผนเผชิญประสบการณ์ นักศึกษาต้องทำภารกิจและงานลงในแบบฝึกปฏิบัติ ได้แก่ การบันทึกสาระสำคัญ การทำกิจกรรมกลุ่ม การฝึกปฏิบัติ การเสนอผลงาน การประเมินผลการปฏิบัติงาน

4. แบบฝึกหัด วัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยมี 2 ตอน คือ (1) เป็นแบบเติมคำ 10 ข้อ และ (2) แบบเขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์ 5 ข้อ

5. แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ เป็นการวัดระดับความรู้ของนักศึกษา หลังจากเผชิญประสบการณ์ เป็นแบบทดสอบคู่ขนานแบบปรนัยชนิดตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบภาคปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ

การใช้คู่มือเผชิญประสบการณ์

การใช้คู่มือเผชิญประสบการณ์ มีขั้นตอนดังนี้

1. นักศึกษาต้องทำแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ตามเวลาที่กำหนด
2. นักศึกษาต้องอ่านแผนเผชิญประสบการณ์อย่างละเอียด เพื่อปฏิบัติภารกิจและงานตามแผนเผชิญประสบการณ์
3. นักศึกษาต้องทำแบบฝึกปฏิบัติทุกภารกิจและงานอย่างครบถ้วน
4. นักศึกษาต้องตรวจสอบแบบฝึกปฏิบัติทุกภารกิจและงานให้เรียบร้อย
5. นักศึกษาต้องทำแบบฝึกหัด ตามเวลาที่กำหนด
6. นักศึกษาต้องทำแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ตามเวลาที่กำหนด
7. นักศึกษาต้องตรวจสอบคำตอบของแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ ในส่วนที่เป็นแบบทดสอบด้านพุทธิพิสัย และแบบฝึกหัดอย่างละเอียดครบถ้วน
8. นักศึกษาต้องตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน จากการทำแบบทดสอบด้านทักษะพิสัยก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ อย่างละเอียด

การใช้ประมวลสาระ

ประมวลสาระเป็นสื่อหลักในการเผชิญประสบการณ์มีชีวิตการใช้ ดังนี้

1. นักศึกษาต้องศึกษาแผนผัง แนวคิด และแผนการสอนแบบอิงประสบการณ์อย่างละเอียด
2. นักศึกษาใช้ประมวลสาระร่วมกับสื่อเสริมอื่น ๆ ในการเผชิญประสบการณ์ตามภารกิจและงานที่กำหนดให้
3. นักศึกษาต้องอ่านเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องให้เข้าใจ และบันทึกสาระสำคัญในแบบฝึกปฏิบัติ
4. นักศึกษาใช้อ่านทบทวนเนื้อหาสาระได้ ในเรื่องที่ยังไม่เข้าใจ
5. ประมวลสาระนี้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระที่นักศึกษาสามารถนำไปศึกษาได้ด้วยตัวเอง นักศึกษาจึงสามารถขยับไปศึกษานอกเวลาเรียนปกติได้
6. การใช้ศึกษานอกเวลาเรียนร่วมกับสื่อเสริมอื่น ๆ เช่น มัลติมีเดีย สไลด์คอมพิวเตอร์ สามารถใช้สื่อเสริมดังกล่าวได้จากมูมคอมพิวเตอร์ หรือนักศึกษาสามารถขยับผ่าน ซี.ดี. ไปศึกษานอกห้องเรียนได้

การใช้สไลด์คอมพิวเตอร์

สไลด์คอมพิวเตอร์เป็นสื่อเสริมประจำแต่ละหน่วยประสบการณ์มีชีวิตการใช้ ดังนี้

1. นักศึกษาชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยายจากครู ตามภารกิจและงานที่กำหนดไว้
2. การใช้ศึกษาด้วยตัวเอง นักศึกษาใช้สไลด์คอมพิวเตอร์เรื่องขั้นตอนการควบคุมของทุกประสบการณ์หลัก ในแต่ละหน่วยประสบการณ์ของชุดการสอนนี้ร่วมกับประมวลสาระ โดยผู้ผลิตได้ติดตั้งไว้ในคอมพิวเตอร์ที่มูมคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ใส่สัญญาณให้เลื่อนการแสดงผลไว้ในทุกเฟรมภาพและทุกเรื่องแล้ว
3. การชมการนำเสนอสำหรับเนื้อหาสาระส่วนที่นักศึกษายังไม่เข้าใจ สามารถบอกให้ครูนำเสนอซ้ำบางส่วนของสไลด์คอมพิวเตอร์ได้ตามต้องการ
4. นักศึกษาสามารถขยับไปใช้ได้ โดยสไลด์คอมพิวเตอร์เรื่องขั้นตอนการควบคุมของทุกประสบการณ์หลักได้บันทึกข้อมูลในแผ่น ซี.ดี. เติรมไว้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา

การใช้มัลติมีเดีย

มัลติมีเดียเป็นสื่อเสริมประจำแต่ละหน่วยประสบการณ์มีชีวิตการใช้ ดังนี้

1. นักศึกษาชมมัลติมีเดีย ตามภารกิจและงานที่กำหนดไว้
2. การใช้ศึกษาด้วยตัวเองนอกเวลาเรียน ผู้ผลิตได้ติดตั้งไว้ในคอมพิวเตอร์ที่มูมคอมพิวเตอร์ และบันทึกข้อมูลในแผ่น ซี.ดี. นักศึกษาสามารถขยับไปใช้ได้
 - 2.1 นักศึกษาใช้มัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมของทุกประสบการณ์หลักในแต่ละหน่วยประสบการณ์ของชุดการสอนนี้ ใช้เฉพาะมัลติมีเดียหรือใช้ร่วมกับประมวลสาระก็ได้

2.2 นักศึกษาใช้มัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของทุกประเภทหลักในแต่ละหน่วยประสบการณ์ของชุดการสอนนี้ ร่วมกับประมวลสาระและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัติงาน ในการเรียนภาคปฏิบัติด้วยตัวเอง

3. นักศึกษาสามารถหยุดการนำเสนอได้ทุกช่วงของการนำเสนอ
4. นักศึกษาสามารถเลือกการนำเสนอซ้ำบางส่วนของมัลติมีเดียได้ตามต้องการได้

การใช้โหนดจำลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

โหนดจำลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นสื่อเสริมประจำแต่ละหน่วยประสบการณ์มีวิธีการใช้ ดังนี้

1. นักศึกษาใช้ฝึกปฏิบัติต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตามภารกิจและงานที่กำหนดไว้
2. ใช้ร่วมกับ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และ สายเสียบวงจร
3. การใช้นักศึกษาด้วยตัวเองนอกเวลาเรียน ใช้ร่วมกับประมวลสาระ มัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และ สายเสียบวงจร

บทบาทนักศึกษา

บทบาทของนักศึกษาในการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์ มีดังนี้

1. นักศึกษาต้องศึกษาแผนเผชิญประสบการณ์ ภารกิจและงานอย่างละเอียดก่อนเผชิญประสบการณ์
2. การเผชิญประสบการณ์ในแต่ละภารกิจและงาน ที่ให้ปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มต้องร่วมมือกันทำงาน ร่วมรับผิดชอบ มีการแสดงความคิดเห็น ช่วยกันแก้ปัญหาหากพบปัญหาในการเผชิญประสบการณ์ ยอมรับคำแนะนำความคิดเห็นจากเพื่อนสมาชิกในกลุ่มจากครู พร้อมทั้งปรับปรุงตนเองและพฤติกรรม บทบาทดังกล่าวจะถูกประเมินพฤติกรรมกลุ่มจากครูผู้สอน
3. นักศึกษาต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง เช่น ดินสอ ปากกา ยางลบ ไม้บรรทัด และ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกปฏิบัติ
4. แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์และแบบฝึกหัด ให้นักศึกษาดำเนินการเพิ่มความสามารของตนเอง ไม่คุยหรือปรึกษากันในขณะที่ปฏิบัติภารกิจและงานนี้ และให้หัวหน้ากลุ่มรวบรวมคู่มือเผชิญประสบการณ์ส่งครูผู้สอน

หลังจากเผชิญประสบการณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักศึกษาต้องส่งคู่มือเผชิญประสบการณ์ให้ครู เพื่อตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน และประเมินผลการเรียนต่อไป

หน่วยประสบการณ์ที่ 9
การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจrstarตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 1 แบบทดสอบภาคทฤษฎี

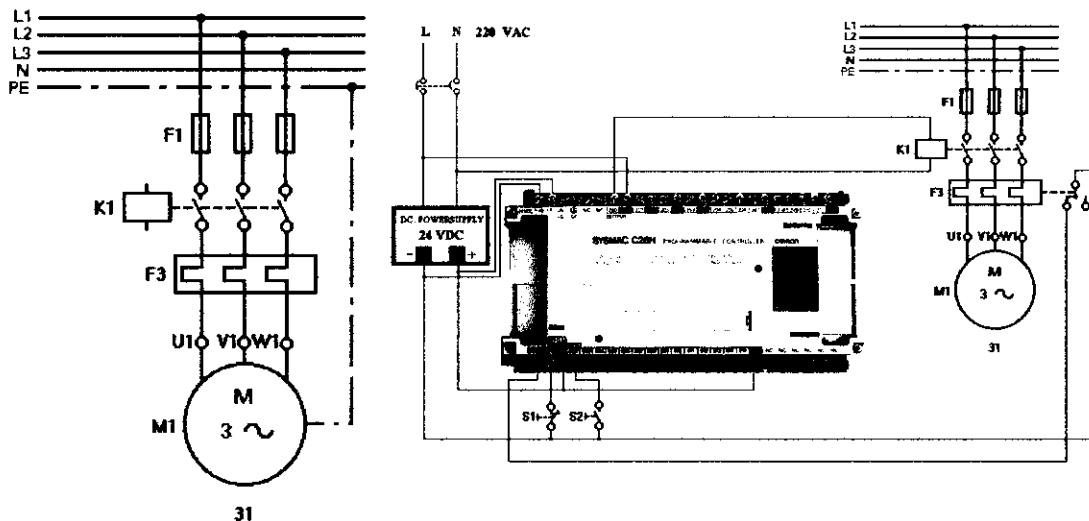
คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกาเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ

1. การควบคุมวงจrstarตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีความหมายตรงกับข้อใด

- วงจรถูกใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- วงจรถูกใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- วงจรถูกใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรถูกใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์
- วงจรถูกใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์ วงจรถูกใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 2-3



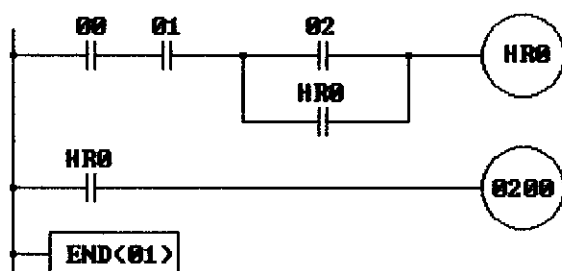
2. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุมข้อใด ทุกตัวต้องต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- คอนแทค S1 คอนแทค S2 และ คอนแทค F3
- คอนแทค S2 คอนแทค F3 และ คอนแทค K1
- คอนแทค F3 คอนแทค K1 และ คอนแทค F1
- คอนแทค K1 คอนแทค F1 และ คอนแทค S1

3. เหตุผิดปกติจากสาเหตุใดทำให้ฟิวส์ F1 ตัดวงจร

- ก. สวิตช์ S1 เปิดวงจร
- ข. สวิตช์ S2 ปิดวงจร
- ค. เกิดการลัดวงจรในวงจรกำลัง
- ง. อุณหภูมิที่ตัวมอเตอร์ไฟฟ้าสูง

ใช้แลคเกอร์โคอะแกรมตอบปัญหาข้อ 4 – 5



F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, K1 = 0200

4. ตำแหน่งของอินพุต 00 และอินพุต 01 ต้องอยู่ในสถานะตามข้อใดเอาต์พุต HR0 จึงจะทำงานได้

- ก. 00 อยู่ในสถานะ On, 01 อยู่ในสถานะ Off
- ข. 00 อยู่ในสถานะ On, 01 อยู่ในสถานะ On
- ค. 00 อยู่ในสถานะ Off, 01 อยู่ในสถานะ On
- ง. 00 อยู่ในสถานะ Off, 01 อยู่ในสถานะ Off

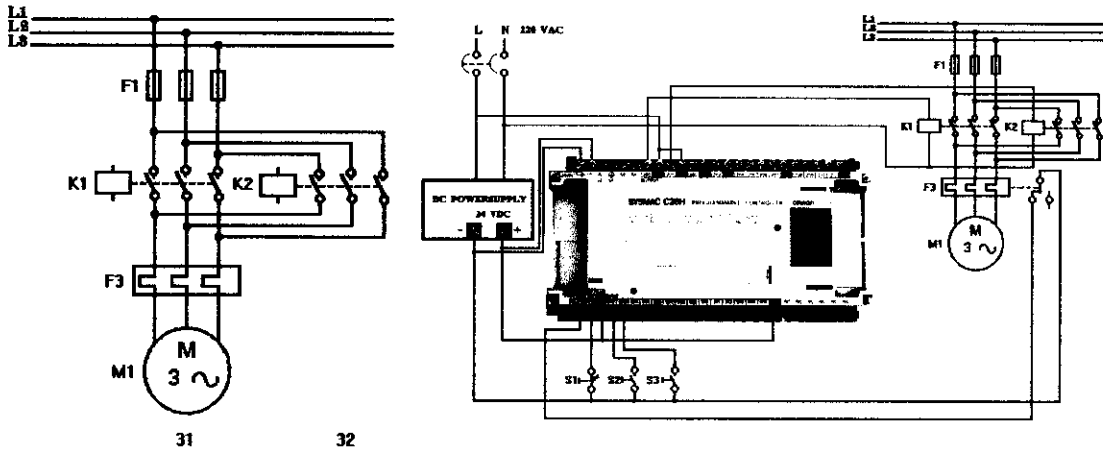
5. เมื่อต่ออุปกรณ์อินพุตทุกตัวเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์แล้ว เอาต์พุต HR0 จะทำงาน (On) เมื่อใด

- ก. On แล้ว Off คอนแทค HR0
- ข. On แล้ว Off อินพุต 00
- ค. On แล้ว Off อินพุต 01
- ง. On แล้ว Off อินพุต 02

6. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว วงจรกลับทางหมุนเป็นการควบคุมตามข้อใด

- ก. การควบคุมการหมุนตามเข็มนาฬิกา
- ข. การควบคุมการหมุนทวนเข็มนาฬิกา
- ค. การควบคุมที่สามารถเลือกทิศทางการหมุนได้
- ง. การควบคุมการหมุนตามและทวนเข็มนาฬิกาสลับกัน

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 7 - 8



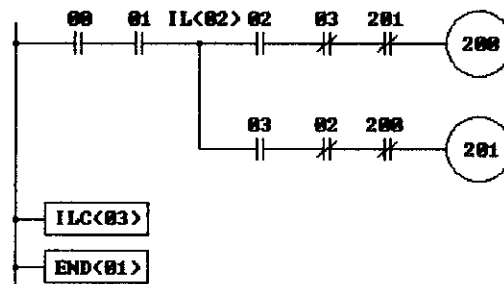
7. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุมในข้อใดต่อเข้ากับหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- ก. คอยล์ K1 และ คอยล์ K2
- ข. สวิตช์ S1 และสวิตช์ S2
- ค. สวิตช์ S2 และสวิตช์
- ง. สวิตช์ S3 และคอยล์ K1

8. คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 เปลี่ยนตำแหน่งเมื่อใด

- ก. เมื่อ K1 และ K2 ทำงาน แล้ว M1 เกิดโอเวอร์โวลต์
- ข. เมื่อ K1 หรือ K2 ทำงาน แล้ว M1 เกิดโอเวอร์โวลต์
- ค. เมื่อ K1 ทำงาน แล้ว M1 เกิดโอเวอร์โวลต์
- ง. เมื่อ K2 ทำงาน แล้ว M1 เกิดโอเวอร์โวลต์

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 9

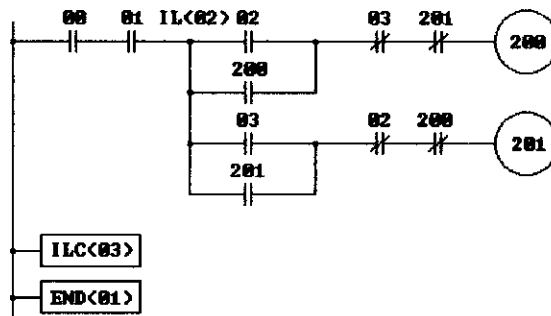


F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, S3 = 03, K1 = 0200, K2 = 0201

9. คอนแทก 201 ปกติปิด และ คอนแทก 200 ปกติปิด มีผลต่อการทำงานตามข้อใด

- ก. ทำให้เอาต์พุต 200 ทำงานก่อน 201
- ข. ทำให้เอาต์พุต 201 ทำงานก่อน 200
- ค. ทำให้เอาต์พุต 200 และ 201 ทำงานพร้อมกัน
- ง. ป้องกันไม่ให้เอาต์พุต 200 และ 201 ทำงานพร้อมกัน

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 10



F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, S3 = 03, K1 = 0200, K2 = 0201

10. ขณะที่เอาต์พุต 201 กำลังทำงาน กดแล้วปล่อยสวิตช์ S2 การทำงานตรงกับข้อใด

- ก. เอาต์พุต 200 และ 201 ทำงาน
- ข. เอาต์พุต 200 ทำงานแล้ว 201 ทำงาน
- ค. เอาต์พุต 201 หยุดทำงานแล้ว 200 ทำงาน
- ง. เอาต์พุต 200 หยุดทำงานแล้ว 201 ทำงาน

ตอนที่ 2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 1 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

2. ทดสอบแบบกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน

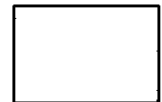
สิ่งที่จัดเตรียมไว้ให้

- | | | |
|---|-------|---------|
| 1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron C-28 H | จำนวน | 1 ชุด |
| 2. โหลดจำลองหมายเลข 1 | จำนวน | 1 แผง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V | จำนวน | 1 ชุด |
| 4. สายเสียบวงจร | จำนวน | 11 เส้น |

คำสั่ง

จงต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง โดยใช้โหลดจำลองหมายเลข 1 แทนโหลดจริง และใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้
 อุปกรณ์อินพุต F3 = 07, S1 = 08, S2 = 09,
 อุปกรณ์เอาต์พุต K1 = 205

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์
 หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว



รวมคะแนน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

รายละเอียดการเผชิญประสพการณ์ที่ 9.1 การควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วยโปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
9.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วยโปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรถดสารที่ตรง	1.1 ชมมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรถดสารที่ตรง ด้วย โปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสาระ เรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วย โปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL SDL SDL	- ส่วนประกอบของการควบคุม - ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินที่ก สาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรถดสารที่ตรง	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วย โปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจรถดสารที่ตรง ด้วย โปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- สไลด์ คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินที่ก สาระสำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนาจ ความสะดวก	การ ประเมิน
9.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร สตาร์ทตรง ด้วย โปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรสตาร์ทตรง	1.1 จัดทำโปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดทำโหนดจำลอง หมายเลข 1	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวัสดุ อุปกรณ์	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 1	- โต๊ะ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรสตาร์ทตรง	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่ออินพุต/ เอาต์พุต ของ โปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 1 - ประมวลผล	- โต๊ะ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 1	PDL					
3. ดำเนินการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง		3.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรม-เมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 เขียนโปรแกรมควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ใช้คำสั่งตามตารางที่ 9.2 ในประมวลสาระ 3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหนดจำลองหมายเลข 1 เข้ากับชุดต่อหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตามตารางที่ 9.1 ในประมวลสาระ	SDL PDL PDL	- การต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต - การเขียนโปรแกรม - การตรวจสอบการทำงาน	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 1 - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ - มัลติมีเตอร์	- ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผลการทำงาน - มัลติมีเตอร์

ประสบการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		<p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 1 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 9.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 1</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 1</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้ โหลดจำลองหมายเลข 1</p>	<p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p>					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผล การปฏิบัติงาน การควบคุม วงจรรศรภัทรตรง	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล	PDL TDL/PDL TDL/PDL		- ห้องเรียน - มุมแสดง ผลงาน	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหมดจำลอง หมายเลข 1 - ประมวลผลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสบการณ์รองที่ 9.1.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.4

งานที่ 1.1 – 1.4 จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการวัสดุอุปกรณ์ / จำนวน	การปฏิบัติ			การแก้ปัญหา
	มีครบ	มีไม่ครบ	ไม่มี	
1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1 ชุด				
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1 เครื่อง				
3. สายเสียบวงจร 11 เส้น				
4. โหลดจำลองหมายเลข 1 จำนวน 1 แผง				

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.5

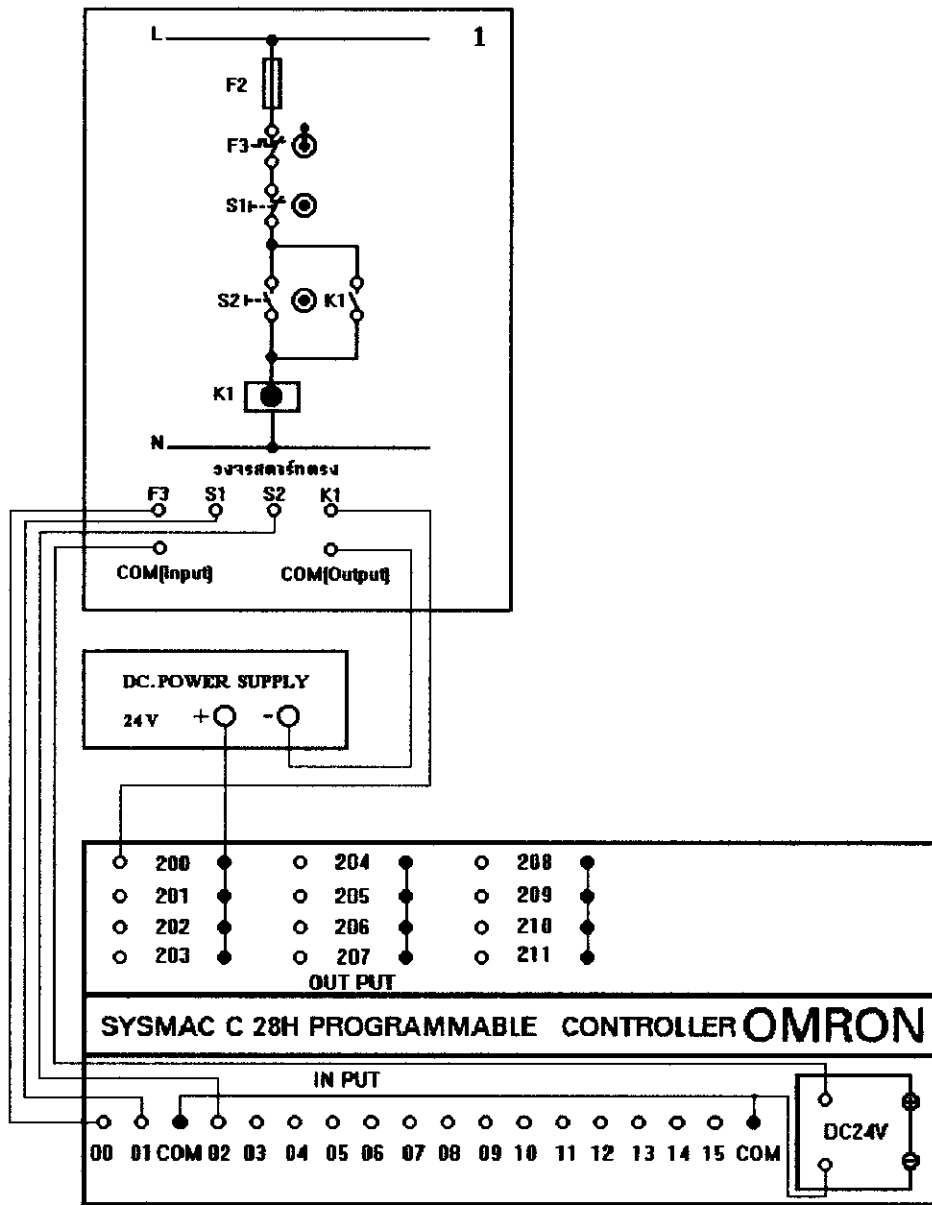
งานที่ 2.1 – 2.5 ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ปกติ	ไม่ปกติ		
1. ความพร้อมใช้งานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
2. จุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
3. แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V				
4. สายเสียบวงจร				
5. อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลองหมายเลข 1				

ภารกิจที่ 3 งานที่ 3.1 – 3.7

งานที่ 3.1 – 3.7 ดำเนินการควบคุมวงจรสแตร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง
(ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตามภาพประกอบ)

รายการ	การปฏิบัติ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ทำแล้ว	ยังไม่ ได้ทำ		
1. ชมวีดิทัศน์เรื่องการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต				
2. เขียนโปรแกรมควบคุม				
3. ใช้สายเสียบวงจรต่อ อุปกรณ์อินพุต				
4. ใช้สายเสียบวงจรต่อ อุปกรณ์เอาต์พุต				
5. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุต				
6. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุต				
7. ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม				



ภาพประกอบแสดง Wiring Diagram การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ใช้โหลคจำลองหมายเลข 1

ภารกิจที่ 4 งานที่ 4.1 – 4.4

งานที่ 4.1 นำเสนอผลงาน ครูผู้สอนให้คะแนน ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานและหัวข้อประเมิน

งานที่ 4.3 สรุปผล

หัวข้อที่สรุป	ประเด็นสำคัญที่สรุป
1. การเขียนโปรแกรม	
2. ต่ออุปกรณ์อินพุต	
3. ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	
4. การทำงานของ โปรแกรม	

เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

หน่วยประสงค์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสงค์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสงค์รองที่ 9.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.3

งานที่ 1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 1.3 บันทึกสาระสำคัญเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.1 ความหมายของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดยรับแรงดันเต็มๆ และไม่มีการลดกระแสเริ่มเดิน การควบคุมแบบนี้ใช้กับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กๆ ไม่นเกิน 5 แรงม้า การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ส่วนของวงจรกำลังใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์ ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.2 ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

1) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่แมคเนติกคอนแทคเตอร์ KI (2) อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ F1 และ (3) อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่โอเวอร์โวลติลลิจ์ F3

2) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย (1) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์ F3 สวิตช์หยุดทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 และ (3) อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่คอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ KI

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.2

งานที่ 2.1 พึ่งบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจrstารต์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 2.2 บันทึกสาระสำคัญเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจrstารต์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.1 การเขียนโปรแกรม

1) การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต เมื่อใช้ PLC Omron C 28H กำหนดได้ดังนี้

(1) ตำแหน่งอินพุต F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02 และ (2) ตำแหน่งเอาต์พุต K1 = 200

2) เขียนแลคเคอร์ไลอะแกรมควบคุมวงจrstารต์ตรง ใช้ตำแหน่งที่กำหนดให้

3) เขียนคำสั่ง ตามแลคเคอร์ไลอะแกรม

2.2.2 การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

1) การต่ออุปกรณ์อินพุตควบคุมวงจrstารต์ตรง ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยอินพุตเข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V (2) ต่อขั้วด้านหนึ่ง F3 S1 และ S2 เข้ากับหน่วยอินพุต ตามตำแหน่งที่กำหนด (3) ต่อขั้วที่เหลือของ F3 S1 และ S2 เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยเอาต์พุต 200 เข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V (2) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 200 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K1 และ (3) ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 เข้ากับสาย N ของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

2.2.3 การตรวจสอบการทำงาน

1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อ และความผิดปกติของอุปกรณ์หรือสายต่อวงจร ด้วยการ On – Off คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 สวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 สังเกตการทำงานที่ Input Indicator

2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อและผลการทำงาน ด้วยการ Force Output 200 ในตำแหน่ง On และ Off สังเกตการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต

3) ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ตรวจสอบการทำงานตามเงื่อนไขการควบคุมวงจrstารต์ตรง

ประสบการณ์เรื่องที่ 9.1.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจrstารต์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 - 4

งานที่ 1.1 – 1.4 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 2.1 – 2.5 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 3.1 – 3.7 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 4.1 – 4.3 ตามการปฏิบัติจริง

รายละเอียดการเผชิญประสพการณ์ที่ 9.2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
9.2.1 การศึกษา การควบคุมวงจรถับกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถับกลับทางหมุน	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถับกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถับกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถับกลับทางหมุน - ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบิน - บันทึกสาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรถับกลับทางหมุน	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรถับกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจรถับกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมมเบิตคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- สไลด์ - คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบิน - บันทึกสาระสำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนาจ ความสะดวก	การ ประเมิน
9.2.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร กลับทางหมุนด้วย โปรแกรมนมเบิ้ล-คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรกลับทางหมุน	1.1 จัดหาโปรแกรมเบิ้ลคอน-โทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟา กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหมดจ่ายลอง หมายเลข 2	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิศตุ อุปกรณ์	- โปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรล-เลอร์ - โหมดจ่ายลอง หมายเลข 2	- ใ้ละเอียด - แก่ถี่	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรกลับทางหมุน	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเบิ้ล-คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่าย ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรล-เลอร์ - โหมดจ่ายลอง หมายเลข 2 - ประมวลลสาระ	- ใ้ละเอียด - แก่ถี่ - มัดคิมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 2	PDL					
3. ดำเนินการ ควบคุมวงจร กลับทางหมุน	3.1 ชมมัลติมิเตอร์เรื่องการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุม วงจรกลับทางหมุน ด้วย โปรแกรมเมมเบดคอนโทรลเลอร์	3.2 เขียนโปรแกรมควบคุม วงจรกลับทางหมุน ใช้คำสั่งตาม ตารางที่ 9.5 ในประมวลสาระ	SDL	- การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต - การเขียน โปรแกรม - การตรวจสอบ การทำงาน	- ห้องเรียน - มุม หนังสือ	- โปรแกรมเมมเบดคอนโทรลเลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 2 - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผล การปฏิบัติ งาน
		3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหนดจำลองหมายเลข 2 เข้ากับจุดต่อ หน่วยอินพุตของโปรแกรมเมมเบดคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่าย ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตามตาราง ที่ 9.4 ในประมวลสาระ	PDL					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		<p>3.4 คู่มือโปรแกรมเฝ้าตัดพุดของ โหลดจำลองหมายเลข 2 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุดของ โปรแกรมเมเบ็ดคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 9.4 ในประมวลสาระ 3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 2</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุดของ โหลดจำลอง หมายเลข 2</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้โหลด จำลองหมายเลข 2</p>	<p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p>					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริษัท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผล การปฏิบัติงาน การควบคุม วงจรกลับทางหมุน	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล 4.4 ทำแบบฝึกหัด	PDL TDL/PDL TDL/PDL SDL		- ห้องเรียน - มุมแสดง ผลงาน	- โปรแกรมม- เบ็ดคอนโทรล- เลอร์ - โทลคจำลอง หมายเลข 2 - ประมวลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน - จากการทำแบบ ฝึกหัด

ประสบการณ์รองที่ 9.2.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.4

งานที่ 1.1 – 1.4 จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการวัสดุอุปกรณ์ / จำนวน	การปฏิบัติ			การแก้ปัญหา
	มีครบ	มีไม่ครบ	ไม่มี	
1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1 ชุด				
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1 เครื่อง				
3. สายเสียบวงจร 11 เส้น				
4. โหลดจำลองหมายเลข 2 จำนวน 1 แผง				

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.5

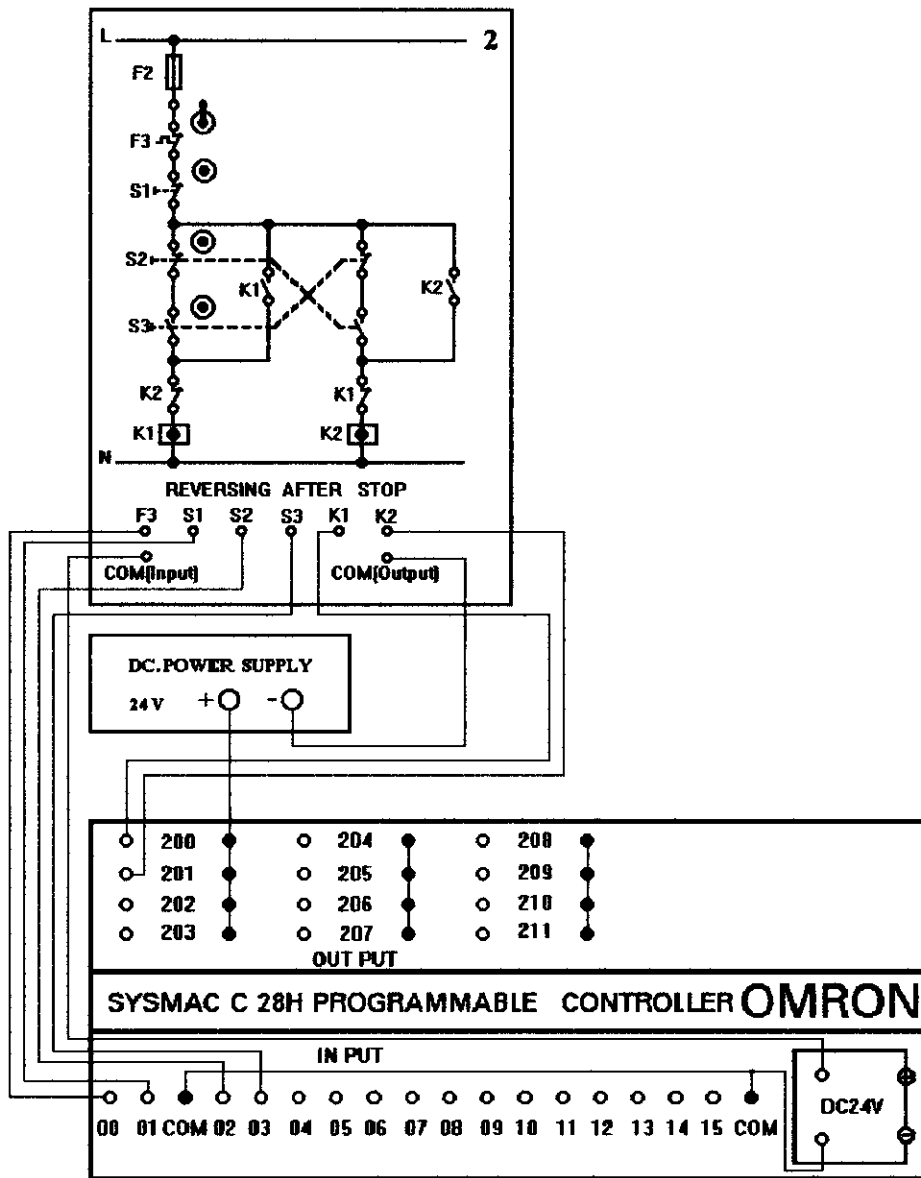
งานที่ 2.1 – 2.5 ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ปกติ	ไม่ปกติ		
1. ความพร้อมใช้งานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
2. จุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
3. แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V				
4. สายเสียบวงจร				
5. อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลองหมายเลข 2				

ภารกิจที่ 3 งานที่ 3.1 – 3.7

งานที่ 3.1 – 3.7 ดำเนินการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง
(ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตามภาพประกอบ)

รายการ	การปฏิบัติ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ทำแล้ว	ยังไม่ ได้ทำ		
1. ชมวีดิทัศน์เดี่ยวเรื่องการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต				
2. เขียนโปรแกรมควบคุม				
3. ใช้สายเสียบวงจรต่อ อุปกรณ์อินพุต				
4. ใช้สายเสียบวงจรต่อ อุปกรณ์เอาต์พุต				
5. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุต				
6. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุต				
7. ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม				



ภาพประกอบแสดง Wiring Diagram การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ใช้โหนดจำลองหมายเลข 2

ภารกิจที่ 4 งานที่ 4.1 – 4.4

งานที่ 4.1 นำเสนอผลงาน ครูผู้สอนให้คะแนน ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานและหัวข้อประเมิน

งานที่ 4.3 สรุปผล

หัวข้อที่สรุป	ประเด็นสำคัญที่สรุป
1. การเขียนโปรแกรม	
2. ต่ออุปกรณ์อินพุต	
3. ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	
4. การทำงานของโปรแกรม	

งานที่ 4.4 ทำแบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. วงจรสตาร์ทตรงเป็นวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดย.....
2. วงจรกำลังวงจรสตาร์ทตรงใช้ส่วนของ.....ของเมกเนติกคอนแทคเตอร์ KI ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ไฟฟ้า
3. อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลัง ได้แก่.....
4. คอนแทคของ.....เป็นอุปกรณ์อินพุตหตุการทำงานเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเกินกำลัง
5. การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....เป็นอุปกรณ์เอาต์พุต
6. วงจรกลับทางหมุนเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว สามารถเลือก.....
7. วงจรกำลังวงจรกลับทางหมุนใช้เมกเนติกคอนแทคเตอร์จำนวน.....
8. การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอนแทคของสวิทช์เริ่มการทำงาน หมุนตามเข็มนาฬิกาต่อเข้ากับ.....ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
9. การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....ต่อเข้ากับหน่วยเอาต์พุต
10. การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุตโดยการ.....เอาต์พุต

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามให้เข้าใจความสมบูรณ์

1. จงบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ให้ครบถ้วน

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายการทำงานของวงจรถงถึงวงจรถงตรง ขณะจ่ายกระแสไฟฟ้าและขณะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า ให้แก่คอล์ย K1 ให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

3. จงบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถงกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ให้ครบถ้วน

.....

.....

.....

.....

4. จงอธิบายวิธีตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุตควบคุมวงจรถงกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เมื่อ กำหนดให้คอล์ย K1 ใช้ตำแหน่งเอาต์พุต 0200 คอล์ย K2 ใช้ตำแหน่งเอาต์พุต 0201 ให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

5. จงอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 9.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.3

งานที่ 1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 1.3 บันทึกสาระสำคัญเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.1 ความหมายของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน

การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดยสามารถเลือกทิศทางหมุนได้ คือ หมุนตามเข็มนาฬิกาหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกา วิธีการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มี 3 แบบ คือ (1) แบบ Jogging เป็นการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำงานชั่วขณะ (2) แบบ Plugging สามารถกลับทางหมุนได้ทันทีโดยไม่ต้องบังคับสวิตช์หยุดการทำงานก่อน และ (3) แบบ Reversing After Stop การกลับทางหมุนต้องหยุดการทำงานในทิศทางเดิมด้วยสวิตช์หยุดการทำงานก่อน การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรกำลังใช้แมคเนติกคอนแทคเตอร์ 2 ตัว ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.2 ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และ อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

1) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าและควบคุมการกลับทางหมุน ได้แก่ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ KI และแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 (2) อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ FI และ (3) อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่ โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3

2) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย (1) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 สวิตช์หยุดทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S2 สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา S2 และ (3) อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ คอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ KI และ คอยล์ของแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.2

งานที่ 2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 2.2 บันทึกสาระสำคัญของขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.1 การเขียนโปรแกรม

1) การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต เมื่อใช้ PLC Omron C 28H กำหนดได้ดังนี้

(1) ตำแหน่งอินพุต F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, S2 = 03 และ (2) ตำแหน่งเอาต์พุต K1 = 200 และ K2 = 201

2) เขียนแลคเคอร์ไลอะแกรมควบคุมวงจรกลับทางหมุน มี 3 แบบ คือ แบบ Jogging แบบ Plugging และ แบบ Reversing After Stop ตัวอย่างเป็นแลคเคอร์ไลอะแกรมควบคุมวงจรกลับทางหมุนแบบ Reversing After Stop

3) เขียนคำสั่ง ตามแลคเคอร์ไลอะแกรม

2.2.2 การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

1) การต่ออุปกรณ์อินพุตควบคุมวงจรกลับทางหมุน ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยอินพุตเข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V (2) ต่อขั้วด้านหนึ่ง F3 S1 S2 และ S3 เข้ากับหน่วยอินพุต ตามตำแหน่งที่กำหนด (3) ต่อขั้วที่เหลือของ F3 S1 S2 และ S3 เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยเอาต์พุต 200 และ 201 เข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V (2) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 200 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K1 และต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 เข้ากับสาย N ของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V และ (3) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 201 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K2 และต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K2 เข้ากับสาย N ของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

2.2.3 การตรวจสอบการทำงาน

1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อ และความผิดปกติของอุปกรณ์หรือสายต่อวงจร ด้วยการ On – Off คอนแทคของโอเวอร์โวลติจ์ F3 สวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S2 และ สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา S3 สังเกตการทำงานที่ Input Indicator

2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อและผลการทำงาน ด้วยการ Force Output 200 และ 201 ในตำแหน่ง On และ Off สังเกตการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต

3) ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ตรวจสอบการทำงานตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรกลับทางหมุนแบบ Reversing After Stop

ประสบการณ์รองที่ 9.1.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 - 4

งานที่ 1.1 – 1.4 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 2.1 – 2.5 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 3.1 – 3.7 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 4.1 – 4.3 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 4.4 ทำแบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. วงจรสตาร์ทตรงเป็นวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ทำงานโดย.....รับแรงดันเต็มที่ไม่มีการลดกระแสเริ่มต้น.....
2. วงจรกำลังวงจรสตาร์ทตรงใช้ส่วนของ.....คอนแทกเมน.....ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ K1 ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ไฟฟ้า
3. อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลังได้แก่.....ฟิวส์ F1.....
4. คอนแทกของ...โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3...เป็นอุปกรณ์อินพุตหยุดการทำงานเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเกินกำลัง
5. การควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....คอยล์ K1.....เป็นอุปกรณ์เอาต์พุต
6. วงจรกลับทางหมุนเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว สามารถเลือก.....ทิศทางการหมุนได้
7. วงจรกำลังวงจรกลับทางหมุนใช้แมกเนติกคอนแทกเตอร์จำนวน..... 2 ตัว.....
8. การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอนแทกของสวิตช์เริ่มการทำงาน หมุนตามเข็มนาฬิกาต่อเข้ากับ.....หน่วยอินพุต.....ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
9. การควบคุมวงจรกลับทางหมุนด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....คอยล์...K1...และ...K2..... ต่อเข้ากับหน่วยเอาต์พุต
10. การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุตโดยการ.....Force.....เอาต์พุต

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามให้เข้าใจความสมบูรณ์

1. จงบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ทตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ให้ครบถ้วน

คำตอบ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง ได้แก่ (1) แมกเนติกคอนแทกเตอร์ K1 ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ไฟฟ้า (2) ฟิวส์ F1 ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้า และ (3) โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า

2. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ได้แก่ (1) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) สวิตช์หยุดการทำงาน S1 (3) สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 (4) คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเดย์ F3 และ (5) คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1

2. จงอธิบายการทำงานของวงจรกำลังวงจรสตาร์ทตรง ขณะจ่ายกระแสไฟฟ้าและขณะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่คอยล์ K1 ให้ชัดเจน

คำตอบ (1) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K1 ทำให้คอนแทคเมนแบบปกติเปิดเปลี่ยนเป็นปิด ทำให้ต่อกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หมุน (2) เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์ K1 ทำให้คอนแทคเมนกลับสู่ตำแหน่งปกติตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดหมุน

3. จงบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ให้ครบถ้วน

คำตอบ มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง ได้แก่ (1) แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และ K2 ทำหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ไฟฟ้าและควบคุมทิศทางการหมุน (2) ฟิวส์ F1 ทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้า และ (3) โอเวอร์โวลต์ครีเดย์ F3 ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า

2. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ได้แก่ (1) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) สวิตช์หยุดการทำงาน S1 (3) สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนตามเข็มนาฬิกา S2 (4) สวิตช์เริ่มการทำงานหมุนทวนเข็มนาฬิกา S3 (5) คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเดย์ F3 (6) คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และ (7) คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2

4. จงอธิบายวิธีตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุตควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เมื่อกำหนดให้คอยล์ K1 ใช้ตำแหน่งเอาต์พุต 0200 คอยล์ K2 ใช้ตำแหน่งเอาต์พุต 0201 ให้ชัดเจน

คำตอบ การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุตด้วยการ Force Output ดังนี้ (1) เมื่อ Force Output 0200 อยู่ในสถานะ On มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อ Force Output 0200 อยู่ในสถานะ Off มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดหมุน และ (2) เมื่อ Force Output 0201 อยู่ในสถานะ On มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หมุนทวนเข็มนาฬิกา เมื่อ Force Output 0201 อยู่ในสถานะ Off มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดหมุน

5. จงอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ให้ชัดเจน

คำตอบ ขณะมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ทำงานเกินกำลังจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โอเวอร์โวลต์ครีเดย์สูงกว่าปกติ แต่ไม่ถึงจุดที่ทำอุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าคือ F1 ทำงาน ทำให้โอเวอร์โวลต์ครีเดย์ F3 ทำงาน คอนแทค F3 เปลี่ยนตำแหน่ง ซึ่งคอนแทค F3 จะถูกใช้เป็นอุปกรณ์อินพุตทำหน้าที่หยุดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า M1

แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถูกกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 1 แบบทดสอบภาคทฤษฎี

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกรอเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ

1. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าวงจรถูกตรงด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ วงจรในสไลด์

ใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

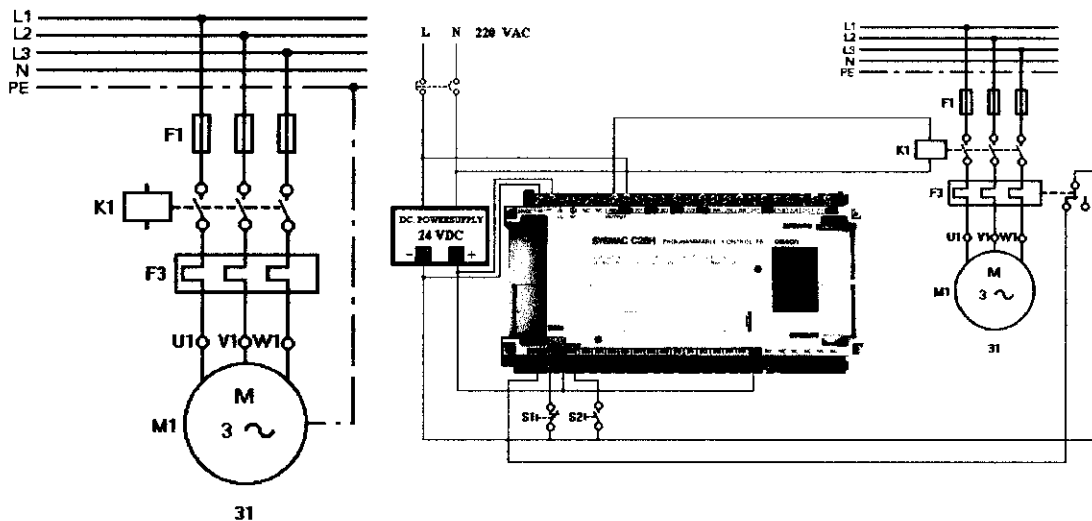
ก. วงจรกำลัง

ข. วงจรควบคุม

ค. วงจรป้องกันมอเตอร์

ง. วงจรกำลังและวงจรควบคุม

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 2 - 3



2. อุปกรณ์อินพุตในข้อใดใช้คอนแทคปกติปิดต่อเข้ากับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลคอน-โทรลเลอร์

ก. S1 และ S2

ข. S2 และ F2

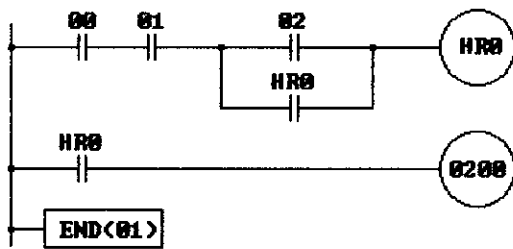
ค. F2 และ F3

ง. F3 และ S1

3. เมื่อเกิดการลัดวงจรในวงจรกำลัง การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมมีการทำงานตามข้อใด

- ฟิวส์ F1 ขาด
- โอเวอร์ โหลดรีเลย์ลัดวงจร
- สวิตช์หยุดทำงาน S1 เปิดวงจรโดยอัตโนมัติ
- คอนแทคของแมคเนติกคอนแทคเตอร์เปิดวงจร

ใช้แลคเกอร์โคอะแกรมตอบปัญหาข้อ 4-5



$$F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, K1 = 0200$$

4. หน่วยความจำที่ทำให้การทำงานตามแลคเกอร์โคอะแกรมนี้ สามารถเริ่มทำงานและรักษาสถานะการทำงานไว้ได้คือข้อใด

- อินพุต 00 และ อินพุต 01
- อินพุต 01 และ อินพุต 02
- อินพุต 02 และ เอาต์พุต HR 0
- เอาต์พุต HR 0 และ เอาต์พุต 0200

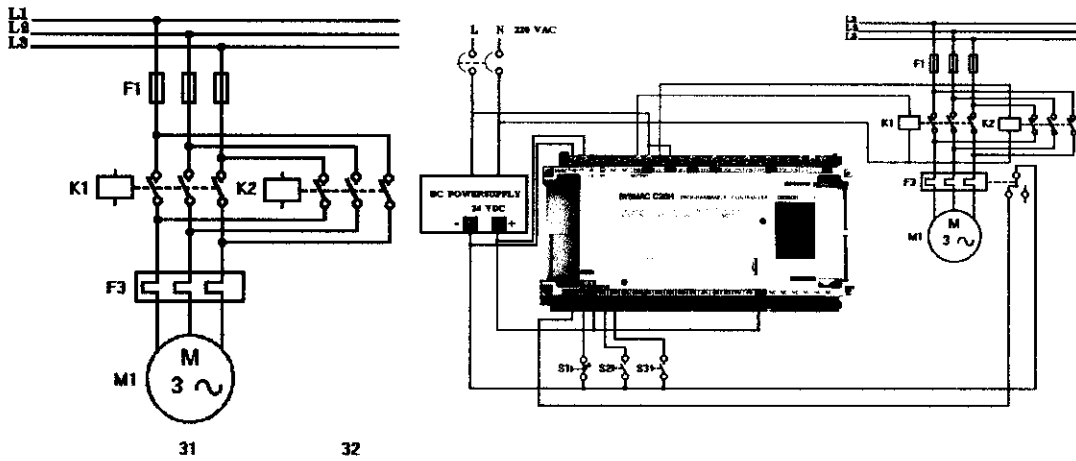
5. มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเกินกำลัง ส่งผลถึงสถานะของอินพุตในแลคเกอร์โคอะแกรมตามข้อใด

- อินพุต 00 อยู่ในสถานะ Off
- อินพุต 01 อยู่ในสถานะ Off
- อินพุต 02 อยู่ในสถานะ Off
- อินพุต HR 0 อยู่ในสถานะ Off

6. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว วงจรกลับทางหมุนมีการทำงานตามข้อใด

- หมุนตามเข็มนาฬิกาอย่างเดียว
- หมุนทวนเข็มนาฬิกาอย่างเดียว
- เลือกทิศทางการหมุนได้ตามต้องการ
- หมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาสลับกัน

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 7 - 8



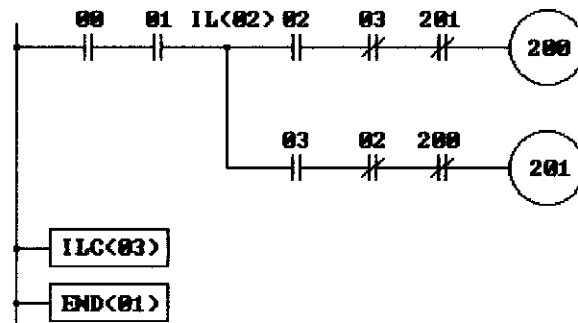
7. เมื่อแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 หยุดทำงาน แล้วแมคเนติกคอนแทคเตอร์ K2 ทำงานแทน สายไฟฟ้าแหล่งจ่ายที่ต่อเข้ามอเตอร์ไฟฟ้ามีการสลับระหว่างคู่ใด

- ก. L1 - N
- ข. L1 - L2
- ค. L2 - L3
- ง. L3 - L1

8. ขณะ K2 ทำงาน M1 หมุนทวนเข็มนาฬิกา ต้องการให้ M1 หมุนตามเข็มนาฬิกา จะควบคุมคอยล์ K1 และ K2 ทำงานตามข้อใด

- ก. K1 ทำงาน และ K2 ทำงาน
- ข. K2 หยุดทำงาน แล้ว K1 ทำงาน
- ค. K1 หยุดทำงาน และ K2 หยุดทำงาน
- ง. K1 และ K2 ทำงานสลับกันเป็นจังหวะต่อเนื่อง

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 9

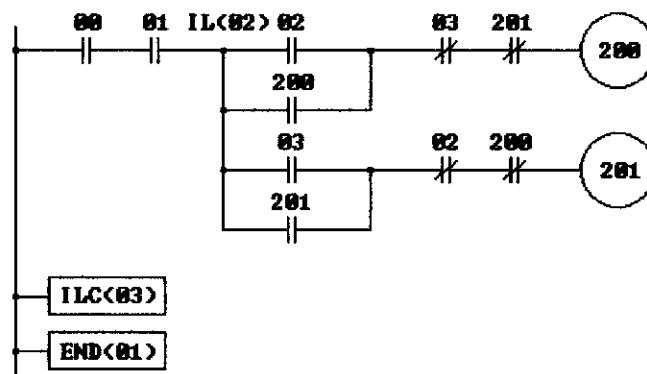


F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, S3 = 03, K1 = 0200, K2 = 0201

9. ขณะที่เอาต์พุต 200 ทำงาน จะป้องกันไม่ให้เอาต์พุต 201 ทำงาน ด้วยส่วนของแลคเคอร์โคอะแกรมตามข้อใด

- ก. คอนแทก 02 ปกติปิด
- ข. คอนแทก 03 ปกติปิด
- ค. คอนแทก 200 ปกติปิด
- ง. คอนแทก 201 ปกติปิด

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 10



F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, S3 = 03, K1 = 0200, K2 = 0201

10. เอาต์พุต 200 หรือ 201 ไม่สามารถทำงานได้ หรือขณะทำงานอยู่ก็จะหยุดทำงานทันทีเมื่อใด

- ก. อินพุต 00 หรือ 01 อยู่ในสภาวะ Off
- ข. อินพุต 01 หรือ 02 อยู่ในสภาวะ On
- ค. อินพุต 02 หรือ 03 อยู่ในสภาวะ Off
- ง. อินพุต 02 หรือ 03 อยู่ในสภาวะ On

ตอนที่ 2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 1 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

2. ทดสอบแบบกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน

สิ่งที่จัดเตรียมไว้ให้

- | | | |
|---|-------|---------|
| 1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron C-28 H | จำนวน | 1 ชุด |
| 2. โหลดจำลองหมายเลข 2 | จำนวน | 1 แผง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V | จำนวน | 1 ชุด |
| 4. สายเสียบวงจร | จำนวน | 11 เส้น |

คำสั่ง

จงต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน โดยใช้โหลดจำลองหมายเลข 2 แทนโหลดจริง และใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้ กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้
 อุปกรณ์อินพุต F3 = 10, S1 = 11, S2 = 12, S3 = 13
 อุปกรณ์เอาต์พุต K1 = 200 และ K2 = 201

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์
 หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว



รวมคะแนน

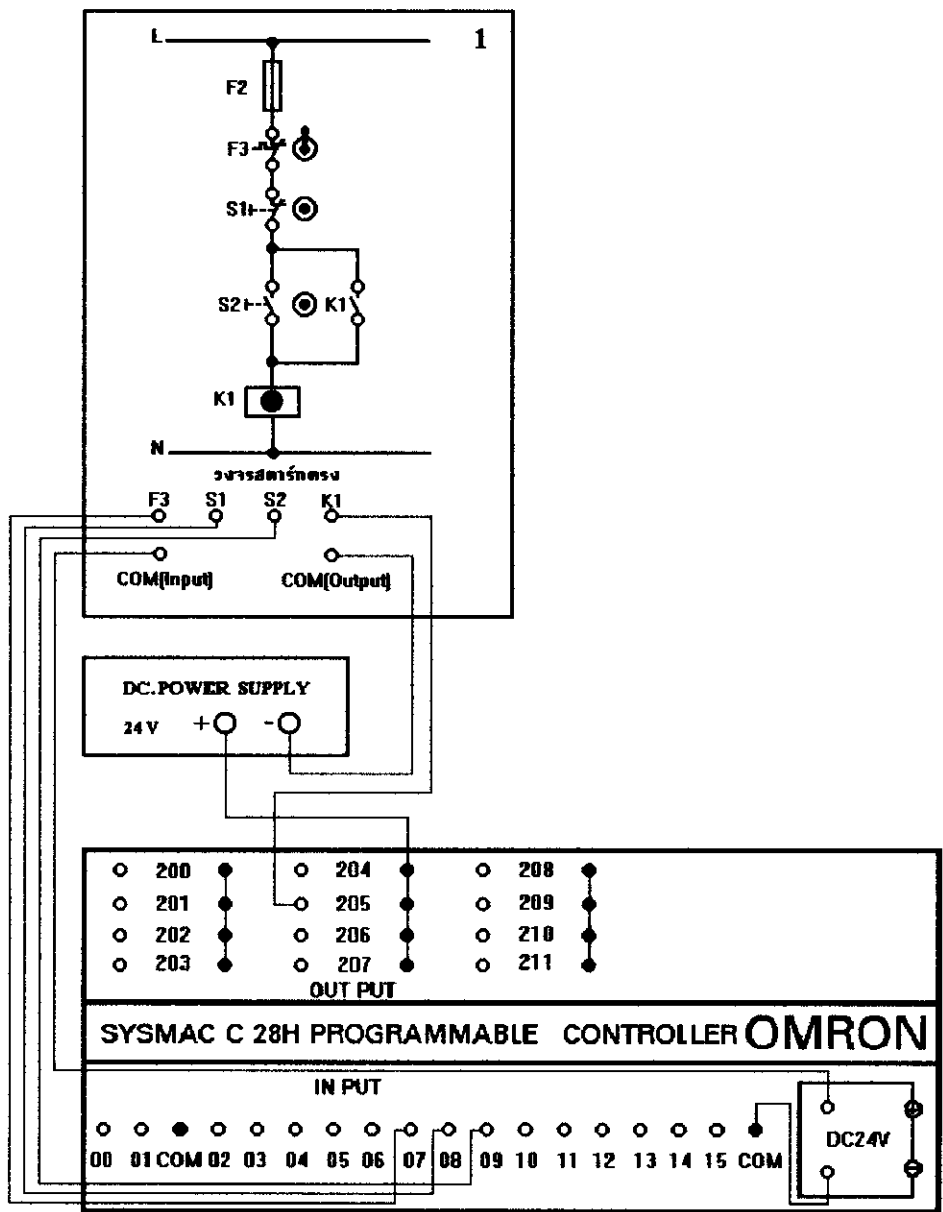
ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

جدولแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์

ภาคทฤษฎี

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ค | 2. ก | 3. ค | 4. ข | 5. ง |
| 6. ค | 7. ก | 8. ข | 9. ง | 10. ค |

ภาคปฏิบัติ

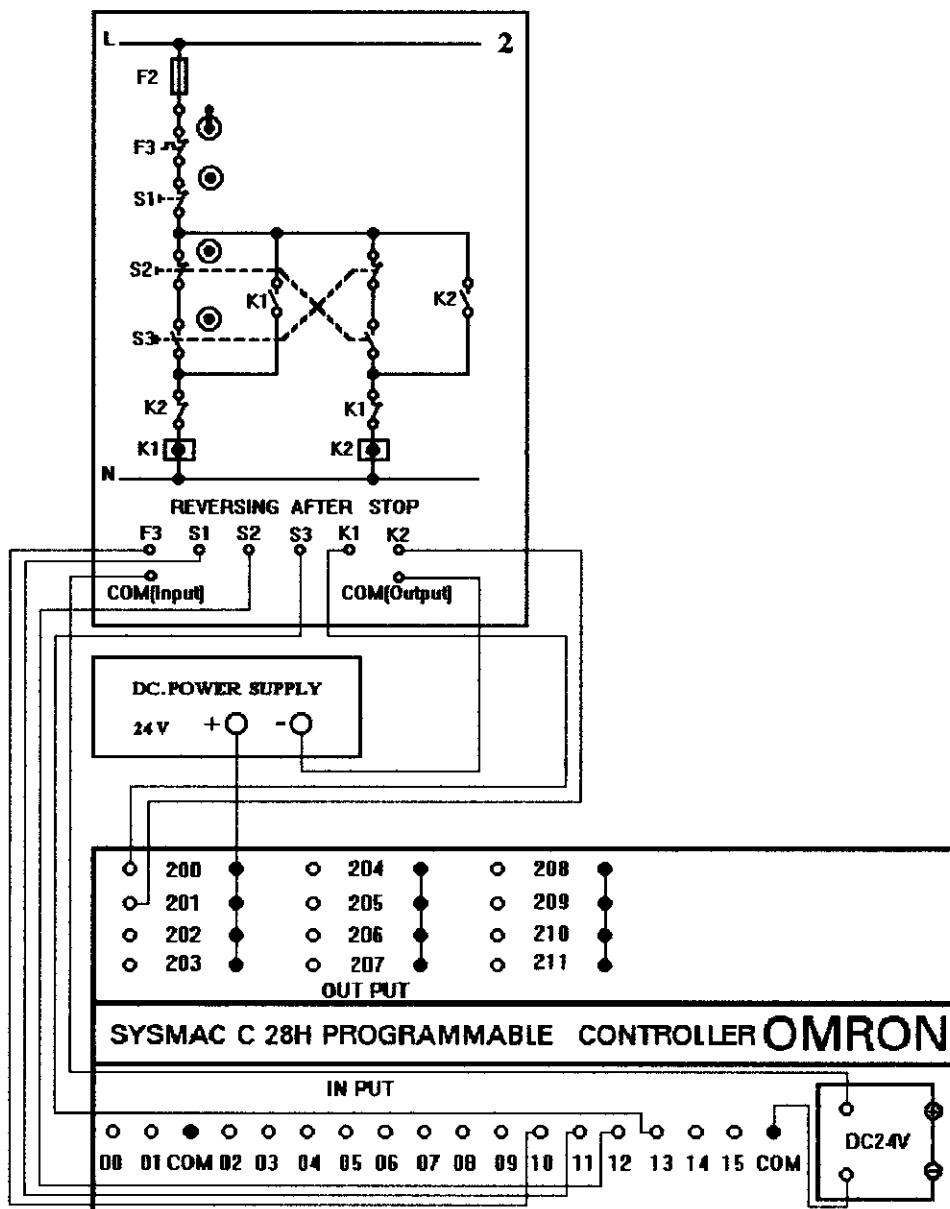


เจดยแบบทดสอบหลังเผชิญประสการณ

ภาคทฤษฎี

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. ข | 2. ง | 3. ก | 4. ค | 5. ก |
| 6. ค | 7. ง | 8. ข | 9. ค | 10. ก |

ภาคปฏิบัติ



หน่วยประสบการณ์ที่ 10
การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์

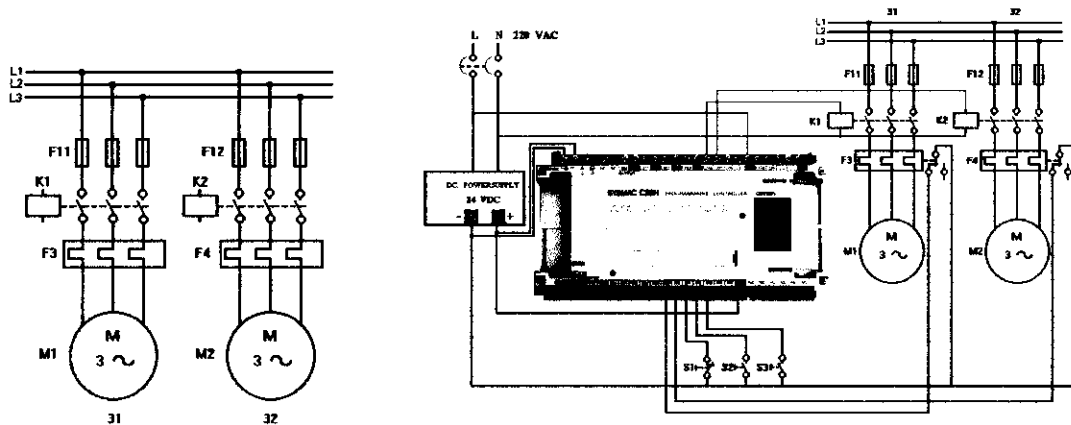
วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
 ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 1 แบบทดสอบภาคทฤษฎี

- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
 2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกาเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ

1. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 (M1) และ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 (M2) ทำงานเรียงลำดับด้วยมือ มีการทำงานตรงกับข้อใด
- M1 ทำงานด้วยสวิตช์บังคับด้วยมือ
 - M2 ทำงานด้วยสวิตช์บังคับด้วยมือ
 - M1 ทำงาน หลังจาก M2 ทำงานแล้ว M1 และ M2 ทำงานด้วยสวิตช์บังคับด้วยมือ
 - M2 ทำงาน หลังจาก M1 ทำงานแล้ว M1 และ M2 ทำงานด้วยสวิตช์บังคับด้วยมือ

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 2-3



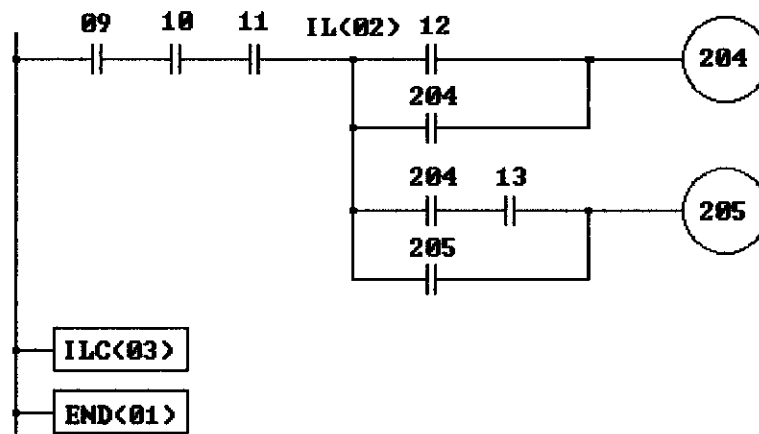
2. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังข้อใด ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 และมอเตอร์ไฟฟ้า M2

- ฟิวส์ F11 และ ฟิวส์ F12
- ฟิวส์ F12 และ คอนแทค F3
- คอนแทค F3 และ คอนแทค F4
- คอนแทคเมน K1 และ คอนแทคเมน K2

3. อุปกรณ์ควบคุมในข้อใดเป็นอุปกรณ์อินพุตทั้งหมด

- ก. คอยล์ K1 คอยล์ K2 สวิตช์ S1 สวิตช์ S2 สวิตช์ S3
- ข. คอยล์ K2 สวิตช์ S1 สวิตช์ S2 สวิตช์ S3 โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3
- ค. สวิตช์ S1 สวิตช์ S2 สวิตช์ S3 โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4
- ง. สวิตช์ S2 สวิตช์ S3 โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 โอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4 ฟิวส์ F11

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 4 - 5



$$F3 = 09, F4 = 10, S1 = 11, S2 = 12, S3 = 13, K1 = 204, K2 = 205$$

4. การทำงานตามแลคเคอร์ไลอะแกรมนี้จะทำได้เมื่อตำแหน่งคอนแทคของ F3 F4 และ S1 ตำแหน่งปกติ ตรงตามข้อใด

- ก. F3 F4 S1 แบบปกติปิดทั้งหมด
- ข. F3 F4 แบบปกติปิด S1 แบบปกติเปิด
- ค. F4 S1 แบบปกติปิด F3 แบบปกติเปิด
- ง. S1 F3 แบบปกติปิด F4 แบบปกติเปิด

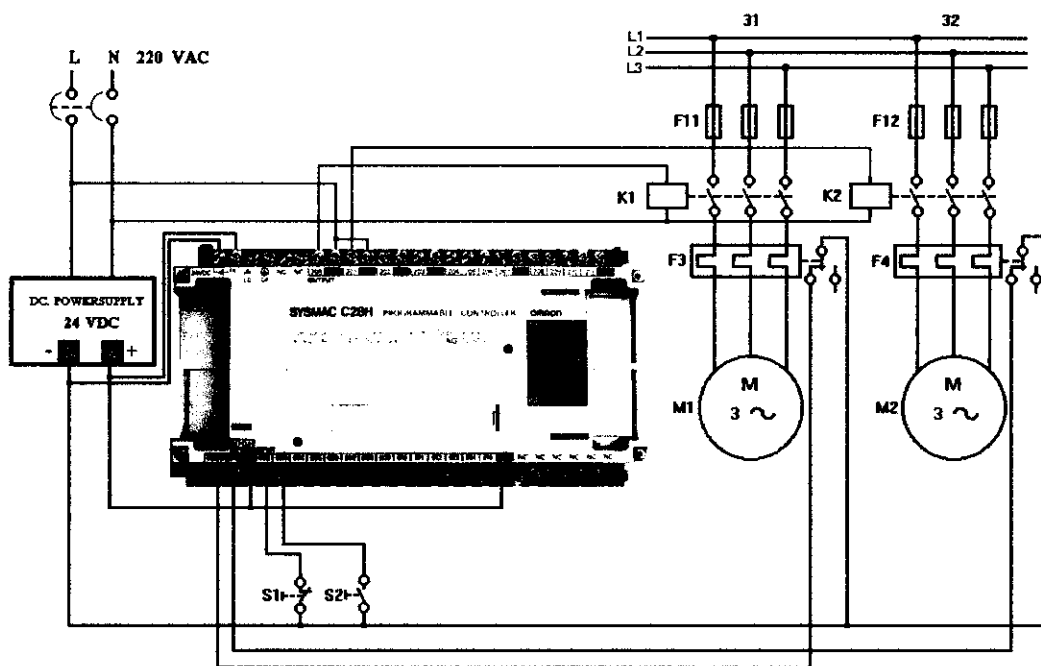
5. เอาต์พุต 205 ถูกป้องกันไม่ให้ทำงานก่อนเอาต์พุต 204 ด้วยส่วนของแลคเคอร์ไลอะแกรมในข้อใด

- ก. คอนแทค 204 แบบปกติเปิดในแถวที่ 2
- ข. คอนแทค 204 แบบปกติเปิดในแถวที่ 3
- ค. คอนแทค 205 แบบปกติเปิดในแถวที่ 4
- ง. คอนแทค 204 แบบปกติเปิดในแถวที่ 2 และ 3

6. การทำงานของวงจรเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ กับวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ มีความแตกต่างกันตามข้อใด

- ก. การเรียงลำดับการทำงาน
- ข. จำนวนของมอเตอร์ไฟฟ้าในวงจร
- ค. การบังคับการเริ่มทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 1
- ง. การบังคับการเริ่มทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 2

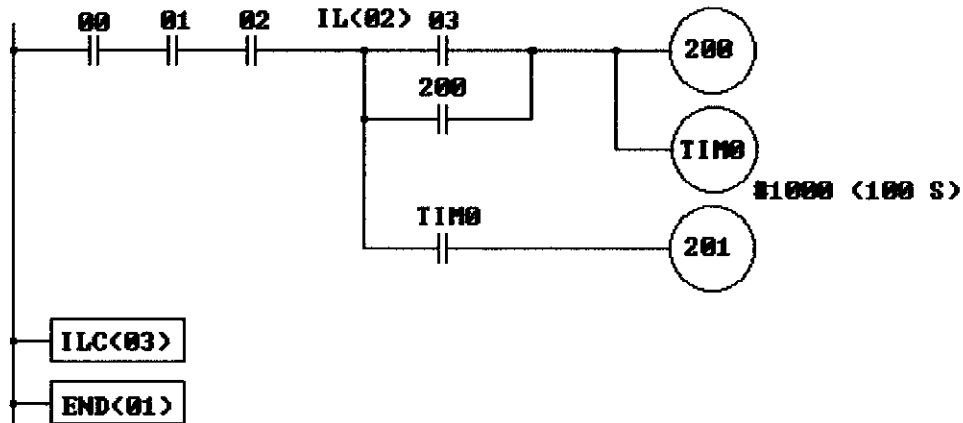
ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 7



7. วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือและเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ส่วนประกอบส่วนใดที่มีเหมือนกันและจำนวนเท่ากันทั้งหมด

- ก. การใช้ Timer
- ข. อุปกรณ์อินพุตบังคับการเริ่มทำงาน
- ค. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลัง
- ง. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 8 - 10



F3 = 00, F4 = 01, S1 = 02, S2 = 03, K1 = 200, K2 = 201

8. แอต์พุต 201 ทำงานเมื่อใด

- ก. หลังจาก TIM 00 ทำงานครบ 10 วินาที
- ข. หลังจาก TIM 00 ทำงานครบ 100 วินาที
- ค. หลังจาก TIM 00 ทำงานครบ 1,000 วินาที
- ง. พร้อมกับแอต์พุต 0200

9. หลังจากจ่ายไฟฟ้าเข้าโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์แล้ว สถานะของอินพุต 00 อินพุต 01 และ อินพุต 02 อยู่ในสถานะ On แสดงว่าคอนแทคของอุปกรณ์อินพุตตรงกับข้อใด

- ก. F3 F4 S1 แบบปกติปิด
- ข. F4 S1 S2 แบบปกติปิด
- ค. F3 F4 S1 แบบปกติเปิด
- ง. F4 S1 S2 แบบปกติเปิด

10. เมื่อกดสวิตช์ S2 การทำงานตามแลคเคอร์ไลอะแกรม ตรงกับข้อใด

- ก. อินพุต 02 อยู่ในสถานะ On ทำให้แอต์พุต 200 และ 201 ทำงาน
- ข. อินพุต 03 อยู่ในสถานะ On ทำให้แอต์พุต 200 และ 201 ทำงาน
- ค. อินพุต 02 อยู่ในสถานะ On ทำให้แอต์พุต 200 และ TIM 0 ทำงาน
- ง. อินพุต 03 อยู่ในสถานะ On ทำให้แอต์พุต 200 และ TIM 0 ทำงาน

ตอนที่ 2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 1 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

2. ทดสอบแบบกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน

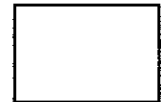
สิ่งที่จัดเตรียมไว้ให้

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron C-28 H จำนวน 1 ชุด

คำสั่ง

จงเขียนแลคเกอร์โคอะแกรม และคำสั่ง ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรม-
เมเบิลคอนโทรลเลอร์ กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้ (1) คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3 = 01
(2) คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4 = 02 (3) สวิตช์หยุดการทำงาน S1 = 03 (4) สวิตช์เริ่มการทำงาน
มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 S2 = 04 (5) สวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 S3 = 05 (6) คอยล์ K1 = 200
และ (7) คอยล์ K2 = 201

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ



รวมคะแนน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

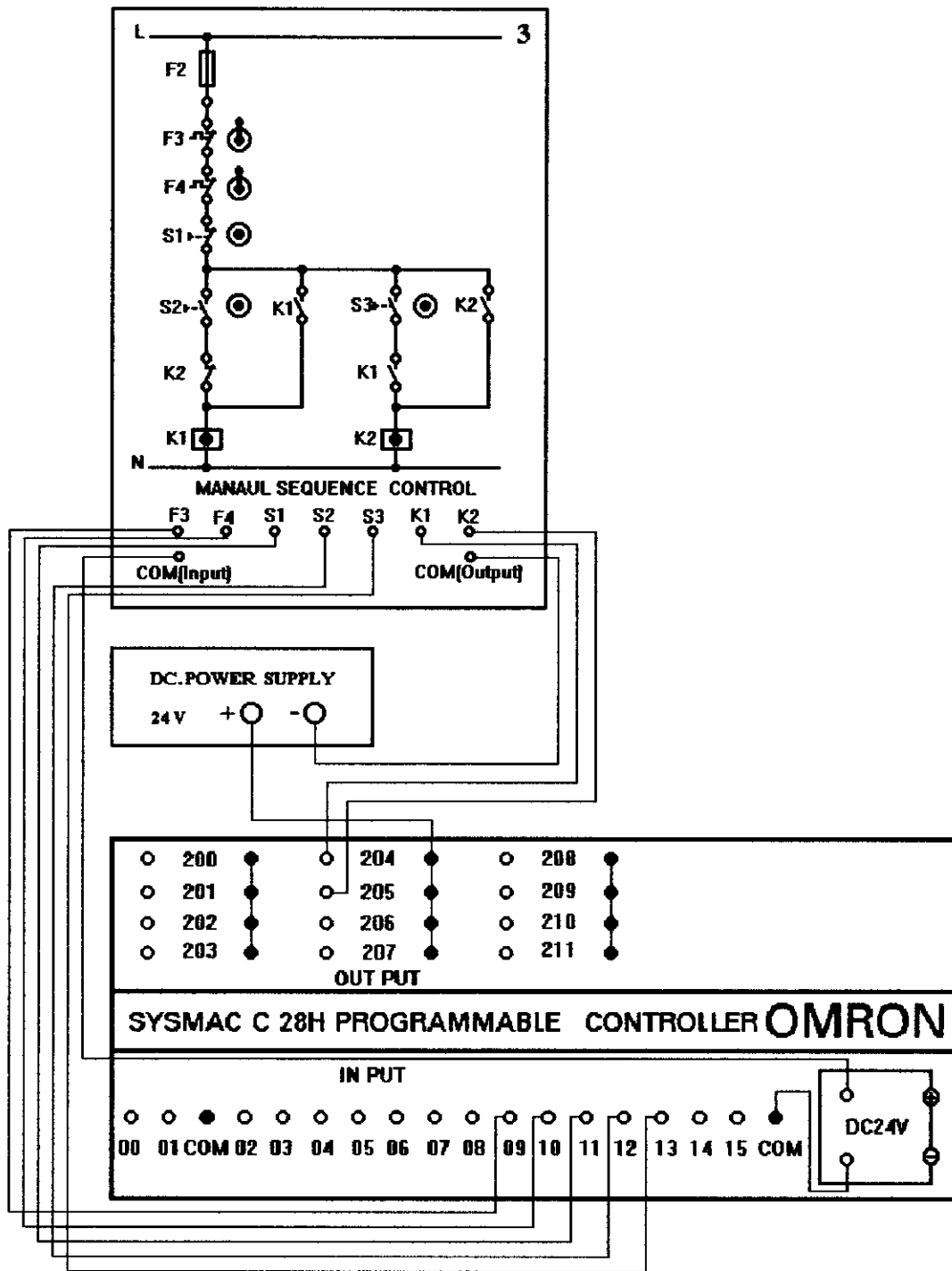
รายละเอียดการเผชิญประสพการณ์ที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมทริกซ์คอนโทรลเลอร์

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงขั้นช่วย ความสะดวก	การ ประเมิน
10.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมทริกซ์- คอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของ การควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วย โปรแกรมเมทริกซ์คอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบ ของการควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมทริกซ์คอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบ ของการควบคุม - ความหมายและ ส่วนประกอบของ การควบคุม	- ห้องเรียน - นูม หนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาร	- โต้ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ	- จากการ บันทึก สาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการ ควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอน การควบคุมวงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมทริกซ์คอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการ ควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมทริกซ์- คอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- ซีดี คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาร	- โต้ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ	- จากการ บันทึก สาระสำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ ด้วยมือ ด้วย โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์	1.1 จัดทำโปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดทำหลอดจำลอง หมายเลข 3	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิศวะ อุปกรณ์	- โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 3	- โต๊ะ - เก้าอี้	- ด้วยแบบประเมิน พหุติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงาน เรียงลำดับด้วยมือ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/ เอาต์พุต ของโปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเมมเบิรคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 3 - ประมวลตรา	- โต๊ะ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบประเมิน พหุติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสมการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ/ แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 3	PDL					
	3. ดำเนินการ ควบคุม วงจรถ่าย เรียงลำดับด้วยมือ	3.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่อ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ควบคุม วงจรถ่ายเรียงลำดับด้วยมือด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 3.2 เขียนโปรแกรมควบคุม วงจรถ่ายเรียงลำดับด้วยมือ ใช้คำสั่งตามตารางที่ 10.2 ใน ประมวลผล 3.3 ต่ออุปกรณ์อินพุตของโหนด จำลองหมายเลข 3 เข้ากับจุดต่อ หน่วยอินพุตของโปรแกรมเม- เบิลคอนโทรลเลอร์ และ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตามตาราง ที่ 10.1 ในประมวลผล	SDL PDL	- การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต - การเขียน โปรแกรม - การตรวจสอบ การทำงาน	- ห้องเรียน - มุม หนังสือ	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 3 - ประมวลผล	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉาย ภาพ - จอภาพ - มัลติมีเตอร์	ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิทยากร 4.3 สรุปผล	PDL TDL/PDL TDL/PDL		- ห้องเรียน - มุมแสดงผลงาน	- โปรแกรมเมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 3 - ประมวลผลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผลการศึกษาปฏิบัติ



ภาพประกอบแสดง Wiring Diagram การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ใช้โหนดจำลองหมายเลข 3

ภารกิจที่ 4 งานที่ 4.1 – 4.4

งานที่ 4.1 นำเสนอผลงาน ครูผู้สอนให้คะแนน ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานและหัวข้อประเมิน

งานที่ 4.3 สรุปผล

หัวข้อที่สรุป	ประเด็นสำคัญที่สรุป
1. การเขียนโปรแกรม	
2. ต่ออุปกรณ์อินพุต	
3. ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	
4. การทำงานของ โปรแกรม	

เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
หน่วยประมวลผลที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
ประมวลผลหลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประมวลผลรองที่ 10.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.3

- งานที่ 1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- งานที่ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- งานที่ 1.3 บันทึกสาระสำคัญเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.1 ความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับด้วยมือเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์
ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปทำงานเรียงกัน ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับด้วยมือ เริ่มการทำงาน
มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ด้วยสวิทช์บังคับด้วยมือ หลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานแล้ว จึงเริ่มการทำงาน
มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ด้วยสวิทช์บังคับด้วยมือ วงจรควบคุมจะมีส่วนที่ป้องกันไม่ให้มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงาน
ก่อนมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1

การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ส่วนของวงจรกำลังใช้แมคนติคคอนแทคเตอร์
ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.2 ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

1) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อ
กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่แมคนติคคอนแทคเตอร์ K1 และ แมคนติคคอนแทคเตอร์ K2
(2) อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ F11 และ F12 และ (3) อุปกรณ์ป้องกัน
มอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่โอเวอร์โวลติลลิจ์ F3 และ F4

2) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย (1) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรล-
เลอร์ (2) อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิจ์ F3 และ F4 สวิตซ์หยุดทำงาน S1 สวิตซ์เริ่ม
การทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 S2 สวิตซ์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 S3 และ (3) อุปกรณ์เอาต์พุต
ได้แก่คอยล์ของแมคนติคคอนแทคเตอร์ K1 และ K2

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.2

งานที่ 2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
งานที่ 2.2 บันทึกสาระสำคัญเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.1 การเขียนโปรแกรม

1) การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต เมื่อใช้ PLC Omron C 28H กำหนดได้ดังนี้
(1) ตำแหน่งอินพุต F3 = 09, F4 = 10, S1 = 11, S2 = 12, S3 = 13 และ (2) ตำแหน่งเอาต์พุต K1 = 204
และ K2 = 205

- 2) เขียนแลดเดอร์โคตะแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ใช้ตำแหน่งที่กำหนดให้
- 3) เขียนคำสั่ง ตามแลดเดอร์โคตะแกรม

2.2.2 การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

1) การต่ออุปกรณ์อินพุตควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วย
อินพุตเข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V (2) ต่อขั้วค้ำหนึ่ง F3 F4 S1 S2
และ S3 เข้ากับหน่วยอินพุต ตามตำแหน่งที่กำหนด (3) ต่อขั้วที่เหลือของ F3 F4 S1 S2 และ S3 เข้าด้วยกัน
แล้วต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยเอาต์พุต 204 - 205 เข้ากับสาย L
ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V (2) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 204 เข้ากับขั้วค้ำหนึ่งของคอยล์ K1 และ
(3) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 205 เข้ากับขั้วค้ำหนึ่งของคอยล์ K2 และ (4) ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 และ
คอยล์ K2 เข้ากับสาย N ของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

2.2.3 การตรวจสอบการทำงาน

- 1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อ และความคิดปกติของอุปกรณ์หรือ
สายต่อวงจร ด้วยการ On - Off อุปกรณ์อินพุต F3 F4 S1 S2 และ S3 สังเกตการทำงานที่ Input Indicator
- 2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อและผลการทำงาน ด้วยการ Force
Output 204 และ 205 ในตำแหน่ง On และ Off ตามลำดับ สังเกตการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต
- 3) ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ตรวจสอบการทำงานตามเงื่อนไขการควบคุม
วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ

ประสบการณ์รองที่ 10.1.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 - 4

งานที่ 1.1 – 1.4 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 2.1 – 2.5 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 3.1 – 3.7 ตามปฏิบัติจริง

งานที่ 4.1 – 4.3 ตามการปฏิบัติจริง

รายละเอียดการเผชิญปัญหาประเด็นที่ 10.2 การควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประเภทการดำเนินงาน	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ - ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินที่ก - สำคัญ
	2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจรงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- ซีดี คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินที่ก - สำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ/ แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร ทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงาน เรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ	1.1 จัดหาโปรแกรมเมเบิลคอน- โทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหนดจำลอง หมายเลข 4	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิศวะ อุปกรณ์	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 4	- โต๊ะ - เก้าอี้ - พัดติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน	
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรทำงาน เรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/ เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 4	PDL PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม- เบิลคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 4 - ประมวลตรา	- โต๊ะ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์ การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน	

ประเภทการณั	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		<p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 4 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมมเบดคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 10.4 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 4</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 4</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้ โหลดจำลองหมายเลข 4</p>	<p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p>					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล 4.4 ทำแบบฝึกหัด	PDL TDL/PDL TDL/PDL SDL		- ห้องเรียน - มุมแสดงผลงาน	- โปรแกรมเม-เบ็ดคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลองหมายเลข 4 - ประมวลผลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผลการทำงาน - ด้วยแบบประเมินผลการทำงาน

ประสบการณ์รองที่ 10.2.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.4

งานที่ 1.1 – 1.4 จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการวัสดุอุปกรณ์ / จำนวน	การปฏิบัติ			การแก้ปัญหา
	มีครบ	มีไม่ครบ	ไม่มี	
1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1 ชุด				
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1 เครื่อง				
3. สายเสียบวงจร 11 เส้น				
4. โหลดจำลองหมายเลข 4 จำนวน 1 แผง				

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.5

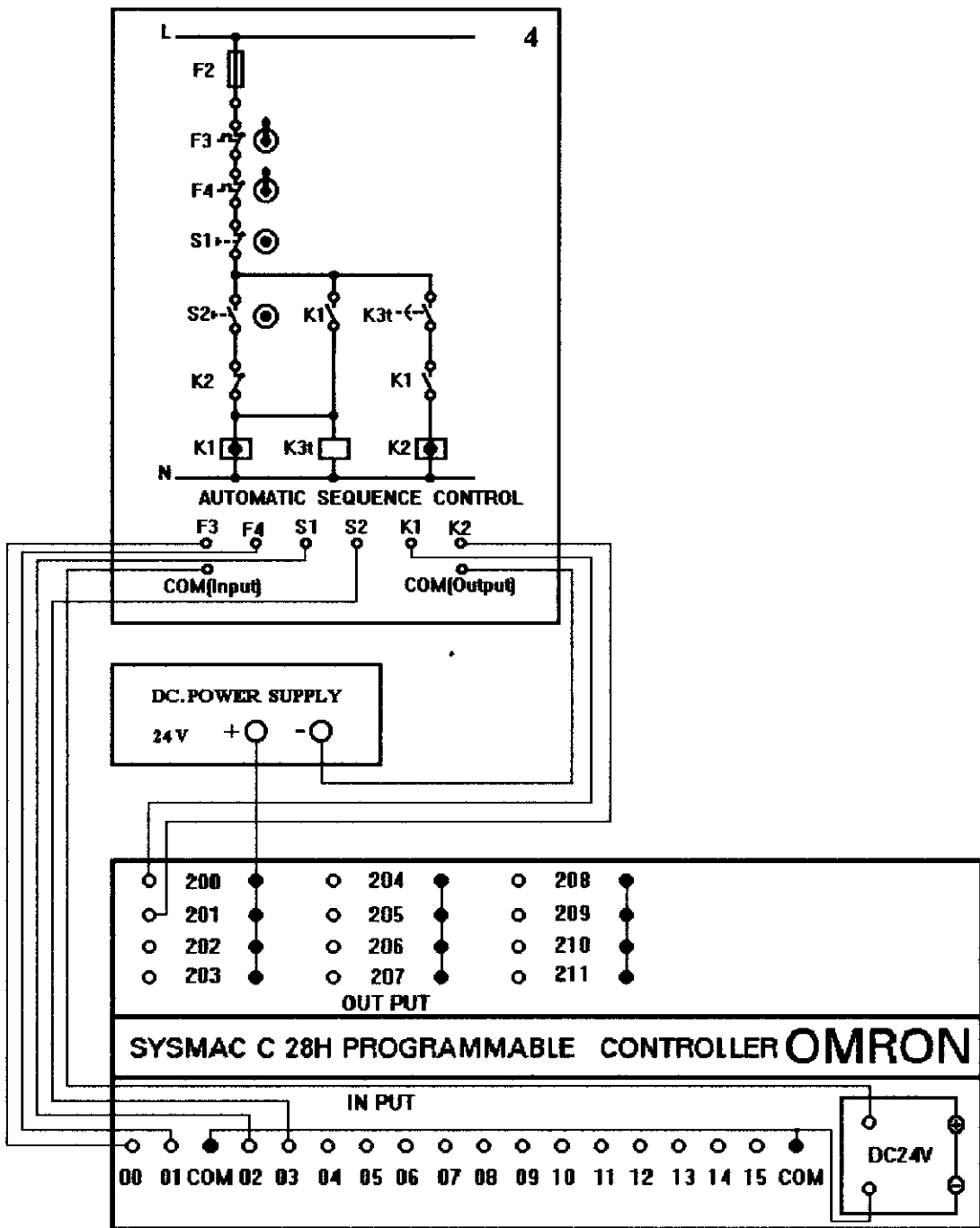
งานที่ 2.1 – 2.5 ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ปกติ	ไม่ปกติ		
1. ความพร้อมใช้งานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
2. จุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
3. แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V				
4. สายเสียบวงจร				
5. อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลองหมายเลข 4				

ภารกิจที่ 3 งานที่ 3.1 – 3.7

งานที่ 3.1 – 3.7 ดำเนินการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง (ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตามภาพประกอบ)

รายการ	การปฏิบัติ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ทำแล้ว	ยังไม่ ได้ทำ		
1. ชมมัลติมิเตอร์เรื่องการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต				
2. เขียนโปรแกรมควบคุม				
3. ใช้สายเสียบวงจรต่อ อุปกรณ์อินพุต				
4. ใช้สายเสียบวงจรต่อ อุปกรณ์เอาต์พุต				
5. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุต				
6. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุต				
7. ตรวจสอบการทำงานของ ของโปรแกรมควบคุม				



ภาพประกอบแสดง Wiring Diagram การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ใช้โหลดจำลองหมายเลข 4

ภารกิจที่ 4 งานที่ 4.1 - 4.4

งานที่ 4.1 นำเสนอผลงาน ครูผู้สอนให้คะแนน ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานและหัวข้อประเมิน

งานที่ 4.3 สรุปผล

หัวข้อที่สรุป	ประเด็นสำคัญที่สรุป
1. การเขียนโปรแกรม	
2. ต่ออุปกรณ์อินพุต	
3. ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	
4. การทำงานของโปรแกรม	

งานที่ 4.4 ทำแบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

- มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานได้หลังจาก.....
.....ทำงานแล้วเท่านั้น
- วงจรกำลังวงจรทำงานเรียงลำดับมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวทำงาน.....เหมือนกับ
วงจรสตาร์ทตรงหลายวงจรต่อร่วมกัน
- วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานด้วยสวิตช์.....
- คอยล์ K1 และ K2 ในวงจรทำงานเรียงลำดับควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ต่อเข้ากับหน่วย
.....ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- วงจรทำงานเรียงลำดับควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเสย์ต่อกับ
หน่วย.....ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- หลักการทำงานเรียงลำดับคือใช้คอนแทคแบบ.....ของเอาต์พุตคอยล์ตัวก่อนหน้าไป
บังคับเอาต์พุตคอยล์ตัวถัดไป
- มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เมื่อ F3 ทำงาน ทำให้
มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้า M2

8. มอเตอร์ไฟฟ้าในวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 4 ตัว ต้องใช้
สวิทช์เริ่มการทำงานจำนวน.....
9. มอเตอร์ไฟฟ้าในวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 4 ตัว
ต้องใช้สวิทช์เริ่มการทำงานจำนวน.....
10. การเริ่มทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ในวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-
โทรลเลอร์ ใช้คอนแทคของคำสั่ง.....

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. จงบอกความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ให้ชัดเจน
2. จงบอกส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับให้ครบถ้วน
3. จงบอกอุปกรณ์ในชุดในวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้า
2 ตัว ให้ครบถ้วน
4. จงบอกอุปกรณ์ในชุดในวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ให้ครบถ้วน
5. จงอธิบายการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-
โทรลเลอร์ กำหนดตำแหน่งเอาต์พุต 204 – 205 ให้ชัดเจน

เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
 หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ
 ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 10.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
 ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.3

- งานที่ 1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
 ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- งานที่ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ
 โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- งานที่ 1.3 บันทึกสาระสำคัญเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ
 โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.1 ความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ เป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุม
 มอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปทำงานเรียงกัน ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
 เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ด้วยสวิทช์บังคับด้วยมือ หลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ทำงานแล้วเริ่มนับ
 เวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานโดยอัตโนมัติ วงจรควบคุมจะมีส่วนที่ป้องกันไม่ให้
 มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานก่อนมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1

การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ส่วนของวงจรกำลังใช้แมคนติคคอนแทคเตอร์
 ส่วนวงจรควบคุมใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.2 ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอน-
 โทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

1) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อ
 กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่แมคนติคคอนแทคเตอร์ K1 และ แมคนติคคอนแทคเตอร์ K2
 (2) อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ F11 และ F12 และ (3) อุปกรณ์ป้องกัน
 มอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่โอเวอร์โวลติลลีย์ F3 และ F4

2) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย (1) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรล-
 เลอร์ (2) อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลีย์ F3 และ F4 สวิตช์หยุดทำงาน S1 สวิตช์เริ่ม
 การทำงานมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 S2 และ (3) อุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่คอยล์ของแมคนติคคอนแทคเตอร์ K1
 และ K2

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.2

งานที่ 2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 2.2 บันทึกสาระสำคัญเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.1 ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม

- 1) การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต เมื่อใช้ PLC Omron C 28H กำหนดได้ดังนี้
(1) ตำแหน่งอินพุต F3 = 00, F4 = 01, S1 = 02, S2 = 03 และ (2) ตำแหน่งเอาต์พุต K1 = 200 และ K2 = 201
- 2) เขียนแลคเคอร์ไลอะแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ใช้ตำแหน่งที่กำหนดให้
- 3) เขียนคำสั่ง ตามแลคเคอร์ไลอะแกรม

2.2.2 การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

- 1) การต่ออุปกรณ์อินพุตควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยอินพุตเข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V (2) ต่อขั้วด้านหนึ่ง F3 F4 S1 และ S2 เข้ากับหน่วยอินพุต ตามตำแหน่งที่กำหนด (3) ต่อขั้วที่เหลือของ F3 F4 S1 และ S2 เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
- 2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยเอาต์พุต 200 - 201 เข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V (2) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 200 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K1 และ (3) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 201 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K2 และ (4) ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 และคอยล์ K2 เข้ากับสาย N ของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

2.2.3 การตรวจสอบการทำงาน

- 1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อ และความผิดปกติของอุปกรณ์หรือสายต่อวงจร ด้วยการ On - Off อุปกรณ์อินพุต F3 F4 S1 และ S2 สังเกตการทำงานที่ Input Indicator
- 2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อและผลการทำงาน ด้วยการ Force Output 200 และ 201 ในตำแหน่ง On และ Off ตามลำดับ สังเกตการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต
- 3) ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ตรวจสอบการทำงานตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ

ประสบการณ์ครั้งที่ 10.2.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 - 4

งานที่ 1.1 – 1.4 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 2.1 – 2.5 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 3.1 – 3.7 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 4.1 – 4.3 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 4.4 ทำแบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานได้หลังจาก.....มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1.....ทำงานแล้วเท่านั้น
2. วงจรกำลังวงจรทำงานเรียงลำดับมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวทำงาน.....เป็นอิสระต่อกัน.....เหมือนกับวงจรสตาร์ทตรงหลายวงจรต่อรวมกัน
3. วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ทำงานด้วยสวิทช์.....บังคับด้วยมือ.....
4. คอยล์ K1 และ K2 ในวงจรทำงานเรียงลำดับควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ต่อเข้ากับหน่วย.....เอาต์พุต.....ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
5. วงจรทำงานเรียงลำดับควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ต่อกับหน่วย.....อินพุต.....ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
6. หลักการทำงานเรียงลำดับคือใช้คอนแทคแบบ.....ปกติเปิด.....ของเอาต์พุตคอยล์ตัวก่อนหน้าไปบังคับเอาต์พุตคอยล์ตัวถัดไป
7. มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เมื่อ F3 ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า M1 หยุดทำงาน ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้า M2หยุดทำงาน.....
8. มอเตอร์ไฟฟ้าในวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 4 ตัว ต้องใช้สวิทช์เริ่มการทำงานจำนวน.....4 ตัว.....
9. มอเตอร์ไฟฟ้าในวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 4 ตัว ต้องใช้สวิทช์เริ่มการทำงานจำนวน.....1 ตัว.....
10. การเริ่มงานของมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 ในวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้คอนแทคของคำสั่ง.....TIM.....

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. จงบอกความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ให้ชัดเจน

คำตอบ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับด้วยมือเป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปที่ต้องทำงานต่อเนื่องกันและมีความสัมพันธ์กันในกระบวนการทำงาน คือมีการทำงานเรียงกันตามลำดับไม่มีการข้ามขั้นตอน

2. จงบอกส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับให้ครบถ้วน

คำตอบ (1) แมคเนติกคอนแทคเตอร์ K1 และ K2 (2) อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า F11 และ F12 และ (3) อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า F3 และ F4

3. จงบอกอุปกรณ์อินพุตในวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ให้ครบถ้วน

คำตอบ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ (1) สวิตช์หยุดทำงาน S1 (2) สวิตช์เริ่มการทำงาน มอเตอร์ไฟฟ้า M1 คือ S2 (3) สวิตช์เริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า M2 คือ S3 และ (4) โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 และ F4

4. จงบอกอุปกรณ์อินพุตในวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ให้ครบถ้วน

คำตอบ อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ (1) สวิตช์หยุดทำงาน S1 (2) สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 และ (3) โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 และ F4

5. จงอธิบายการต่ออุปกรณ์เอาต์พุตมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว ทำงานเรียงลำดับควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ กำหนดตำแหน่งเอาต์พุต 204 – 205 ให้ชัดเจน

คำตอบ ต่อสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เข้ากับจุดต่อร่วมเอาต์พุต 0204 – 0205 ต่อหน่วยเอาต์พุต 0204 เข้ากับคอยล์ K1 ต่อหน่วยเอาต์พุต 0205 เข้ากับคอยล์ K2 ต่อขั้วของคอยล์ K1 และ K2 ที่เหลือเข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับสาย N ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์หลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

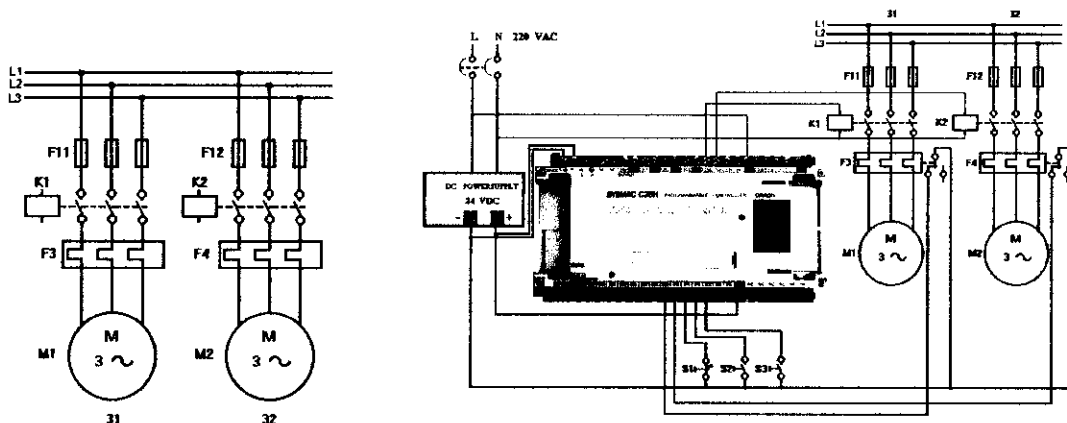
ตอนที่ 1 แบบทดสอบภาคทฤษฎี

- คำชี้แจง
1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
 2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกาเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ

1. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัว วงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในส่วนใด

- ก. วงจรกำลัง
- ข. วงจรควบคุม
- ค. วงจรกำลังและวงจรควบคุม
- ง. แทนแมคเนติกคอนแทคเตอร์

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 2 - 3



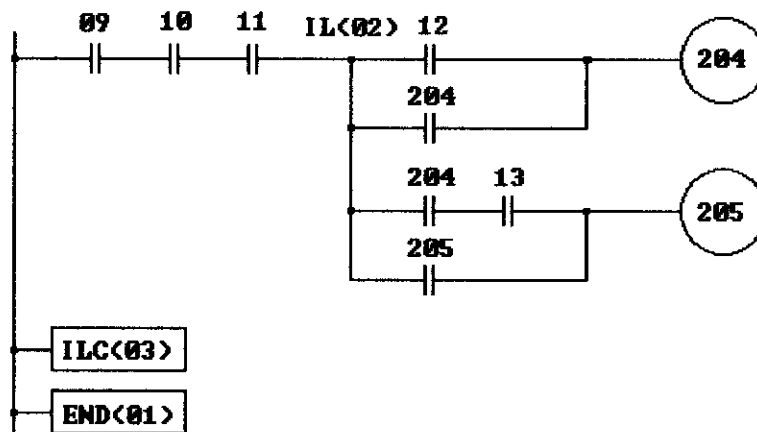
2. อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้าวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า M1 และวงจรกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า M2 เรียงตามลำดับตรงกับข้อใด

- ก. F11 และ F12
- ข. F3 และ F4
- ค. F4 และ F12
- ง. F3 และ F11

3. อุปกรณ์ในวงจรควบคุมข้อใด ต่อเข้ากับหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

- ก. สวิตช์ S1 และ S2
- ข. สวิตช์ S2 และ คอยล์ K1
- ค. คอยล์ K1 และ คอยล์ K2
- ง. คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 และ F4

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 4-5



$$F3 = 09, F4 = 10, S1 = 11, S2 = 12, S3 = 13, K1 = 204, K2 = 205$$

4. อินพุต 13 อยู่ในสภาวะ On ในกรณีใด

- ก. เมื่อ F3 เปลี่ยนตำแหน่ง
- ข. เมื่อ F4 เปลี่ยนตำแหน่ง
- ค. เมื่อกดสวิตช์ S2
- ง. เมื่อกดสวิตช์ S3

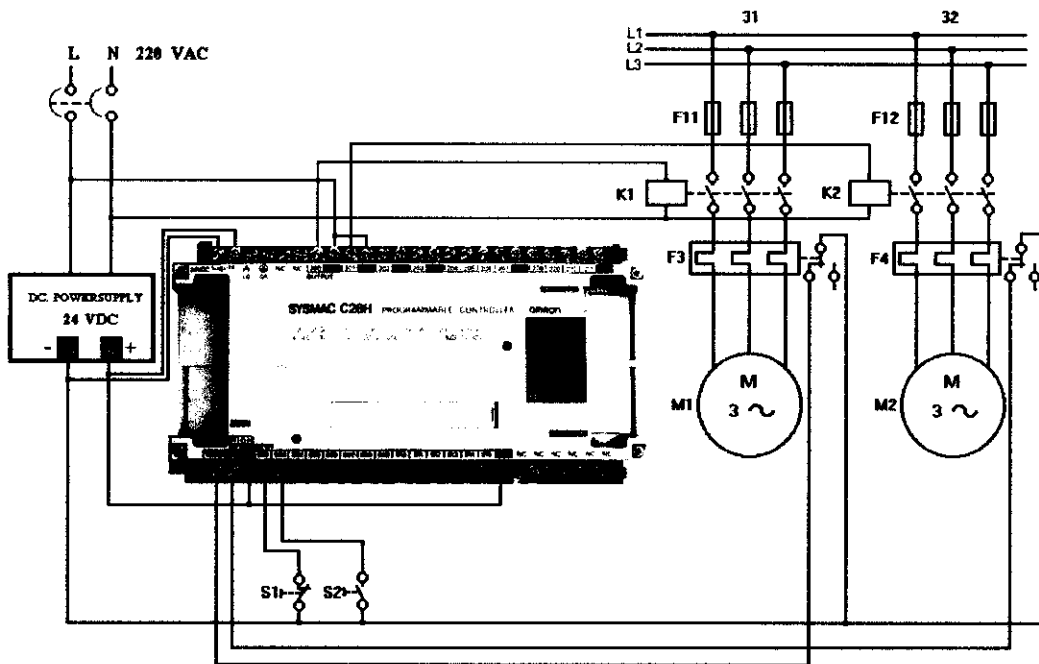
5. เมื่อ On อินพุต 13 เอาต์พุต 205 ไม่สามารถทำงานได้ในกรณีใด

- ก. คอนแทค 204 ปกติเปิดในแถวที่ 2 เปิด
- ข. คอนแทค 204 ปกติเปิดในแถวที่ 3 เปิด
- ค. คอนแทค 204 ปกติเปิดในแถวที่ 2 ปิด
- ง. คอนแทค 204 ปกติเปิดในแถวที่ 3 ปิด

6. งานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าวงจรถางงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การเริ่มทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ด้วยอุปกรณ์ในข้อใด

- ก. สวิตช์ปุ่มกด
- ข. คอนแทก Timer
- ค. คอนแทกของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F3
- ง. คอนแทกของโอเวอร์โวลต์ครีเลย์ F4

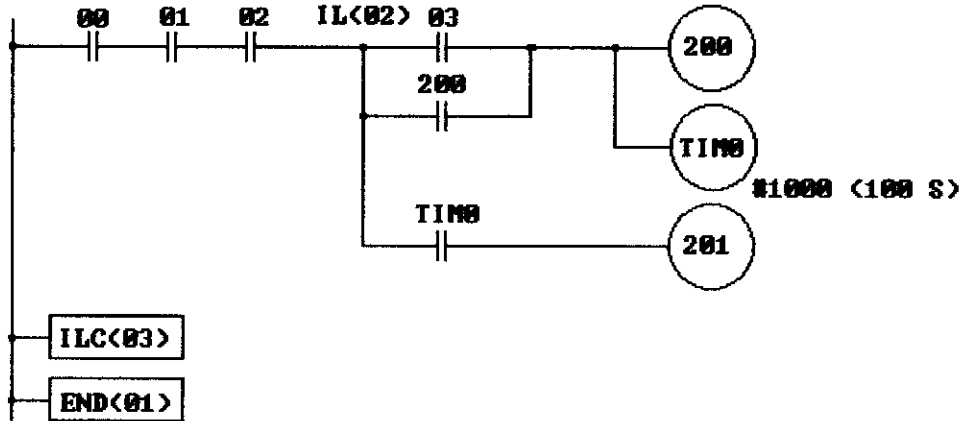
ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 7



7. ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรถางงานเรียงด้วยมือและเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ในข้อใดที่วงจรถางงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติไม่มี

- ก. สวิตช์หยุดการทำงาน
- ข. อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์
- ค. สวิตช์เริ่มการทำงาน M1
- ง. สวิตช์เริ่มการทำงาน M2

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 8 – 10



F3 = 00, F4 = 01, S1 = 02, S2 = 03, K1 = 200, K2 = 201

8. เาต์พุต 0201 ทำงานโดยอัตโนมัติด้วยคอนแทกในข้อใด

- ก. คอนแทก 03
- ข. คอนแทก TIM 00
- ค. คอนแทก 00
- ง. คอนแทก 01

9. อินพุต 00 อินพุต 01 และ อินพุต 02 อยู่ในสภาวะ On ทำให้คอนแทก 00, 01 และ 02 ในแลคเตอร์ไคอะแกรม ตรงกับข้อใด

- ก. 00, 01 ปิด 02 เปิด
- ข. 00, 01 เปิด 02 ปิด
- ค. 00, 01, 02 ปิดทั้งหมด
- ง. 00, 01, 02 เปิดทั้งหมด

10. เาต์พุต 201 ทำงานเมื่อใด

- ก. พร้อมกับ TIM 0
- ข. พร้อมกับเอาต์พุต 200
- ค. หลังจาก TIM 0 ทำงานครบ 100 วินาที
- ง. หลังจาก TIM 0 หยุดทำงานครบ 100 วินาที

ตอนที่ 2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 1 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
2. ทดสอบแบบกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน

สิ่งที่จัดเตรียมไว้ให้

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron C-28 H จำนวน 1 ชุด

คำสั่ง

จงเขียนแลคเกอร์โคอะแกรม และคำสั่ง ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้ (1) คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 = 00 (2) คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F4 = 01 (3) สวิตช์หยุดการทำงาน S1 = 10 (4) สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 = 11 (5) คอยล์ K1 = 204 และ (6) คอยล์ K2 = 205

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว



รวมคะแนน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

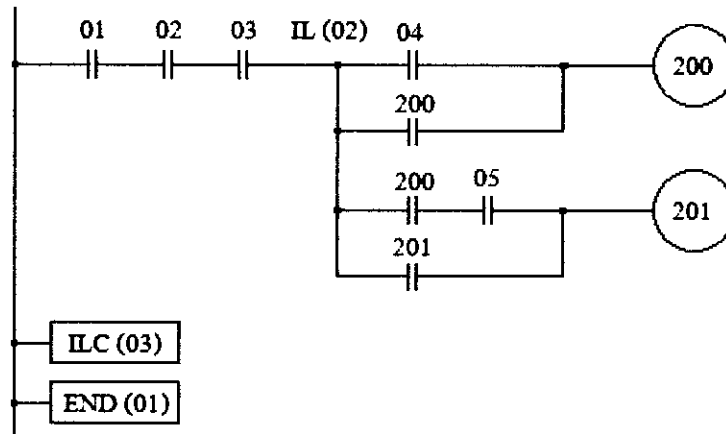
เฉลยแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์

ภาคทฤษฎี

- 1. ง 2. ง 3. ก 4. ก 5. ข
- 6. ง 7. ค 8. ข 9. ก 10. ง

ภาคปฏิบัติ

1. เขียนแลคเคอร์โคะแกรม



2. เขียนคำสั่งจากแลคเคอร์โคะแกรม

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	01
0001	AND	02
0002	AND	03
0003	IL (02)	-
0004	LD	04
0005	OR	200
0006	OUT	200
0007	LD	200
0008	AND	05
0009	OR	201
0010	OUT	201
0011	ILC (03)	-
0012	END (01)	-

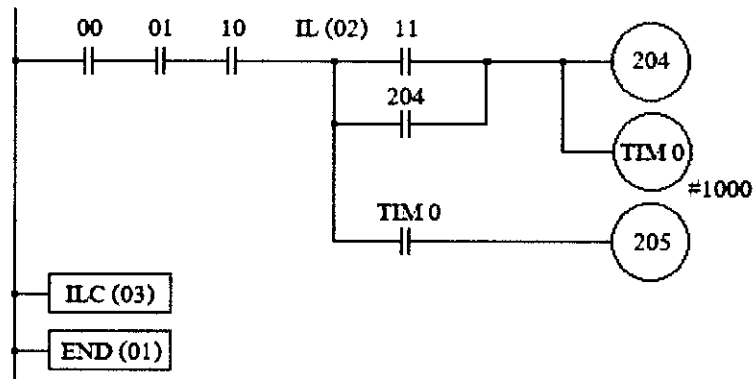
เฉลยแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์

ภาคทฤษฎี

- 1. ข 2. ก 3. ค 4. ง 5. ข
- 6. ก 7. ง 8. ข 9. ค 10. ค

ภาคปฏิบัติ

1. เขียนแลดเดอร์โคตะแกรม



2. เขียนคำสั่งจากแลดเดอร์โคตะแกรม

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	00
0001	AND	01
0002	AND	10
0003	IL (02)	-
0004	LD	11
0005	OR	204
0006	OUT	204
0007	TIM	00
		#1000
0008	LD	TIM 00
0009	OUT	205
0010	ILC (03)	-
0011	END (01)	-

หน่วยประสบการณ์ที่ 11
การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์

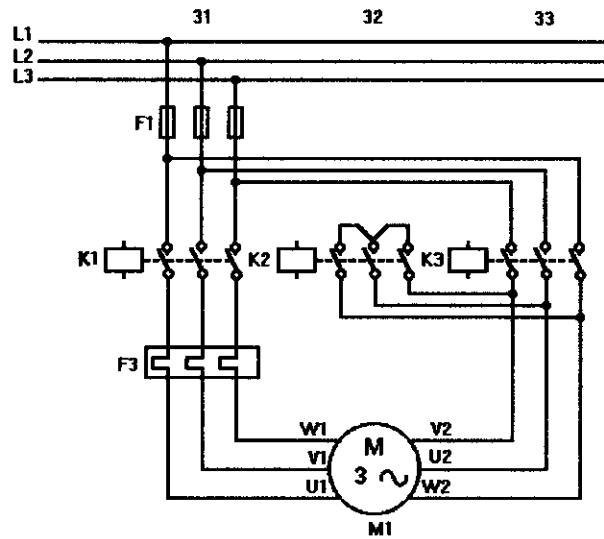
วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
 ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 ประสบการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 1 แบบทดสอบภาคทฤษฎี

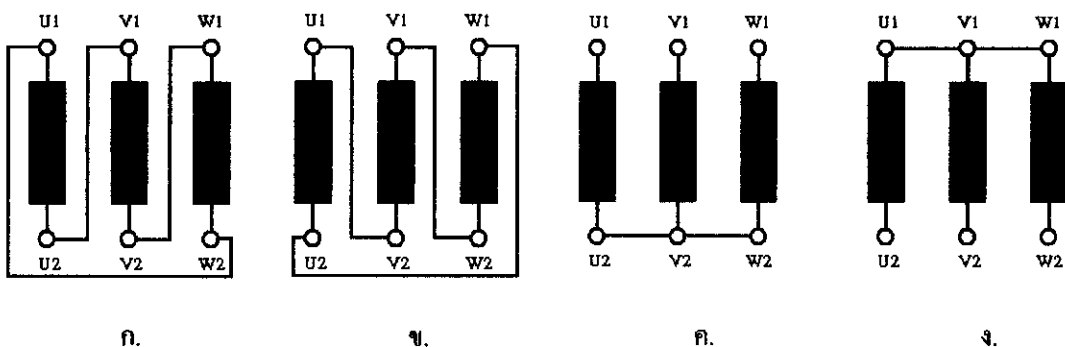
- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
 2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้ววงเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ

1. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นแบบ สตาร์-เคลด้า เป็นวิธีการลดกระแสเริ่มต้นด้วยวิธีตามข้อใด
- ก. ลดจำนวนขดลวด
 - ข. เพิ่มจำนวนขดลวด
 - ค. ลดแรงดันแหล่งจ่ายไฟฟ้า
 - ง. เปลี่ยนรูปแบบการต่อขดลวด

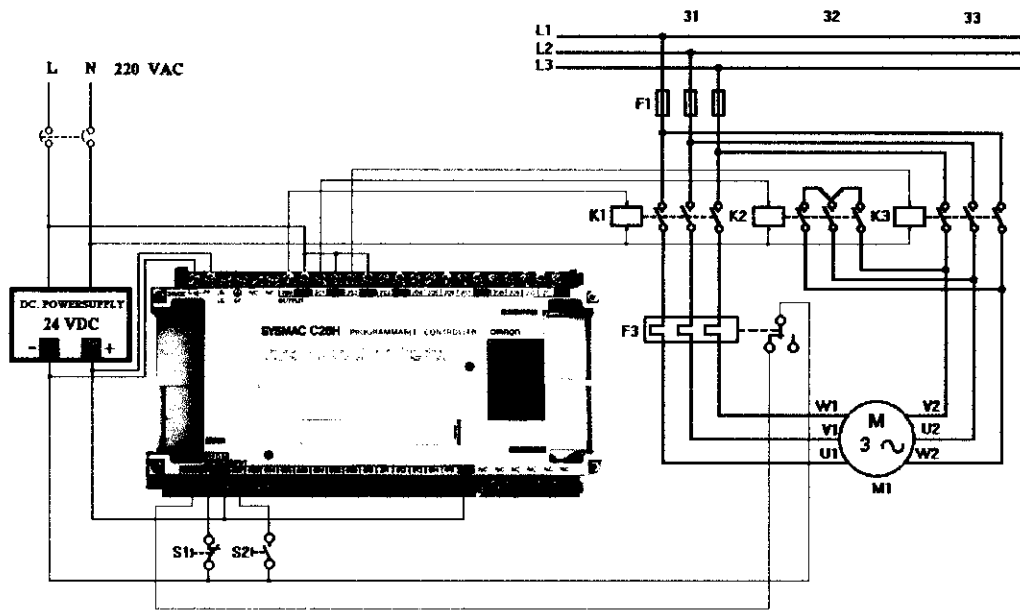
ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 2



2. ขณะ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกัน วงจรการต่อขดลวดตรงกับข้อใด



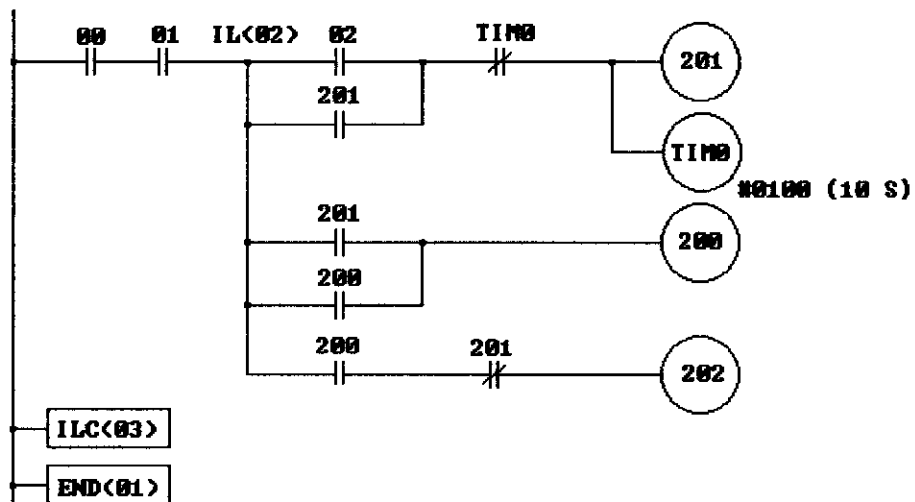
ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 3



3. อุปกรณ์ในวงจรควบคุม ข้อใดเป็นอุปกรณ์เอาต์พุตทั้งหมด

- ก. คอยล์ K1 K2 K3
- ข. คอนแทค F3 และ คอยล์ K1 K2
- ค. สวิตช์ S1 S2 และ คอนแทค F3
- ง. สวิตช์ S2 คอนแทค F3 และ คอยล์ K1

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 4 - 5



F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, K1 = 200, K2 = 201, K3 = 202

4. เอาต์พุต 201 หยุดทำงานเมื่อใด

- ก. หลังจากเอาต์พุต 202 ทำงานไปแล้ว 10 วินาที
- ข. หลังจากเอาต์พุต 201 ทำงานไปแล้ว 10 วินาที
- ค. หลังจากเอาต์พุต 200 ทำงานไปแล้ว 10 วินาที
- ง. หลังจากเอาต์พุต 200 201 202 ทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 10 วินาที

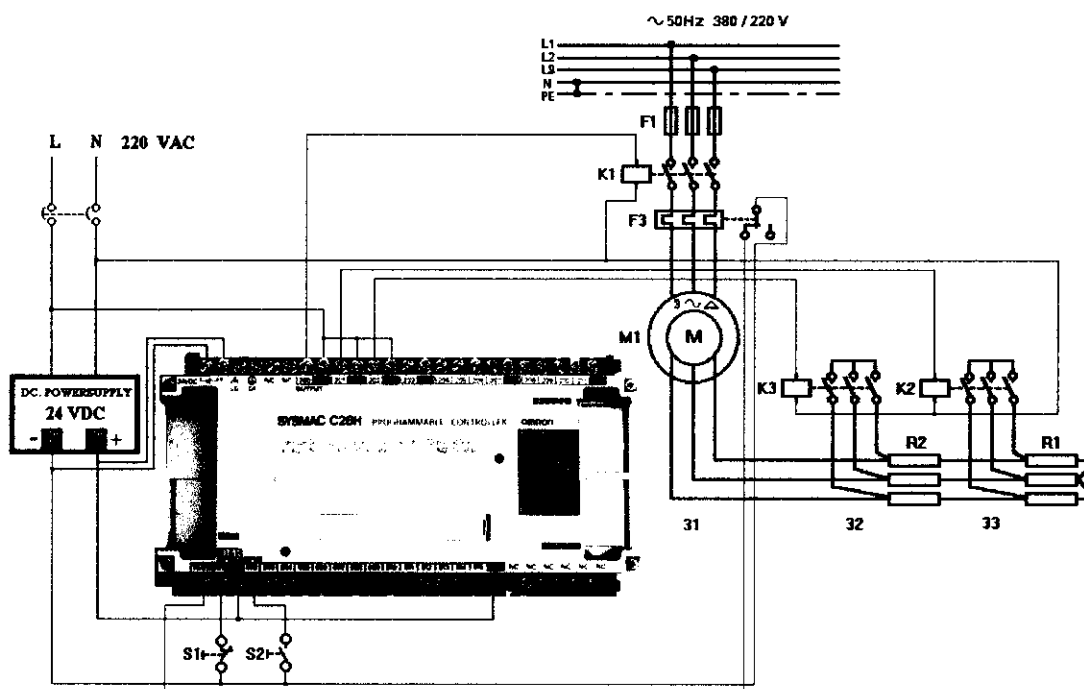
5. เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเกินกำลัง มีผลกระทบต่อสถานะของอินพุต ข้อใดถูกต้อง

- ก. 00 อยู่ในสถานะ Off
- ข. 01 อยู่ในสถานะ Off
- ค. 02 อยู่ในสถานะ Off
- ง. คอนแทค TIM 0 อยู่ในสถานะ Off

6. ขดลวดสลิงปรังมอเตอร์ มี 2 ส่วน ตรงกับข้อใด

- ก. ขดลวดสเตเตอร์ และ ขดลวดโรเตอร์
- ข. ขดลวดโรเตอร์ และ ขดลวดกลับทางหมุน
- ค. ขดลวดกลับทางหมุน และ ขดลวดสเตเตอร์
- ง. ขดลวดโรเตอร์ และ ขดลวดลดกระแสไฟฟ้า

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 7-8



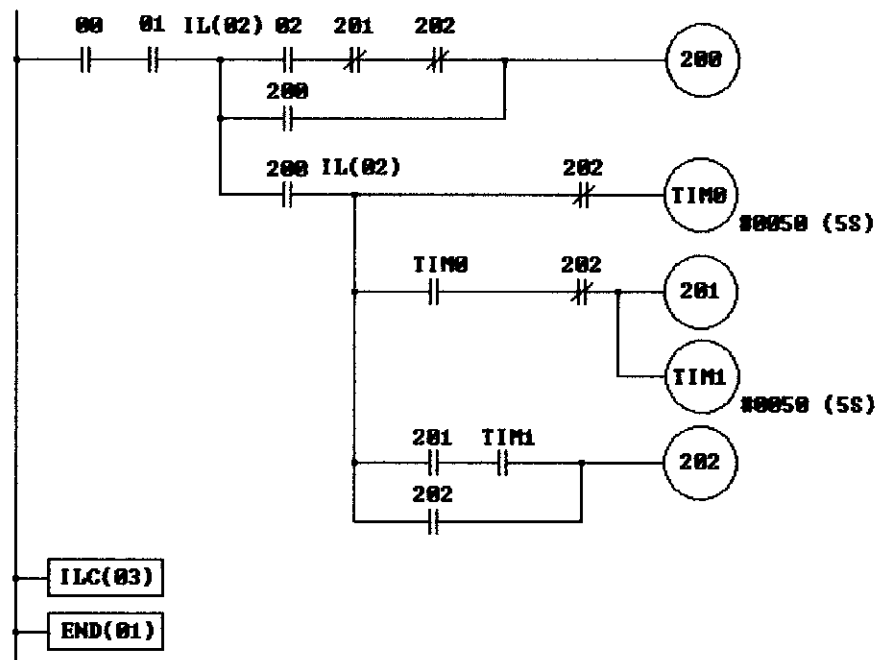
7. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานชุดที่ 2 ออกจากขดลวดโรเตอร์ ตรงกับข้อใด

- ก. คอนแทค F3
- ข. คอนแทคเมน K1
- ค. คอนแทคเมน K2
- ง. คอนแทคเมน K3

8. อุปกรณ์ในวงจรควบคุมในข้อใดเป็นอุปกรณ์อินพุตทั้งหมด

- ก. คอยล์ K1 K2 K3
- ข. สวิตช์ S1 S2 และ คอนแทค F3
- ค. คอนแทค F3 และ คอยล์ K1 K2
- ง. สวิตช์ S2 คอนแทค F3 และ คอยล์ K1

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 9 – 10



F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, K1 = 200, K2 = 201, K3 = 202

9. เมื่อกดสวิตช์ S2 สภาวะอินพุตเป็นไปตามข้อใด

- ก. อินพุต 00 อยู่ในสภาวะ On
- ข. อินพุต 01 อยู่ในสภาวะ On
- ค. อินพุต 02 อยู่ในสภาวะ On
- ง. TIM 0 อยู่ในสภาวะ On

10. เมื่อปล่อยมือจากสวิตช์ S2 เาต์พุต 200 ยังทำงานอยู่ เนื่องจากส่วนของแลคเคอร์ไคอะแกรมในข้อใด

- ก. คอนแทค 200 ปกติเปิดในแถวที่ 2
- ข. คอนแทค 200 ปกติเปิดในแถวที่ 3
- ค. คอนแทค 202 ปกติปิดในแถวที่ 3
- ง. คอนแทค 202 ปกติเปิดในแถวที่ 7

ตอนที่ 2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 1 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

2. ทดสอบแบบกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน

สิ่งที่จัดเตรียมไว้ให้

- | | | |
|---|-------|---------|
| 1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron C-28 H | จำนวน | 1 ชุด |
| 2. โหลดจำลองหมายเลข 5 | จำนวน | 1 แผง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V | จำนวน | 1 ชุด |
| 4. สายเสียบวงจร | จำนวน | 11 เส้น |

คำสั่ง

- จงแสดงการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต หลังจากต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุม วงจรสตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้ (1) คอนแทคของโอเวอร์โหลดรีเลย์ F3 = 00 (2) สวิตช์หยุดการทำงาน S1 = 01 (3) สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 = 02 (4) คอยล์ K1 = 200 (5) คอยล์ K2 = 201 และ (6) คอยล์ K3 = 202
- บันทึกผลการตรวจสอบในตาราง

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สถานะ การทำงาน	Input Indicator			Output Indicator			สภาพ	ตำแหน่ง
F3	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
S1	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
S2	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
K1	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
K2	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
K3	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง “0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการอครกระแสไฟฟ้า



รวมคะแนน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

รายละเอียดการเผชิญสถานการณ์ที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประเภทการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.1 การศึกษา การควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่อง ความหมายและ ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่อง ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบของการควบคุม - ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบิน - บันทึก - สาระสำคัญ
2. ศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ – เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- สไลด์ - คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาร	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบิน - บันทึก - สาระสำคัญ

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ/ แหล่งความรู้	ถึงอำนาจ ความสะดวก	การ ประเมิน
10.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร สตาร์-เดลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วย โปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจร สตาร์-เดลด้า โดยอัตโนมัติ	1.1 จัดทำโปรแกรมเบ็ดคอน- โทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเคเบิลวงจร 1.4 จัดหาโหนดจำลอง หมายเลข 5	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิศวะ อุปกรณ์	- โปรแกรมเม- เบ็ดคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 5	- ใต้ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจร สตาร์-เดลด้า โดยอัตโนมัติ	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเบ็ดคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่ออินพุต/ เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิล- คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเคเบิลวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหนดจำลอง หมายเลข 5	PDL PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม- เบ็ดคอนโทรล- เลอร์ - โหนดจำลอง หมายเลข 5 - ประมวลผล	- ใต้ - เก้าอี้ - มัลติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ/ แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		<p>3.4 ต่ออุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลองหมายเลข 5 เข้ากับ จุดต่อหน่วยเอาต์พุตของ โปรแกรมเมมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตาม ตารางที่ 11.1 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุตทุกตัวของ โหลด จำลองหมายเลข 5</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุตของ โหลดจำลอง หมายเลข 5</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม ใน สถานการณ์จำลอง โดยใช้โหนด จำลองหมายเลข 5</p>	<p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p>					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนาจ ความสะดวก	การ ประเมิน
	4. รายงานผลการ ปฏิบัติงานการ ความคุมวงจร สตาร์ – เดดต้า โดยอัตโนมัติ	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล	PDL TDL/PDL TDL/PDL		- ห้องเรียน - มุมแสดง ผลงาน	- โปรแกรม-เบสิคคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 5 - ประมวลผลสาระ	- ใ้ละเอียด - แก้อธิบาย - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประสบการณ์รองที่ 11.1.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.4

งานที่ 1.1 – 1.4 จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการวัสดุอุปกรณ์ / จำนวน	การปฏิบัติ			การแก้ปัญหา
	มีครบ	มีไม่ครบ	ไม่มี	
1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1 ชุด				
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1 เครื่อง				
3. สายเสียบวงจร 11 เส้น				
4. โหลดจำลองหมายเลข 5 จำนวน 1 แผง				

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.5

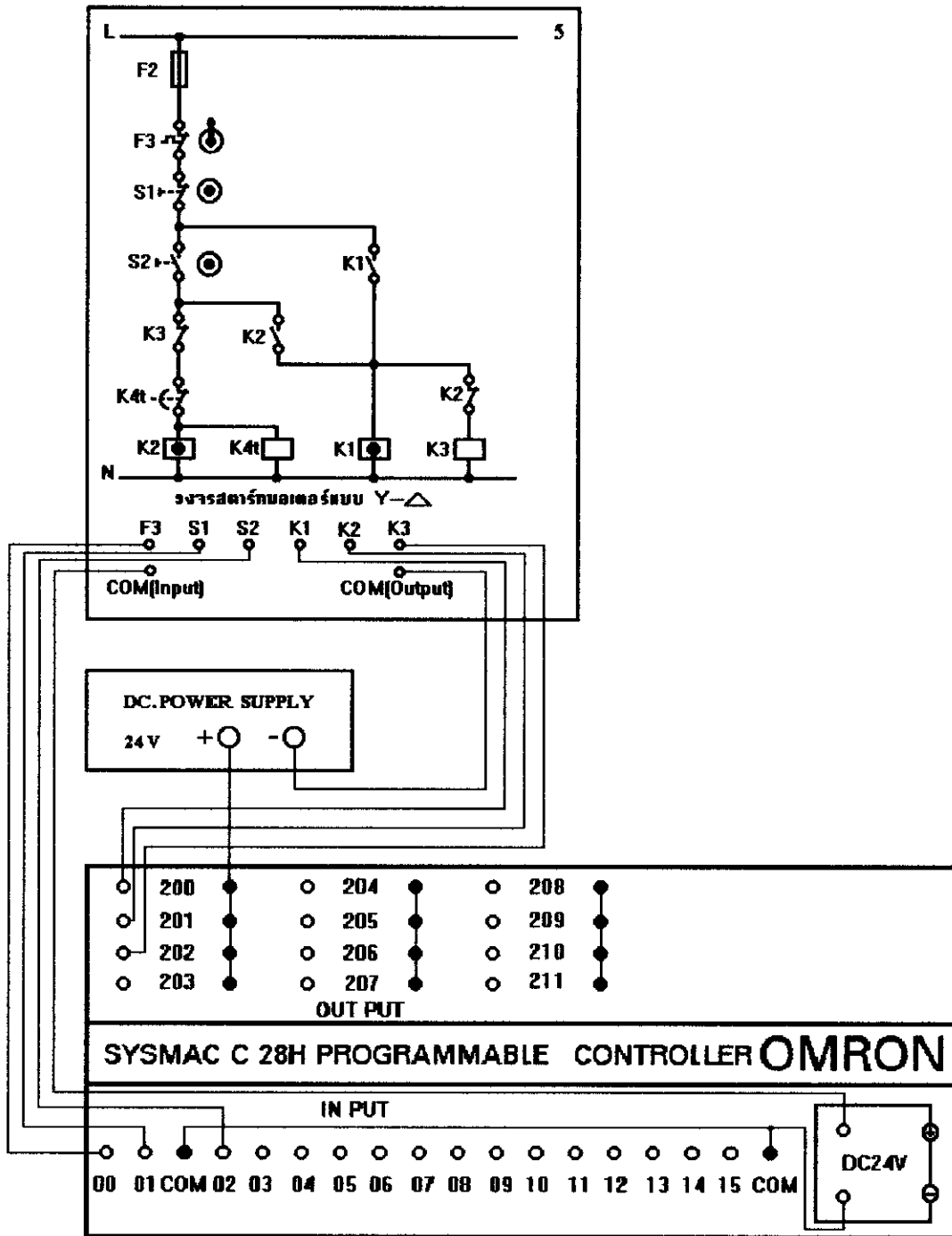
งานที่ 2.1 – 2.5 ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ปกติ	ไม่ปกติ		
1. ความพร้อมใช้งานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
2. จุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
3. แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V				
4. สายเสียบวงจร				
5. อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลองหมายเลข 5				

ภารกิจที่ 3 งานที่ 3.1 – 3.7

งานที่ 3.1 – 3.7 ดำเนินการควบคุมวงจร สตาร์-เคลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมแมกเนติกคอนโทรลเลอร์
โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง
(ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตามภาพประกอบ)

รายการ	การปฏิบัติ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ทำแล้ว	ยังไม่ ได้ทำ		
1. ขม้มลคมีเคียบเรืองการค่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต				
2. เขียนโปรแกรมควบคุม				
3. ใช้สายเสียบวงจรค่อ อุปกรณ์อินพุต				
4. ใช้สายเสียบวงจรค่อ อุปกรณ์เอาต์พุต				
5. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุต				
6. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุต				
7. ตรวจสอบการทำงาน ของโปรแกรมควบคุม				



ภาพประกอบแสดง Wiring Diagram การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ใช้โหนดจำลองหมายเลข 5

ภารกิจที่ 4 งานที่ 4.1 – 4.4

งานที่ 4.1 นำเสนอผลงาน ครูผู้สอนให้คะแนน ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานและหัวข้อประเมิน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หัวข้อการประเมิน	คะแนน	
ขั้นเตรียม	เตรียมเครื่องมือ		
	เตรียมอุปกรณ์		
ขั้นปฏิบัติ	เขียนโปรแกรม		
	ต่ออุปกรณ์อินพุต		
	ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต		
	การทำงานของโปรแกรม		
ขั้นผลสำเร็จ	ตอบคำถาม	การเขียนโปรแกรม	
		การต่ออุปกรณ์อินพุต	
		ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	
		การทำงานของโปรแกรม	
	การนำเสนอผลงานต่อครูและเพื่อน		
	การวิพากษ์งานเพื่อน		
	รายงานผลการปฏิบัติงาน		
ขั้นกินนิตย	การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์		
	การเก็บวัสดุอุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน		
	รักษาความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน		
	ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด		
รวมคะแนน			
ผลการประเมิน (A, B, C)			

งานที่ 4.2 วิพากษ์โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	คะแนน / กลุ่มที่ประเมิน									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	เขียน โปรแกรม										
2	ต่ออุปกรณ์อินพุต										
3	ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต										
4	การทำงานของโปรแกรม										
คะแนนรวม											

แบบประเมินชิ้นงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนัก คะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
1. เขียน โปรแกรม	10	10 ถูกต้องทั้งหมดจากการตรวจครั้งที่ 1 8 ถูกต้องทั้งหมดหลังการแก้ไข 5 ถูกตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป 0 ถูกไม่ถึงร้อยละ 50
2. ต่ออุปกรณ์อินพุต	10	(ข้อที่ 1 – 4 ใช้เกณฑ์เดียวกัน)
3. ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	10	
4. การทำงานของโปรแกรม	10	
รวม	40	

บันทึกข้อเสนอแนะจากการวิพากษ์งาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลกระแสไฟฟ้า
ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์รองที่ 11.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.3

- งานที่ 1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- งานที่ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- งานที่ 1.3 บันทึกสาระสำคัญเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.1 ความหมายของการควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ

การควบคุมวงจร สตาร์ – เดลต้า โดยอัตโนมัติ เป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบสไลด์เรลเกจ ทำงานโดยรับแรงดันเต็มตั้งแต่จะลกระแสเริ่มเดินด้วยวิธีเปลี่ยน
วงจรการต่อขดลวดสเตเตอร์ คือ เริ่มเดินต่อขดลวดแบบสตาร์ เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนไปได้ระยะหนึ่งถึงเวลาที่
ตั้งไว้จะเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวดเป็นแบบเดลต้าโดยอัตโนมัติ

1.3.2 ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล-
เลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

1) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อ
กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 (2) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวด
แบบสตาร์ให้แก่แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 (3) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อขดลวดแบบเดลต้าให้แก่แมกเนติกคอน-
แทคเตอร์ K3 (4) อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ F1 และ (5) อุปกรณ์ป้องกัน
มอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่โอเวอร์โวลติลลิตี F3

2) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย (1) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรล-
เลอร์ (2) อุปกรณ์อินพุต ได้แก่ คอนแทคของโอเวอร์โวลติลลิตี F3 สวิตช์หยุดทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน
S2 และ (3) อุปกรณ์เอาต์พุตให้แก่คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 K2 และ K3

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.2

งานที่ 2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 2.2 บันทึกสาระสำคัญของขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.1 ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม

- 1) การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต เมื่อใช้ PLC Omron C 28H กำหนดได้ดังนี้
(1) ตำแหน่งอินพุต F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02 และ (2) ตำแหน่งเอาต์พุต K1 = 200, K2 = 201, K3 = 202
- 2) เขียนแลดเดอร์ไลอะแกรมควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ใช้ตำแหน่งที่กำหนดให้
- 3) เขียนคำสั่ง ตามแลดเดอร์ไลอะแกรม

2.2.2 การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

- 1) การต่ออุปกรณ์อินพุตควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยอินพุตเข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V (2) ต่อขั้วด้านหนึ่ง F3 S1 และ S2 เข้ากับหน่วยอินพุต ตามตำแหน่งที่กำหนด (3) ต่อขั้วที่เหลือของ F3 S1 และ S2 เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V
- 2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยเอาต์พุต 200 - 202 เข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V (2) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 200 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K1 (3) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 201 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K2 (4) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 202 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K3 และ (5) ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 K2 และ K3 เข้ากับสาย N ของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

2.2.3 การตรวจสอบการทำงาน

- 1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อ และความผิดปกติของอุปกรณ์หรือสายต่อวงจร ด้วยการ On – Off อุปกรณ์อินพุต F3 S1 และ S2 สังเกตการทำงานที่ Input Indicator
- 2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อและผลการทำงาน ด้วยการ Force Output 200 201 และ 202 ในตำแหน่ง On และ Off ตามลำดับ สังเกตการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต
- 3) ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ตรวจสอบการทำงานตามเงื่อนไขการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ

ประสบการณ์รองที่ 11.1.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรสตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 - 4

งานที่ 1.1 – 1.4, 2.1 – 2.5, 3.1 – 3.7, 4.1 – 4.3 ตามการปฏิบัติจริง

รายละเอียดการเผชิญสถานการณ์ที่ 11.2 การควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.1 การศึกษาการควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	1. ศึกษาเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์	1.1 ชมวิดีโอเกี่ยวกับส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 อ่านประมวลสารเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.3 บันทึกสาระสำคัญ	SDL	- ส่วนประกอบของวงจรควบคุม - ความหมายและส่วนประกอบของการควบคุม	- ห้องเรียน - มุมหนังสือ	- มัลติมีเดีย - ประมวลสาร	- โตะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินที่ก สาระสำคัญ
	2. ศึกษาเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์	2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 บันทึกสาระสำคัญ	TDL/ SDL SDL	- ขั้นตอนการควบคุมวงจรสติปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	- ห้องเรียน	- สไลด์คอมพิวเตอร์ - ประมวลสาร	- โตะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ - คอมพิวเตอร์ - เครื่องฉายภาพ - จอภาพ	- จากการบินที่ก สาระสำคัญ

ประสมการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	ถึงอำนวยความสะดวก	การประเมิน
10.1.2 การปฏิบัติ การควบคุมวงจร สติปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรลเลอร์	1. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรสติปริงมอเตอร์	1.1 จัดทำโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1.2 จัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 24 V 1.3 จัดหาสายเสียบวงจร 1.4 จัดหาโหลดจำลอง หมายเลข 6	PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน - มุมวิสตดู อุปกรณ์	- โปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 6	- ใต้ - เก้าอี้	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน
	2. ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์สำหรับ ปฏิบัติการควบคุม วงจรสติปริง-มอเตอร์	2.1 ตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 2.2 ตรวจสอบจุดต่อ อินพุต/ เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิล-คอนโทรลเลอร์ 2.3 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 2.4 ตรวจสอบสายเสียบวงจร 2.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลอง หมายเลข 6	PDL PDL PDL PDL PDL		- ห้องเรียน	- โปรแกรมเม-เบิ้ลคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 6 - ประมวลตรา	- ใต้ - เก้าอี้ - มัดติมิเตอร์	- ด้วยแบบ ประเมิน พฤติกรรม การทำงาน ในกลุ่ม - ด้วยแบบ ประเมินผล การปฏิบัติ งาน

ประเภทการณ	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริษัท	สื่อ/ แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
		<p>3.4 ใช้อุปกรณ์เอาต์พุตของโหนดจำลองหมายเลข 6 เข้ากับจุดต่อหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟที่กระแสตรง 24 V ตำแหน่งที่กำหนดตามตารางที่ 11.4 ในประมวลสาระ</p> <p>3.5 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อินพุตทุกตัวของโหนดจำลองหมายเลข 6</p> <p>3.6 ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตของโหนดจำลองหมายเลข 6</p> <p>3.7 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ในสถานการณ์จำลอง โดยใช้โหนดจำลองหมายเลข 6</p>	<p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p> <p>PDL</p>					

ประสพการณ์	ภารกิจ	งาน	วิธีการ	เนื้อหา	บริบท	สื่อ / แหล่งความรู้	สิ่งอำนวยความสะดวก	การประเมิน
	4. รายงานผลการปฏิบัติงานการควบคุมวงจรสลับปรังมอเตอร์	4.1 นำเสนอผลงาน 4.2 วิพากษ์ 4.3 สรุปผล 4.4 ทำแบบฝึกหัด	PDL TDL/PDL TDL/PDL SDL		- ห้องเรียน - มุมแสดงผลงาน	- ไปรแกรมเม-เบ็คคอนโทรลเลอร์ - โหลดจำลอง หมายเลข 6 - ประมวลผลสาระ	- โต๊ะ - เก้าอี้ - ปลั๊กไฟ	- ด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานในกลุ่ม - ด้วยแบบประเมินผล การปฏิบัติ งาน - จากการทำแบบฝึกหัด

ประสบการณ์รองที่ 11.2.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.4

งานที่ 1.1 – 1.4 จัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใช้เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการวัสดุอุปกรณ์ / จำนวน	การปฏิบัติ			การแก้ปัญหา
	มีครบ	มีไม่ครบ	ไม่มี	
1. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 1 ชุด				
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 1 เครื่อง				
3. สายเสียบวงจร 11 เส้น				
4. โหลดจำลองหมายเลข 6 จำนวน 1 แผง				

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.5

งานที่ 2.1 – 2.5 ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

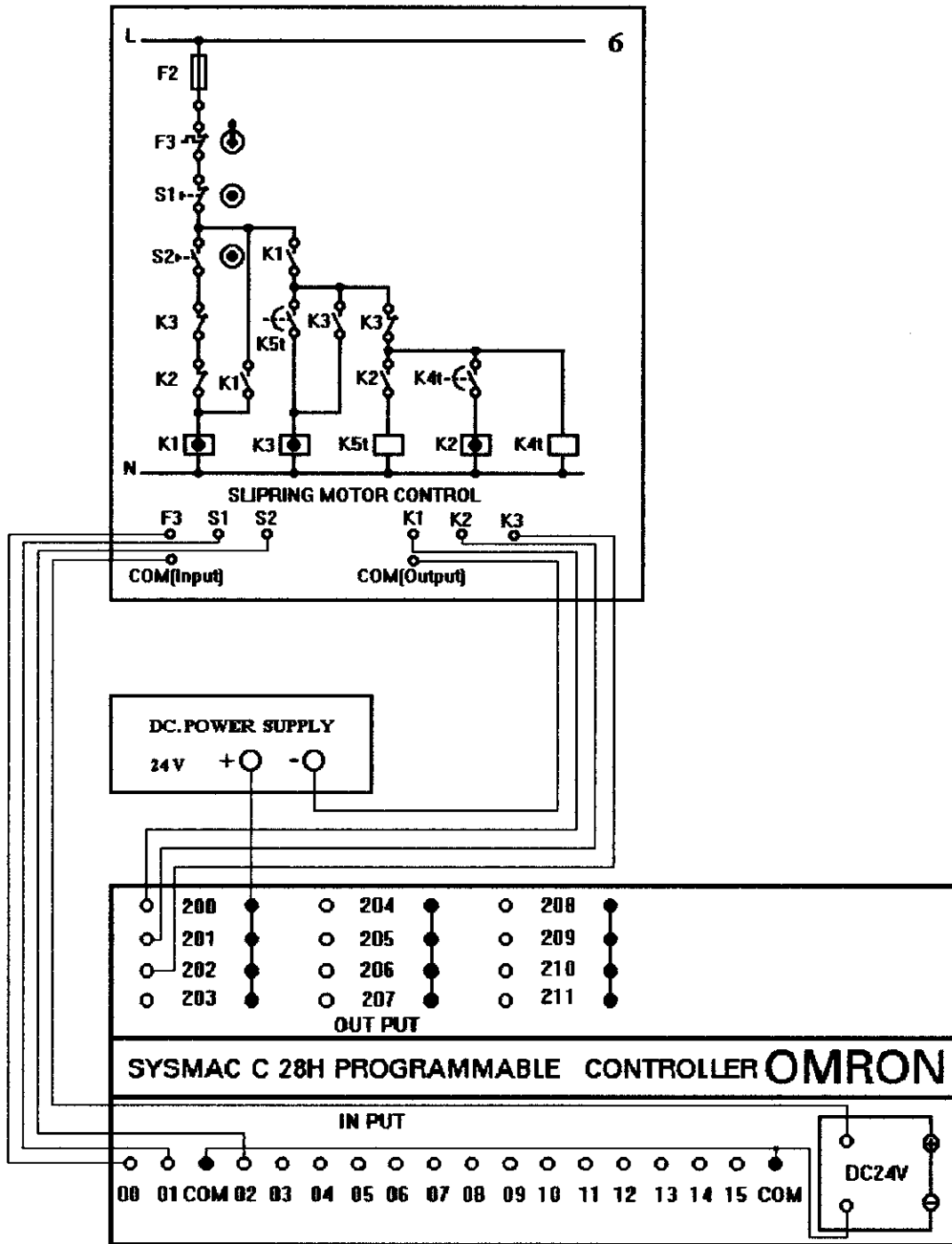
ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยใช้เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ปกติ	ไม่ปกติ		
1. ความพร้อมใช้งานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
2. จุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์				
3. แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V				
4. สายเสียบวงจร				
5. อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโหลดจำลองหมายเลข 6				

ภารกิจที่ 3 งานที่ 3.1 – 3.7

งานที่ 3.1 – 3.7 ดำเนินการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง
(ต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ตามภาพประกอบ)

รายการ	การปฏิบัติ		ปัญหาที่พบ	การแก้ปัญหา
	ทำแล้ว	ยังไม่ ได้ทำ		
1. ชมมัลติมิเตอร์เรื่องการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต				
2. เขียนโปรแกรมควบคุม				
3. ใช้สายเสียบวงจรต่อ อุปกรณ์อินพุต				
4. ใช้สายเสียบวงจรต่อ อุปกรณ์เอาต์พุต				
5. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์อินพุต				
6. ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์เอาต์พุต				
7. ตรวจสอบการทำงานของ โปรแกรมควบคุม				



ภาพประกอบแสดง Wiring Diagram การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ใช้โหนดจำลองหมายเลข 6

งานที่ 4.3 สรุปผล

หัวข้อที่สรุป	ประเด็นสำคัญที่สรุป
1. การเขียนโปรแกรม	
2. ต่ออุปกรณ์อินพุต	
3. ต่ออุปกรณ์เอาต์พุต	
4. การทำงานของโปรแกรม	

งานที่ 4.4 ทำแบบฝึกหัด

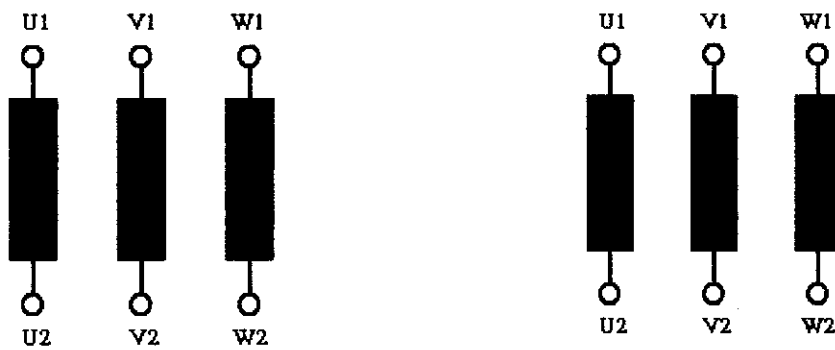
ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

- การต่อขดลวดแบบ.....ต่อปลายของขดลวดแต่ละชุดรวมกัน ส่วนต้นของขดลวดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
- การต่อขดลวดแบบ.....ต่อขั้วขดลวด U2 กับ V1 ขั้ว V2 กับ W1 ขั้ว W2 กับ U1 ส่วนต้นของขดลวดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
- อุปกรณ์ในวงจรกำลังวงจร สตาร์ - เกล็ด้า ใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์จำนวน.....ตัว
- การควบคุมวงจร สตาร์ - เกล็ด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้คำสั่ง.....
.....เปลี่ยนการต่อขดลวด
- ขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานขดลวดต่อแบบสตาร์หรือเกล็ด้า แล้วโอเวอร์โวลติลริลย์ทำงาน ทำให้มอเตอร์.....
- โรเตอร์ของสลีปริงมอเตอร์เป็นแบบ.....หรือเรียกว่าวาวน์โรเตอร์
- การต่อตัวต้านทานวงจรสลีปริงมอเตอร์ต่อเข้ากับขดลวด.....
- ขณะสลีปริงมอเตอร์หมุนความเร็วรอบปกติตัวต้านทานทั้งหมด.....จากวงจรขดลวดโรเตอร์
- แมกเนติกคอนแทคเตอร์ในวงจรกำลังวงจรสลีปริงมอเตอร์ทำหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์และ.....ออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์

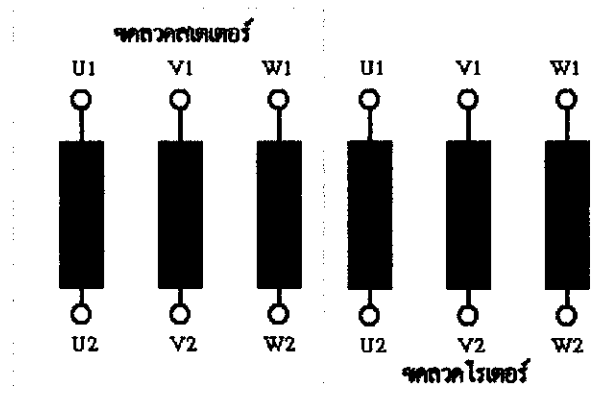
10. คอยล์ของแม่เหน็ดิคคอนแทคเตอร์ในวงจรควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 ต่อเข้ากับ.....ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. จงบอกความหมายของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ให้ชัดเจน
2. จงเขียน Wiring Diagram ต่อขลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบสตาร์และแบบเคลด้า



3. จงเขียน Wiring Diagram ต่อขลวดสลิปริงมอเตอร์ ขลวดสเตเตอร์ต่อแบบเคลด้า



4. จงอธิบายการต่ออุปกรณ์อินพุตควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิล คอนโทรลเลอร์ ให้ชัดเจน
5. จงอธิบายการต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ให้ชัดเจน

เฉลยแบบฝึกปฏิบัติ

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
หน่วยประมวลผลที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลัดกระแสไฟฟ้า
ประมวลผลหลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรถลิตีปรังมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ประมวลผลรองที่ 11.2.1 การศึกษาการควบคุมวงจรถลิตีปรังมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 งานที่ 1.1 – 1.3

งานที่ 1.1 ชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลิตีปรังมอเตอร์

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 1.2 อ่านประมวลสาระเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลิตีปรังมอเตอร์

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 1.3 บันทึกสาระสำคัญเรื่องความหมายและส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลิตีปรังมอเตอร์

ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3.1 ความหมายของการควบคุมวงจรถลิตีปรังมอเตอร์

หมายถึง การควบคุมการเริ่มเดินโดยการต่อตัวต้านทานทั้งหมดเข้ากับขดลวดโรเตอร์ ใช้ตัวต้านทาน 2 ชุด ต่ออนุกรมกัน ขดลวดสเตเตอร์ต่อแบบเคลด้า ขดลวดโรเตอร์ต่อแบบสตาร์ คั้นของขดลวดแต่ละชุดต่อเข้ากับตัวต้านทาน 2 ชุด ที่ซึ่งต่อกันแบบอนุกรม เริ่มเดินตัวต้านทานทั้งหมดถูกต่อเข้ากับขดลวดโรเตอร์ หลังจากสลิตีปรังมอเตอร์เริ่มเดินแล้วตัวตั้งเวลาตัวที่ 1 เริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ของตัวตั้งเวลาตัวที่ 1 ตัวต้านทานชุดที่ 1 (R1) จะถูกตัดออกจากวงจร หลังจากตัวต้านทานชุดที่ 1 (R1) ถูกตัดออกจากวงจรแล้วตัวตั้งเวลาตัวที่ 2 จึงเริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ของตัวตั้งเวลาตัวที่ 2 ตัวต้านทานชุดที่ 2 (R2) จะถูกตัดออกด้วยวิธีดังกล่าวตัวต้านทานที่ต่อเข้ากับขดลวดโรเตอร์ทั้งหมดจะถูกลดลงทีละขั้นโดยอัตโนมัติ จนตัวต้านทานทั้งหมดถูกตัดออกจากวงจร ผลของการต่อตัวต้านทานเข้ากับขดลวดโรเตอร์ของสลิตีปรังมอเตอร์ ทำให้สามารถลัดกระแสไฟฟ้าขณะเริ่มเดินและทำให้แรงบิดขณะเริ่มเดินสูง แต่เมื่อสลิตีปรังมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบปกติแล้วตัวต้านทานที่ต่อเข้าไปจะทำให้แรงบิดไม่ตี จึงต้องตัดตัวต้านทานออก

1.3.2 ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลิตีปรังมอเตอร์

ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลิตีปรังมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ในวงจรกำลัง และอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ดังนี้

1) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรกำลังประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 (2) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทาน ชุดที่ 1 ออกจากวงจรถลิตีปรังมอเตอร์ ได้แก่แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K2 (3) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานชุดที่ 2 ออกจากวงจรถลิตีปรังมอเตอร์ ได้แก่แมกเนติกคอนแทคเตอร์ K3 (4) อุปกรณ์ป้องกันสายไฟฟ้า ได้แก่ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ F1 และ (5) อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไฟฟ้า ได้แก่โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3

2) ส่วนประกอบของอุปกรณ์ในวงจรควบคุม ประกอบด้วย (1) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) อุปกรณ์อินพุตได้แก่ คอนแทคของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 สวิตช์หยุดทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 และ (3) อุปกรณ์เอาต์พุตได้แก่คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ K1 K2 และ K3

ภารกิจที่ 2 งานที่ 2.1 – 2.2

งานที่ 2.1 ฟังบรรยายเรื่องขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

งานที่ 2.2 บันทึกสาระสำคัญของขั้นตอนการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

2.2.1 ลำดับขั้นการเขียนโปรแกรม

1) การกำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต เมื่อใช้ PLC Omron C 28H กำหนดได้ดังนี้

(1) ตำแหน่งอินพุต F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02 และ (2) ตำแหน่งเอาต์พุต K1 = 200, K2 = 201, K3 = 202

2) เขียนแลคเกอร์ไคอะแกรมควบคุมวงจร สตาร์-เดลต้า โดยอัตโนมัติ ใช้ตำแหน่งที่กำหนดให้

3) เขียนคำสั่ง ตามแลคเกอร์ไคอะแกรม

2.2.2 การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

1) การต่ออุปกรณ์อินพุตควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยอินพุตเข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V (2) ต่อขั้วด้านหนึ่ง F3 S1 และ S2 เข้ากับหน่วยอินพุต ตามตำแหน่งที่กำหนด (3) ต่อขั้วที่เหลือของ F3 S1 และ S2 เข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

2) การต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ทำดังนี้ (1) ต่อจุดต่อร่วมหน่วยเอาต์พุต 200 - 202 เข้ากับสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V (2) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 200 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K1 (3) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 201 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K2 (4) ต่อจุดต่อหน่วยเอาต์พุต 202 เข้ากับขั้วด้านหนึ่งของคอยล์ K3 และ (5) ต่อขั้วที่เหลือของคอยล์ K1 K2 และ K3 เข้ากับสาย N ของ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

2.2.3 การตรวจสอบการทำงาน

1) การตรวจสอบอุปกรณ์อินพุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อ และความผิดปกติของอุปกรณ์หรือสายต่อวงจร ด้วยการ On - Off อุปกรณ์อินพุต F3 S1 และ S2 สังเกตการทำงานที่ Input Indicator

2) การตรวจสอบอุปกรณ์เอาต์พุต ตรวจสอบตำแหน่งการต่อและผลการทำงาน ด้วยการ Force Output 200 201 และ 202 ในตำแหน่ง On และ Off ตามลำดับ สังเกตการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต

3) ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุม ตรวจสอบการทำงานตามเงื่อนไขการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์

ประสบการณ์รองที่ 11.2 ปฏิบัติการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ภารกิจที่ 1 - 4

งานที่ 1.1 – 1.4 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 2.1 – 2.5 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 3.1 – 3.7 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 4.1 – 4.3 ตามการปฏิบัติจริง

งานที่ 4.4 ทำแบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. การต่อขดลวดแบบ.....สตาร์.....ต่อปลายของขดลวดแต่ละชุดรวมกัน ส่วนต้นของขดลวดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
2. การต่อขดลวดแบบ.....เคลด้า.....ต่อขั้วขดลวด U2 กับ V1 ขั้ว V2 กับ W1 ขั้ว W2 กับ U1 ส่วนต้นของขดลวดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
3. อุปกรณ์ในวงจรกำลังวงจร สตาร์-เคลด้า ใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ จำนวน..... 3.....ตัว
4. การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ใช้คำสั่ง.....TIM.....เปลี่ยนการต่อขดลวด
5. ขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานขดลวดต่อแบบสตาร์หรือเคลด้า แล้วโอเวอร์โวลตรีเลย์ทำงานทำให้มอเตอร์.....หยุดทำงาน.....
6. โรเตอร์ของสลิปริงมอเตอร์เป็นแบบ.....ขดลวดพันรอบแกนอะเมเจอร์.....หรือเรียกว่าวาวนโรเตอร์
7. การต่อตัวต้านทานวงจรสลิปริงมอเตอร์ต่อเข้ากับขดลวด.....โรเตอร์.....
8. ขณะที่สลิปริงมอเตอร์หมุนความเร็วรอบปกติตัวต้านทานทั้งหมด.....ถูกตัดออก.....จากวงจรขดลวดโรเตอร์
9. แมกเนติกคอนแทคเตอร์ในวงจรกำลังทำหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และ.....ตัดตัวต้านทาน.....ออกจากวงจรขดลวดโรเตอร์
10. คอยล์ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ในวงจรควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ต่อเข้ากับ.....หน่วยอินพุต.....ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

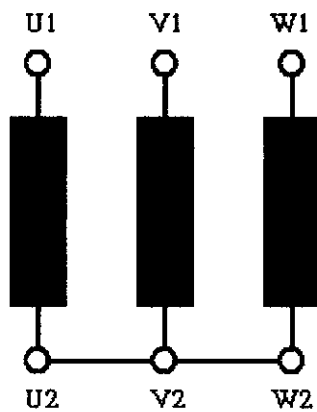
ตอนที่ 2 จงตอบคำถามให้เข้าใจความสมบูรณ์

1. จงบอกความหมายของการควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ให้ชัดเจน

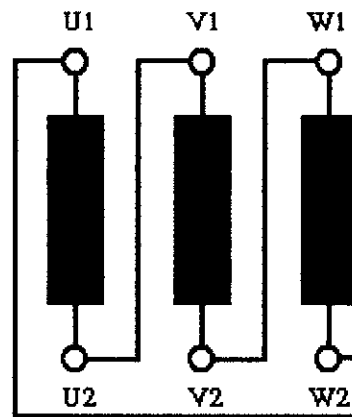
คำตอบ เป็นรูปแบบหนึ่งของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โรเตอร์แบบ สไลด์เรลเกจ ทำงานโดยรับแรงดันเต็มทีลคกระแสเริ่มเดินด้วยวิธีเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวดสเตเตอร์ คือ เริ่มเดินต่อขดลวดแบบสตาร์เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนไปได้ระยะหนึ่งถึงเวลาที่ตั้งไว้จะเปลี่ยนวงจรการต่อขดลวด เป็นแบบเคลด้าโดยอัตโนมัติ

2. จงเขียน Wiring Diagram ต่อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบสตาร์และแบบเคลด้า

คำตอบ



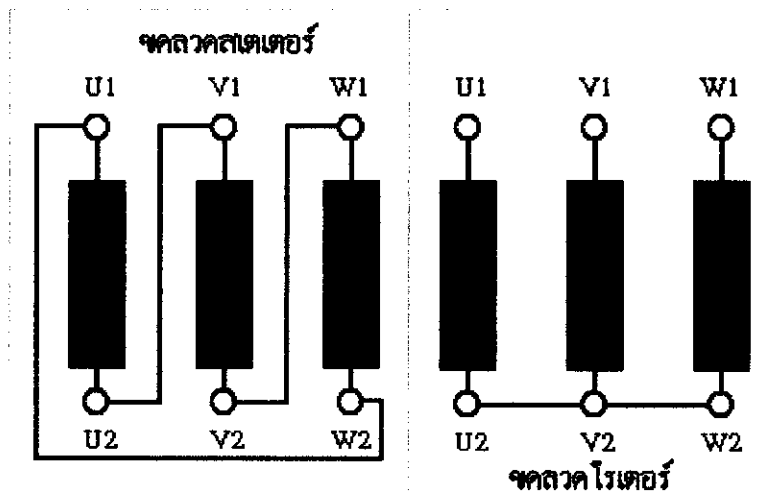
แบบสตาร์



แบบเคลด้า

3. จงเขียน Wiring Diagram ต่อขดลวดสลีปริ่งมอเตอร์ ขดลวดสเตเตอร์ต่อแบบเคลด้า

คำตอบ



4. จงอธิบายการต่ออุปกรณ์อินพุต ควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำตอบ ต่อจุดต่อร่วมของอุปกรณ์อินพุตเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V ต่อคอนแทคของ โอเวอร์โวลต์รีเลย์ F3 สวิตช์หยุดการทำงาน S1 สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 เข้ากับหน่วยอินพุตตำแหน่งที่กำหนดตามลำดับ และ ต่อจุดต่อร่วมของหน่วยอินพุตเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V

5. จงอธิบายการต่ออุปกรณ์เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำตอบ ต่อสาย L ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เข้ากับจุดต่อร่วมเอาต์พุตตำแหน่งที่กำหนด ต่อหน่วยเอาต์พุตตำแหน่งที่กำหนดเข้ากับคอยล์ K1 K2 และ K3 ตามลำดับ ต่อขั้วของคอยล์ K1 K2 และ K3 ที่เหลือเข้าด้วยกันแล้วต่อเข้ากับสาย N ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์

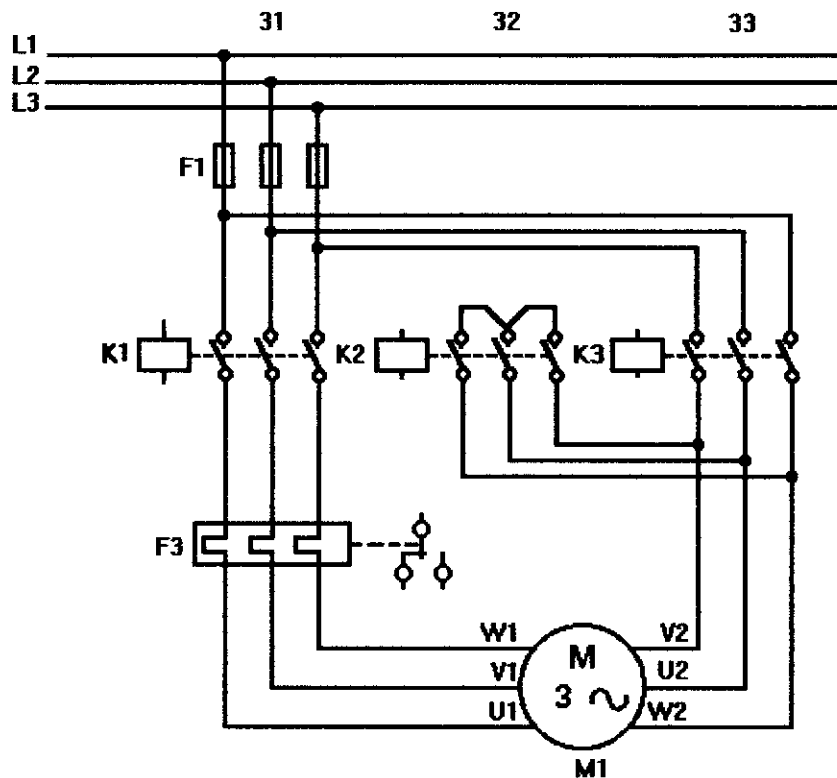
วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
 หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
 ประสบการณ์หลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์-เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
 ประสบการณ์หลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรสลีปริ่งมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 1 แบบทดสอบภาคทฤษฎี

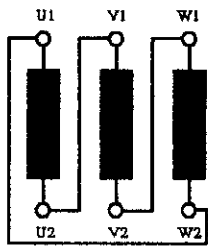
- คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 10 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที
 2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วกาเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ

1. รูปแบบการต่อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ในข้อใดสามารถลดกระแสไฟฟ้าขณะเริ่มเดิน
- เริ่มเดินแบบสตาร์ - เดินแบบเคลด้า
 - เริ่มเดินแบบเคลด้า - เดินแบบสตาร์
 - เริ่มเดินด้วยจำนวนขดลวดสูงสุดแล้วลดจำนวนลง
 - เริ่มเดินด้วยจำนวนขดลวดต่ำสุดแล้วเพิ่มจำนวนขดลวด

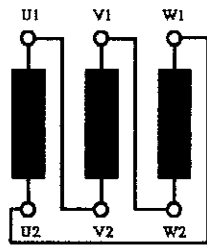
ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 2



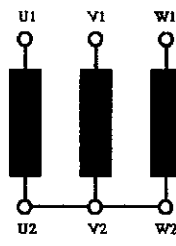
2. ขณะ K1 และ K3 ทำงานพร้อมกัน วงจรการต่อขดลวดตรงกับข้อใด



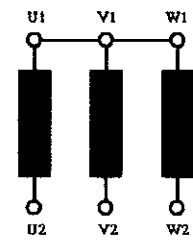
ก.



ข.

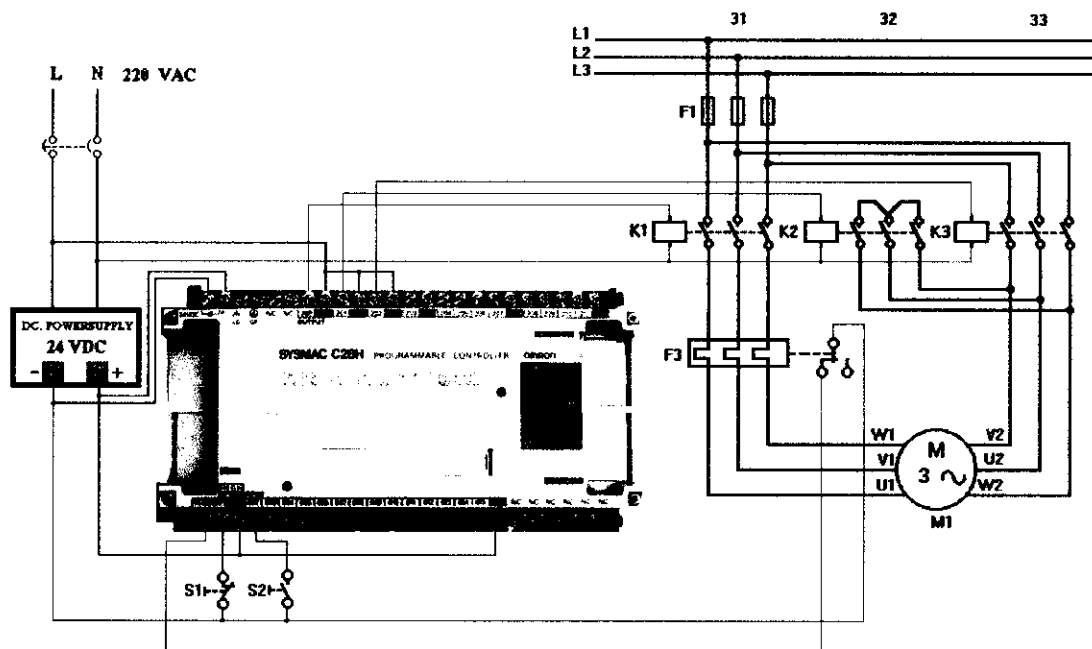


ค.



ง.

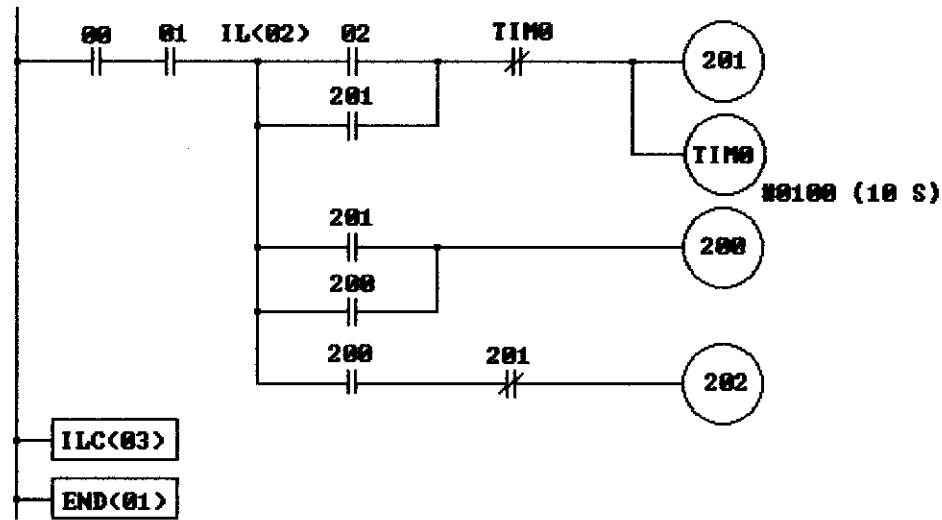
ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 3



3. การเปลี่ยนการต่อขดลวดจากแบบสตาร์เป็นแบบเดลต้า การทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงตามข้อใด

- ก. K1 ทำงาน – K3 ทำงาน
- ข. K3 หยุดทำงาน – K1 ทำงาน
- ค. K1 หยุดทำงาน – K2 ทำงาน
- ง. K2 หยุดทำงาน – K3 ทำงาน

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 4 - 5



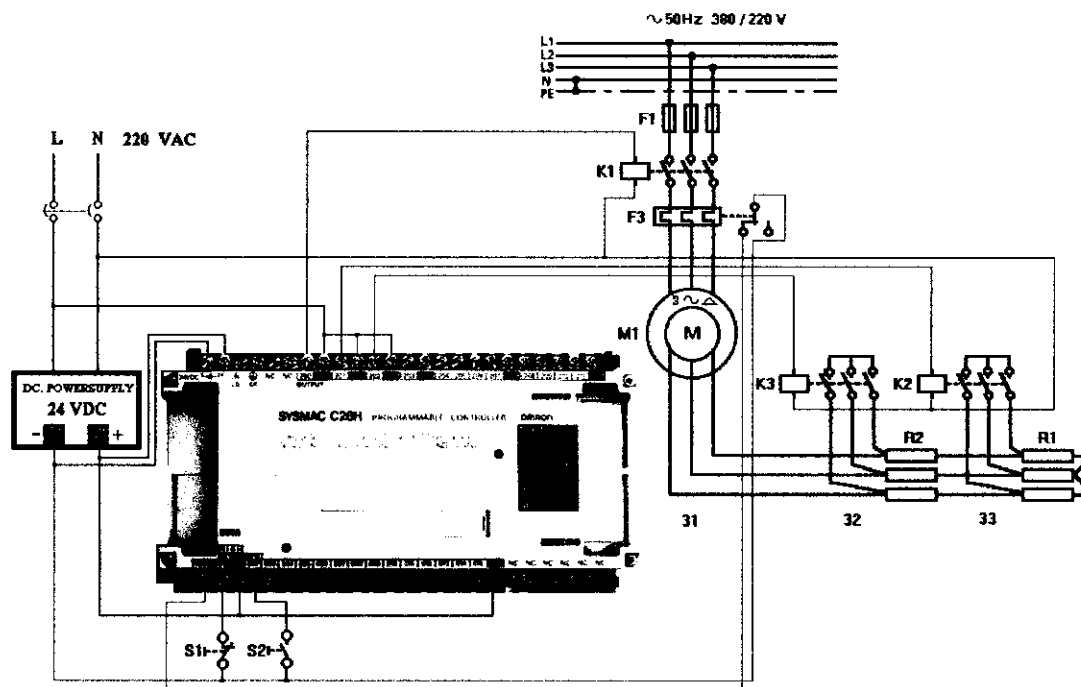
$$F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, K1 = 200, K2 = 201, K3 = 202$$

4. หลังจากเอาต์พุต 200 ทำงานแล้ว เอาต์พุต 202 ทำงานเมื่อใด
 - ก. หลังจาก TIM 0 ทำงาน
 - ข. หลังจากเอาต์พุต 200 หยุดทำงาน
 - ค. หลังจากเอาต์พุต 201 หยุดทำงาน
 - ง. หลังจากเอาต์พุต 200 201 202 ทำงานพร้อมกัน

5. การเปลี่ยนการต่อขดลวดจากแบบสตาร์เป็นแบบเดลต้า การทำงานของเอาต์พุต มีการเปลี่ยนแปลงตามข้อใด
 - ก. เอาต์พุต 200 ทำงาน - 201 ทำงาน
 - ข. เอาต์พุต 201 หยุดทำงาน - 202 ทำงาน
 - ค. เอาต์พุต 202 หยุดทำงาน - 200 ทำงาน
 - ง. เอาต์พุต 200 หยุดทำงาน - 201 ทำงาน

6. การต่อตัวต้านทานเข้ากับขดลวดโรเตอร์ควบคุมการเริ่มเดินสลิปริงมอเตอร์ มีขั้นตอนตรงกับข้อใด
 - ก. ต่อตัวต้านทานเข้ากับขดลวดเป็นลำดับขั้น โดยเพิ่มที่ละชุดจนครบจำนวนสูงสุด
 - ข. ต่อตัวต้านทานทั้งหมดเข้ากับขดลวด เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนปกติถึงเวลาที่ตั้งไว้
 - ค. ต่อตัวต้านทานทั้งหมดเข้ากับขดลวด แล้วตัดออกทั้งหมดเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนปกติ
 - ง. ต่อตัวต้านทานทั้งหมดเข้ากับขดลวด แล้วตัดออกทีละชุดเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ จนตัวต้านทานถูกตัดออกจนหมด

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 7-8



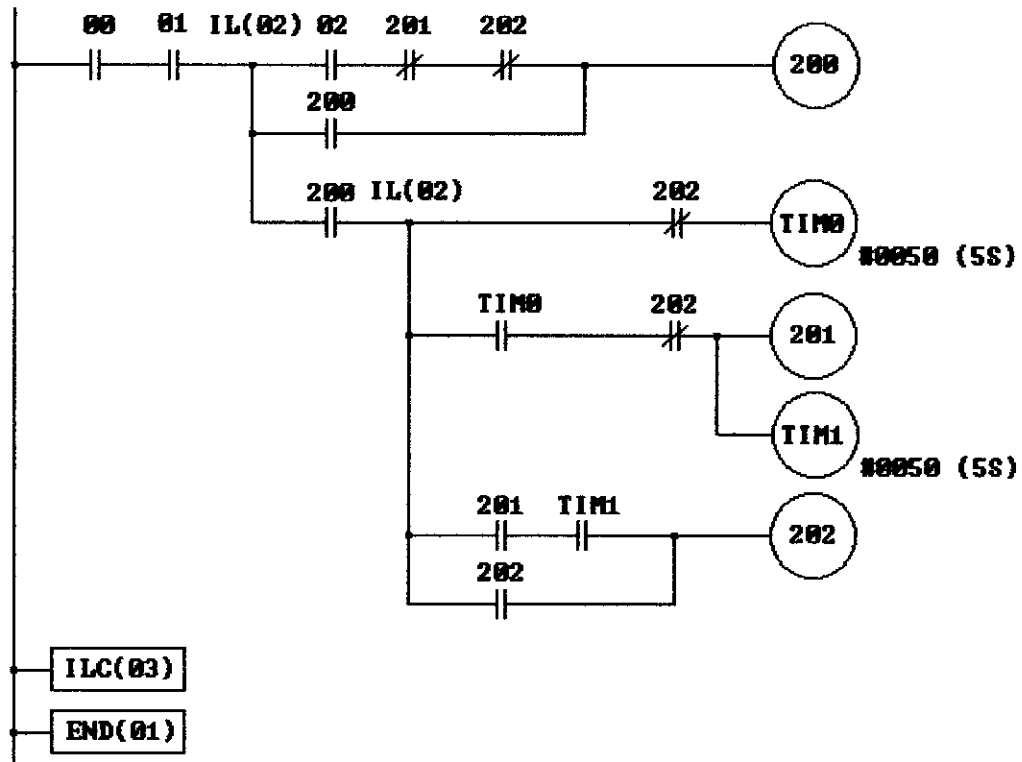
7. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดตัวต้านทานชุดที่ 1 ออกจากขดลวดโรเตอร์ ได้แก่ข้อใด

- ก. คอนแทค F3
- ข. คอนแทคเมน K1
- ค. คอนแทคเมน K2
- ง. คอนแทคเมน K3

8. เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเกินกำลัง อุปกรณ์ในวงจรกำลังมีการทำงานตามข้อใด

- ก. คอนแทคสวิตช์ S2 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นปิด
- ข. คอนแทคสวิตช์ S1 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นเปิด
- ค. ฟิวส์ F1 ตัดวงจรไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ M1
- ง. คอนแทค F3 เปลี่ยนตำแหน่งเป็นเปิด

ใช้ภาพที่กำหนดให้ตอบปัญหาข้อ 9 - 10



F3 = 00, S1 = 01, S2 = 02, K1 = 200, K2 = 201, K3 = 202

9. เมื่อ F3 และ S1 อยู่ในตำแหน่งปกติ ตำแหน่งคอนแทคในแลคเกอร์ไคอะแกรม อยู่ในตำแหน่งตามข้อใด

- ก. 00 และ 01 ตำแหน่งปิด
- ข. 00 และ 01 ตำแหน่งเปิด
- ค. 01 และ 02 ตำแหน่งปิด
- ง. 01 และ 02 ตำแหน่งเปิด

10. ส่วนของแลคเกอร์ไคอะแกรมในข้อใด ที่ป้องกันไม่ให้ให้เอาต์พุต 201 และ 202 ทำงานก่อนเอาต์พุต 200

- ก. คอนแทค 200 ปกติเปิดในแถวที่ 2
- ข. คอนแทค 200 ปกติเปิดในแถวที่ 3
- ค. คอนแทค 202 ปกติปิดในแถวที่ 3
- ง. คอนแทค 202 ปกติเปิดในแถวที่ 7

ตอนที่ 2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 1 ข้อ 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

2. ทดสอบแบบกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน

สิ่งที่จัดเตรียมไว้ให้

- | | | |
|---|-------|---------|
| 1. ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Omron C-28 H | จำนวน | 1 ชุด |
| 2. โหลดจำลองหมายเลข 6 | จำนวน | 1 แผง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V | จำนวน | 1 ชุด |
| 4. สายเสียบวงจร | จำนวน | 11 เส้น |

คำสั่ง

- จงแสดงการตรวจสอบอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต หลังจากต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุม วงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ กำหนดตำแหน่ง อินพุต/เอาต์พุต ดังนี้
(1) คอนแทคของโอเวอร์โหลดรีเลย์ F3 = 10 (2) สวิตช์หยุดการทำงาน S1 = 11 (3) สวิตช์เริ่มการทำงาน S2 = 12 (4) คอยล์ K1 = 204 (5) คอยล์ K2 = 205 และ (6) คอยล์ K3 = 206
- บันทึกผลการตรวจสอบในตาราง

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สภาวะ การทำงาน	Input Indicator			Output Indicator			สภาพ	ตำแหน่ง
F3	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
S1	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
S2	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
K1	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
K2	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								
K3	ทำงาน								
	หยุดทำงาน								

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง “0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า



รวมคะแนน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

เฉลยแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์

ภาคทฤษฎี

1. ง 2. ค 3. ก 4. ข 5. ก
6. ก 7. ง 8. ข 9. ค 10. ก

ภาคปฏิบัติ

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สภาวะ การทำงาน	Input Indicator			Output Indicator			สภาพ	ตำแหน่ง
		00	01	02	200	201	202		
F3	ทำงาน	0	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	1	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S1	ทำงาน	-	0	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	1	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S2	ทำงาน	-	-	1	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	-	0	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
K1	ทำงาน	-	-	-	1	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	-	-	0	-	-	ดี	ถูกต้อง
K2	ทำงาน	-	-	-	-	1	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	-	-	-	0	-	ดี	ถูกต้อง
K3	ทำงาน	-	-	-	-	-	1	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	-	-	-	-	0	ดี	ถูกต้อง

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง

“0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

جدولแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์

ภาคทฤษฎี

1. ก 2. ก 3. ง 4. ค 5. ข
6. ง 7. ค 8. ง 9. ก 10. ข

ภาคปฏิบัติ

อุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต	สถานะ การทำงาน	Input Indicator			Output Indicator			สภาพ	ตำแหน่ง
		10	11	12	204	205	206		
F3	ทำงาน	0	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	1	-	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S1	ทำงาน	-	0	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	1	-	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
S2	ทำงาน	-	-	1	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	-	0	-	-	-	ดี	ถูกต้อง
K1	ทำงาน	-	-	-	1	-	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	-	-	0	-	-	ดี	ถูกต้อง
K2	ทำงาน	-	-	-	-	1	-	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	-	-	-	0	-	ดี	ถูกต้อง
K3	ทำงาน	-	-	-	-	-	1	ดี	ถูกต้อง
	หยุดทำงาน	-	-	-	-	-	0	ดี	ถูกต้อง

“1” หมายถึง Input/Output Indicator สว่าง

“0” หมายถึง Input/Output Indicator ดับ

บทที่ 6

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพแล้ว สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน เกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีความก้าวหน้า

ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 ความคิดเห็น ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษา

จังหวัดน่าน มีความคิดเห็นต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในระดับเห็นด้วยมาก

1.4 วิธีวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน จำนวน 4 สถานศึกษา มีจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 180 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 28 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท ได้แก่ (1) ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการ โปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 3 หน่วยประสบการณ์ คือ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ และหน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลัดกระแสไฟฟ้า (2) แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์เป็นแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนานจำนวน 6 ชุด ชุดละ 10 ข้อ โดยแยกเป็นแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ 3 ชุด และแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ 3 ชุด และแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์เป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติจำนวน 6 ชุด ชุดละ 1 ข้อ โดยแยกเป็นแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ 3 ชุด และแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ 3 ชุด และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่าจำนวน 27 ข้อ และแบบสอบถามปลายเปิดจำนวน 1 ข้อ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 3 ประเภท ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว

1.4.3 การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ไปทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น คือ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองแบบภาคสนาม ในการ

เก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้ (1) การเตรียมการก่อนทดลองใช้ ครอบคลุมการจัดเตรียมสถานที่ คือ ห้องเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จัดโต๊ะเก้าอี้ตามแผนผัง จัดมุมหนังสือ มุมแสดงผลงาน มุมวัสดุอุปกรณ์ และมุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) วันเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพหน่วยประสบการณ์ละ 4 ชั่วโมง ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยววันที่ 18 19 20 ธันวาคม 2552 เวลา 08.00 – 12.00 น. ทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มวันที่ 8 9 10 มกราคม 2553 เวลา 08.00 – 12.00 น. และ ทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามวันที่ 20 23 24 มกราคม 2553 เวลา 08.00 – 12.00 น. และ (3) ขั้นตอนการทดลองใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มี 7 ขั้นตอน คือ ประเมินก่อนเผชิญประสบการณ์ ปฏิบัตินิเทศประสบการณ์ เผชิญประสบการณ์ รายงานความก้าวหน้า รายงานผลการเผชิญประสบการณ์ สรุปผลการเผชิญประสบการณ์ และประเมินหลังเผชิญประสบการณ์ และหลังจากการทดลองใช้ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ตามขั้นตอนการสอนทั้ง 7 ขั้นตอนแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม และสอบถามนักศึกษาโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์กับนักศึกษาในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ต่อไป

1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ โดยการหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 การทดสอบค่าที ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.5 ผลการวิจัย

จากการวิจัยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ มีประสิทธิภาพ 81.05/80.53 82.34/81.58 และ 80.12/80.00 ตามลำดับ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.5.2 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 ผลความคิดเห็นของนักศึกษา พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีความ

คิดเห็นต่อชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

2. อภิปรายผล

2.1 ประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรม-แมเบิลคอนโทรลเลอร์ ทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องด้วยองค์ประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ดังนี้

2.1.1 ประมวลสาระ ประมวลสาระซึ่งใช้เป็นสื่อหลักของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ มีรูปแบบแตกต่างจากหนังสือเรียน ผู้วิจัยใช้รูปแบบตำราเรียนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช คุณลักษณะของประมวลสาระที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระ นำเสนอให้นักศึกษาสามารถใช้ศึกษาได้ด้วยตนเอง เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก มีการนำแนวคิดในแผนการสอนมาให้คำสำคัญของเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียน ประมวลสาระมีภาพและตารางประกอบที่ช่วยให้นักศึกษาเรียนรู้เนื้อหาสาระที่นำเสนอ ประมวลสาระให้ความรู้ที่นำไปใช้ในการเรียนส่วนที่เป็นทักษะพิสัยได้ และมีการสรุปเนื้อหาในประมวลสาระ โดยนำแนวคิดที่อยู่ในแผนการสอนมาสรุป เพื่อตอบย้าให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหายิ่งขึ้น สามารถนำความรู้มาใช้ในการเผชิญประสบการณ์ได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2540 : 148) ผู้พัฒนาตำราทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้กล่าวไว้ว่าประมวลสาระช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และพึงพาความช่วยเหลือจากครูน้อยที่สุด ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้เป็นอย่างดี และมีระบบการประเมินที่จะประกันคุณภาพของผู้เรียนในแต่ละวิชา

จากการสังเกต พบว่า เมื่อนักศึกษาปฏิบัติภารกิจและงานตามขั้นตอนในรายละเอียดการเผชิญประสบการณ์ นักศึกษามีความตั้งใจอ่านประมวลสาระ ใช้เวลาศึกษาประมวลสาระแต่ละเรื่องอยู่ในกรอบเวลาของแผนกำกับประสบการณ์ ไม่มีนักศึกษาค้นใคร่ตามผู้วิจัยเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ แต่มีนักศึกษบางคนอ่านบททวนร่วมกับการชมสไลด์คอมพิวเตอร์และมัลติมีเดียที่มูมคอมพิวเตอร์ แสดงว่าประมวลสาระสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง ประเด็นนี้สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักศึกษา จากการตอบแบบสอบถามนักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$) ว่าเนื้อหาในประมวลสาระสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

2.1.2 มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์ ครอบคลุมเรื่องส่วนประกอบของการควบคุม และการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต มีจำนวนทั้งหมด 12 เรื่อง มัลติมีเดียทุกเรื่อง ได้ติดตั้งไว้ในคอมพิวเตอร์ในมุมคอมพิวเตอร์ นักศึกษาสามารถใช้ศึกษาได้ด้วยตนเอง

1) **มัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของการควบคุม** จำนวน 6 เรื่อง ได้แก่ เรื่อง (1) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (6) ส่วนประกอบของการควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมแต่ละเรื่องมีการนำเสนอเนื้อหาตามลำดับสัมพันธ์กับการนำเสนอเนื้อหาของประมวลสาระ แสดงภาพอุปกรณ์ของจริงแสดงร่วมกับสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและเสียงบรรยาย มีภาพแสดงการทำงานของวงจรกำลังทำให้เห็นการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวที่มีผลต่อการทำงานของวงจร เมื่ออ่านประมวลสาระหลังจากชมมัลติมีเดียแล้วก็จะทำให้นักศึกษาเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว และจดจำเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

2) **มัลติมีเดีย เรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต** จำนวน 6 เรื่อง ได้แก่ เรื่อง (1) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสตาร์ตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรกลับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (3) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (4) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (5) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ – เคลด้า โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และ (6) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มัลติมีเดียเรื่อง การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แต่ละเรื่อง แสดงวิธีการและลำดับขั้นการต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ทำให้นักศึกษาเรียนรู้การปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างอย่างรวดเร็ว สามารถชมการนำเสนอซ้ำได้จากมุมคอมพิวเตอร์ในกรณีมีปัญหาคณะปฏิบัติงาน จึงเป็นสื่อเสริมที่ช่วยนักศึกษาเรียนรู้ภาคปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

จากการสังเกต พบว่า นักศึกษามีความตั้งใจชมมัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์ หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุมแล้ว ไม่มีนักศึกษาค้นใดถามผู้วิจัยเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ ประเด็นนี้สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักศึกษาจากการตอบแบบสอบถาม นักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$) ว่ามัลติมีเดียเรื่องส่วนประกอบของการควบคุม ช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองได้ดีขึ้น และ หลังจากชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต แล้ว นักศึกษาสามารถปฏิบัติการควบคุมได้ ประเด็นนี้สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักศึกษาจากการตอบแบบสอบถาม นักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.79$) ว่ามัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ช่วยให้เรียนรู้ภาคปฏิบัติด้วยตนเองได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นระดับความคิดเห็นสูงสุดจากความคิดเห็น 27 ข้อ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังให้นักศึกษานำแผ่น วี.ซี.ดี. มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์ ไปศึกษานอกห้องเรียนได้ ทำให้นักศึกษาที่สนใจสามารถเรียนรู้ได้ตามความต้องการ ประเด็นนี้สอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2544 : 17) กล่าวว่ามัลติมีเดียเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ความต้องการ และความสะดวกของตัวเอง และช่วยสนับสนุนให้มีสถานที่เรียนไม่จำกัดอยู่เพียงห้องเรียนเท่านั้น นักเรียนอาจเรียนรู้ที่บ้าน ที่ห้องสมุด หรือภายใต้สภาพแวดล้อมอื่น ๆ ตามเวลาที่ตนเองต้องการ

2.1.3 สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์ เรื่อง ขั้นตอนการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์ทุกเรื่องได้ติดตั้งไว้ในคอมพิวเตอร์ในมูมคอมพิวเตอร์ นักศึกษาสามารถใช้ร่วมกับประมวลสาระในการศึกษาด้วยตนเอง มีจำนวนทั้งหมด 6 เรื่อง ได้แก่ เรื่อง (1) ขั้นตอนการควบคุมวงจรสตาร์ทตรง (2) ขั้นตอนการควบคุมวงจรกลับทางหมุน (3) ขั้นตอนการควบคุมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ (4) ขั้นตอนการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ (5) ขั้นตอนการควบคุมวงจร สตาร์ท – เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ (6) ขั้นตอนการควบคุมวงจรสลีปรังมอเตอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์ เรื่อง ขั้นตอนการควบคุม นำเสนอรายละเอียดในส่วนที่ไม่สามารถทำได้ด้วยการเขียนบรรยาย สไลด์คอมพิวเตอร์ดึงดูดความสนใจนักศึกษาด้วยภาพนิ่งที่มีสีสัน สีของเส้นวงจรและภาพเคลื่อนไหวที่แสดงสถานะปกติและสถานะทำงาน และเส้นแสดงการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เข้ากับหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น สไลด์คอมพิวเตอร์เป็นสื่อเสริมที่ครูใช้ประกอบการบรรยาย แต่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ให้นักศึกษาสามารถนำไปศึกษาร่วมกับการอ่านประมวลสาระในการศึกษาด้วยตนเอง โดยได้ใส่สัญญาณให้เปลี่ยนภาพลำดับถัดไปด้วยวงกลมกระพริบมุมซ้ายบนของเฟรมภาพพร้อมกับเสียง “คลิก”

จากการสังเกต พบว่า นักศึกษามีความตั้งใจชมสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการฟังบรรยาย ให้ความสนใจและให้ครูแสดงภาพบางเฟรมซ้ำ จากการใช้คำถามสรุปการบรรยายพบว่า นักศึกษาตอบได้อย่างถูกต้อง ประเด็นนี้สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักศึกษาจากการตอบแบบสอบถาม นักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$) ว่าสไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาส่วนที่ครูบรรยายได้ดีขึ้น

2.1.4 สื่อของจำลอง ใช้ในการเผชิญประสบการณ์ การปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ในสถานการณ์จำลอง มี 6 แบบ ได้แก่ (1) โหลดจำลองหมายเลข 1 การควบคุมวงจรสตาร์ทตรง (2) โหลดจำลองหมายเลข 2 การควบคุมวงจรกลับทางหมุน (3) โหลดจำลองหมายเลข 3 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ (4) โหลดจำลองหมายเลข 4 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับโดยอัตโนมัติ (5) โหลดจำลองหมายเลข 5 การควบคุมวงจร สตาร์ท – เคลด้า โดยอัตโนมัติ และ (6) โหลดจำลองหมายเลข 6 การควบคุมวงจรสลิปริงมอเตอร์ โหลดจำลองมีอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต เหมือนกับโหลดจริงทุกประการ ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดัน 24 โวลต์ มีความปลอดภัยสูง มีอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายจากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน นักศึกษาได้เรียนรู้ภาคปฏิบัติทำให้ได้รับทักษะและความชำนาญเสมือนกับการฝึกปฏิบัติกับโหลดจริง สอดคล้องกับแนวคิดของ เอ็ดการ์ เดล ได้กล่าวไว้ว่ามนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีขึ้นหากการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์รูปธรรม และการเรียนรู้จะน้อยลงหากการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์นามธรรม (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2544 : 17)

นอกจากนี้ นักศึกษายังได้เห็นสื่อของจริง เป็นตู้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 6 ตู้ มี 6 แบบ ตามโหลดจำลอง จึงเข้าใจสถานการณ์จริงได้ดีขึ้น

จากการสังเกต พบว่า นักศึกษาในกลุ่มมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน มีความกระตือรือร้น มีความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์จำลองกับสถานการณ์จริง ประเด็นนี้สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักศึกษาจากการตอบแบบสอบถาม นักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$) ว่าความรู้และทักษะที่ได้รับสามารถนำไปปฏิบัติงานในสถานการณ์จริงได้

2.1.5 วิธีการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์มี 3 วิธี ได้แก่

1) การเรียนด้วยตนเอง (SDL) ผู้วิจัยได้ผลิตประมวลสาระและสื่อเสริมที่ซึ่งนักศึกษานำไปศึกษาได้ด้วยตนเอง ทำให้นักศึกษาพึ่งพาตนเองในการเรียนรู้ เพราะต้องใช้ความรู้บันทึกสาระสำคัญ ทำแบบฝึกหัด และ ทำแบบทดสอบ สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักศึกษาจากการตอบแบบสอบถาม นักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$) ว่าการเรียนด้วยตนเองทำให้มีความกระตือรือร้นมากขึ้น

2) *การเรียนรู้กับเพื่อน (PDL)* ผู้วิจัยเลือกใช้กับการเรียนในประสบการณ์รองการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าวงจรต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ของทุกประสบการณ์หลัก จัดกลุ่มนักศึกษาที่มีผลการเรียนคละกันกลุ่มละ 2-3 คน ประกอบด้วย กลุ่มที่มีนักศึกษาเก่ง 1 คน อ่อน 1 คน จำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มที่มีนักศึกษาเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน อ่อน 1 คน จำนวน 1 กลุ่ม และ กลุ่มที่มีนักศึกษปานกลาง 2 คน จำนวน 4 กลุ่ม รวมเป็น 9 กลุ่ม วิธีการเรียนแบบกลุ่มส่งเสริมให้นักศึกษาร่วมกันคิด วิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหา ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิด ทักษะ และประสบการณ์แก่กันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2540 : 60) กล่าวไว้ว่าการสอนแบบกลุ่มกิจกรรมช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ สร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ นักเรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่ม มีโอกาสแสดงความคิดเห็น รู้จักตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และมีระเบียบวินัยในตนเองมากขึ้น และแนวคิดของ ทิศนา เขมมณี (2550 : 143 - 144) กล่าวไว้ว่าการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มที่ดี จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางสังคม และขยายขอบเขตการเรียนรู้ให้กว้างขึ้น และ สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักศึกษาจากการตอบแบบสอบถาม นักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$) ว่าการเรียนรู้กับเพื่อน ทำให้ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน และร่วมกันแก้ปัญหา

3) *การเรียนรู้กับครู (TDL)* ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสอนที่หลากหลายที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ ได้แก่ การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบสาธิต การสอนแบบอภิปราย วิธีการสอนดังกล่าวช่วยเติมเต็มในส่วนที่ขาด ทำให้การเรียนรู้ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ ในกรอบเวลาที่กำหนด ประเด็นนี้สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักศึกษาจากการตอบแบบสอบถาม นักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$) ว่าการเรียนรู้กับครูช่วยเสริมความรู้ในส่วนที่ไม่สามารถเรียนด้วยตนเองและเพื่อนได้ ทำให้ได้รับความรู้ครบถ้วน

2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา

ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ทั้ง 3 หน่วยประสบการณ์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเผชิญประสบการณ์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเผชิญประสบการณ์ทุกหน่วยประสบการณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เนื่องจาก

2.2.1 *การเผชิญประสบการณ์รองการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์* ของทุกประสบการณ์หลัก นักศึกษาเรียนรู้จากการปฏิบัติการกิจและงาน ซึ่งใช้รูปแบบการเรียน 3 รูปแบบ คือ (1) การเรียนรู้กับเพื่อนในกระบวนการกลุ่มเป็นส่วนใหญ่ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง (2) การเรียนด้วยตนเอง ด้วยการศึกษาทบทวน และการ

สรุปผลการปฏิบัติงาน และ (3) การเรียนกับครู จากการวิพากษ์ และการสรุปผลการปฏิบัติงาน มีสื่อที่ให้ความรู้ครอบคลุมความรู้ด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย สามารถใช้ศึกษาทบทวนได้จาก มุมหนังสือ และมุมคอมพิวเตอร์ ทำให้นักศึกษาได้รับความรู้ ทักษะการปฏิบัติงาน และความชำนาญ สามารถใช้ความรู้ที่ได้รับทำแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ภาคปฏิบัติ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในภารกิจและงานที่ได้เผชิญมาแล้ว จึงทำคะแนนได้สูง ส่วนการทำแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ภาคปฏิบัติ นักศึกษาทำคะแนนได้น้อยเนื่องจาก นักศึกษายังไม่เคยเผชิญสถานการณ์นั้น ๆ มาก่อน จึงไม่มีความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการ ทำแบบทดสอบ

2.2.2 สื่อหลักและสื่อเสริม ได้แก่ ประมวลสาระ สไลด์คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย และโพลจาลอง เป็นสื่อที่ถูกต้องแบบให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากใช้ ปฏิบัติภารกิจและงานแล้ว ยังใช้ทบทวนเนื้อหา และศึกษาด้วยตนเองนอกเวลาเรียน สื่อทุกชนิด สามารถแก้จุดบกพร่องและเสริมจุดเด่นให้แกกันและกัน ทำหน้าที่ให้ความรู้แก่นักศึกษาได้ ครบถ้วนสมบูรณ์ นักศึกษาจึงเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถนำความรู้ที่ไปทำ แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ภาคทฤษฎีซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลด้านพุทธิพิสัย ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนการทำแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ภาคทฤษฎี นักศึกษาทำคะแนนได้น้อยเนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ทำแบบทดสอบส่วนใหญ่เป็นเนื้อหา ใหม่ที่นักศึกษายังไม่เคยเรียนมาก่อน

ข้อสังเกตเกี่ยวกับคะแนนทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ คะแนนทดสอบหลังเผชิญ ประสบการณ์หน่วยประสบการณ์ที่ 9 10 และ 11 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน หน่วยประสบการณ์ที่ 10 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เพราะนักศึกษาสามารถนำความรู้ ทักษะการปฏิบัติงาน และประสบการณ์ที่ได้ เรียนรู้มาจากหน่วยประสบการณ์ที่ 9 นำมาประยุกต์ใช้ได้ ที่ซึ่งเป็นเนื้อหาลักษณะใกล้เคียงกัน มีระดับความยากง่ายไม่แตกต่างกันมาก ส่วนคะแนนเฉลี่ยหน่วยประสบการณ์ที่ 11 มีค่าน้อยที่สุด เพราะเป็นเนื้อหาที่ยากกว่าหน่วยประสบการณ์ที่ 9 และ 10

2.3 ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ผลจากการสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา เกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิง ประสบการณ์ เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยภาพรวม นักศึกษามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

มีข้อนำสังเกตที่นำมาอภิปราย คือ ความคิดเห็นของนักศึกษามีระดับความคิดเห็น เห็นด้วยมากที่สุด ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ($\bar{X} = 4.79$) มีจำนวน 2 รายการ ดังนี้

2.3.1 มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์ เรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ช่วยให้เรียนรู้ภาคปฏิบัติด้วยตนเองได้ดีขึ้น

ในประเด็นนี้เป็นเพราะก่อนที่นักศึกษาจะปฏิบัติการต่อ อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโพลคจำลอง เข้ากับหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ตามภารกิจและงานของประสบการณ์รองการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ของทุกประสบการณ์หลัก นักศึกษาได้ชมมัลติมีเดียเรื่องการต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ก่อนทุกเรื่อง ซึ่งมัลติมีเดียได้นำเสนอขั้นตอนการต่อสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างจุดต่อสาย อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ของโพลคจำลองเข้ากับจุดต่อสายหน่วย อินพุต/เอาต์พุต ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นลำดับขั้นตอนตรงกับของจริงด้วยภาพและเสียงที่ชัดเจน นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้ติดตั้งมัลติมีเดียไว้ที่มุมคอมพิวเตอร์ไว้ให้นักศึกษาชมการนำเสนอซ้ำด้วยตนเองตามความต้องการ จึงทำให้นักศึกษาปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

2.3.2 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ช่วยให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้

ในประเด็นนี้เป็นเพราะลักษณะเนื้อหาของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เป็นเนื้อหาด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย เนื้อหาทั้งหมดเป็นเรื่องเดียวกัน การเรียนรู้ด้านทักษะพิสัยต้องใช้ความรู้ที่เป็นพุทธิพิสัยด้วย ผู้วิจัยได้จัดประสบการณ์ของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์เหมือนกับการปฏิบัติงานจริงในภาคสนาม ซึ่งนักศึกษาได้เห็นตัวอย่างงานจากสื่อของจริงในห้องเรียน จึงเป็นหลักประกันได้ว่าเมื่อนักศึกษาปฏิบัติการกิจและงานได้อย่างครบถ้วนถูกต้อง จะสามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปปฏิบัติจริงได้อย่างถูกต้องเช่นเดียวกัน

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การนำไปใช้ในการเรียนการสอน ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ อาชีวศึกษาจังหวัดน่าน ทุกสถานศึกษาในอาชีวศึกษาจังหวัดน่าน สามารถนำไปใช้ได้ เพราะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และ นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น

3.1.2 การจัดกลุ่มนักศึกษา ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดลองภาคสนามกับนักศึกษาจำนวน 19 คน ประกอบด้วยนักศึกษาที่เรียนเก่งจำนวน 5 คน นักศึกษาที่เรียนปานกลาง จำนวน 9 คน และ นักศึกษาที่เรียนอ่อนจำนวน 5 คน ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มนักศึกษากลุ่มละ 2 คนคละกัน คือ นักศึกษาที่เรียนเก่งคู่กับนักศึกษาที่เรียนอ่อน จำนวน 4 คู่ นักศึกษาที่มีผลการเรียนปานกลางจับคู่กัน จำนวน 4 คู่ และ กลุ่ม 3 คน ประกอบด้วยนักศึกษาที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน จำนวน 1 กลุ่ม สำหรับสถานศึกษาที่นำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ไปใช้ ควรจัดกลุ่มที่มีผลการเรียนคละกันในลักษณะเดียวกัน เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ช่วยเหลือกันในการปฏิบัติภารกิจและงาน นักศึกษาที่เรียนอ่อนก็ได้รับการช่วยเหลือจากนักศึกษาที่เรียนเก่ง เป็นการเรียนรู้จากเพื่อนทำให้มีความมั่นใจ และสามารถปฏิบัติภารกิจและงานได้

3.1.3 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ใช้เผชิญประสบการณ์ภาคปฏิบัติ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เผชิญประสบการณ์รองการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ของทุกประสบการณ์หลัก ได้แก่ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 V สายเสียบวงจร และ โหลดจำลองหมายเลข 1 – 6 จัดเตรียมไว้ให้มีจำนวนเพียงพอกับการใช้งาน และเตรียมเพื่อไว้จำนวนหนึ่งเพื่อเป็นหลักประกันความต่อเนื่องของการเผชิญประสบการณ์ ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ให้มีความสมบูรณ์พร้อมใช้งาน

สำหรับโหลดจำลองหมายเลข 1 – 6 เป็นสื่อของจำลองที่ผู้วิจัยผลิตขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากวิทยาลัยเทคนิคบ้าน สถานีศึกษาที่นำชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์นี้ไปใช้ต้องผลิตโหลดจำลองหมายเลข 1 – 6 ให้เสร็จก่อน ซึ่งผู้วิจัยได้เตรียมแบบไว้ให้

3.1.4 การเตรียมสถานที่เผชิญประสบการณ์ ตรวจสอบระบบไฟฟ้าได้ะปฏิบัติ งานทุกตัวให้สมบูรณ์ ติดตั้งไฟล์ข้อมูลสื่อฉายทุกชนิดทุกเรื่องในฮาร์ดดิสต์ของคอมพิวเตอร์ทุกตัว ในมุมคอมพิวเตอร์ จัดเตรียมเครื่องขยายเสียง จัดเตรียมจอภาพ และ จัดเตรียมเครื่องฉายโปรเจ็คเตอร์ที่มีความเข้มของแสงเพียงพอให้สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพในเวลากลางวันได้อย่างชัดเจน

3.1.5 การสนับสนุนให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเอง ครูผู้สอนที่นำชุดการสอนไปใช้ ควรสนับสนุนสื่อการสอนประกอบการเผชิญประสบการณ์ประเภทสื่อฉาย ให้นักศึกษำบันทึกทำสำเนาข้อมูลนำไปศึกษาด้วยตนเองนอกชั้นเรียน ตามความพร้อมและโอกาสของแต่ละคน สื่อสิ่งพิมพ์ทุกชนิด หนังสือสำหรับใช้ศึกษาค้นคว้าและอ่านประกอบจัดเตรียมไว้ที่มุมหนังสือ

3.1.6 การจัดแหล่งเรียนรู้ ครูผู้สอนที่นำชุดการสอนไปใช้ต้องจัดแหล่งเรียนรู้ ได้แก่ (1) มุมหนังสือ (2) มุมคอมพิวเตอร์ (3) มุมแสดงผลงาน (4) มุมวัสดุอุปกรณ์ และ (5) มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ การจัดตำแหน่งและจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ อาจจะ

แตกต่างกันกับการดำเนินการของผู้วิจัย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมและงบประมาณของสถานศึกษา แต่การเผชิญประสบการณ์จะต้องมีมุมมองกล่าวครบถ้วน

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 **เกี่ยวกับสื่อหลักที่ใช้ในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์** จากการวิจัยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ สื่อหลักที่ใช้ ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการสอน ทั้ง 3 หน่วย ประสบการณ์ มีเนื้อหาสำหรับผู้วิจัยต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดทำประมวลสาระเป็นรูปเล่มสูงมาก ดังนั้นน่าจะมีการวิจัยครั้งต่อไป โดยนำสื่อสิ่งพิมพ์ดังกล่าวข้างต้นมาจัดทำให้อยู่ในรูปแบบซีดีรอม นักศึกษายังสามารถนำไปศึกษานอกห้องเรียนได้ง่ายกว่าสื่อสิ่งพิมพ์ จะส่งผลให้นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่

3.2.2 **การวิจัยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่องอื่น ๆ** จากการวิจัยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ เป็นเนื้อหาด้านพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย พบว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น น่าจะมีการวิจัยครั้งต่อไป โดยผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ในหน่วยที่มีเนื้อหาด้านพุทธิพิสัยอย่างเดียวมาใช้ในการทดลอง จะส่งผลให้นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2527) *คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน* ตามแนว
หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 กรุงเทพมหานคร การศาสนา
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้และ
เทคโนโลยี* กรุงเทพมหานคร ครูสภาลาดพร้าว
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545) *คู่มือพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เอกสารประกอบการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน* พุทธศักราช 2544 กรุงเทพมหานคร ครูสภาลาดพร้าว
- กรมวิชาการ (2544) *ความรู้เกี่ยวกับมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา* ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรุงเทพมหานคร
ครูสภาลาดพร้าว
- กรมวิชาการ (2544) *ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา* ศูนย์พัฒนาหนังสือ
กรุงเทพมหานคร ครูสภาลาดพร้าว
- กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2546) *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545
(ปรับปรุง 2546)* กรุงเทพมหานคร
- กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2551) *พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551*
กรุงเทพมหานคร
- กระทรวงศึกษาธิการ (2548) *Course B การเผยแพร่สารสนเทศเพื่อการศึกษา (Information
Delivering for Education)* โครงการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา (ITED)
ด้วยความร่วมมือระหว่างรัฐบาลไทย – ญี่ปุ่น (พ.ศ.2542 - 2545) กรุงเทพมหานคร
ครูสภาลาดพร้าว
- กาญจนา เกียรติประวัติ (2524) *วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน* กรุงเทพมหานคร วัฒนาพานิช
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542) *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542*
กรุงเทพมหานคร สำนักนายกรัฐมนตรี
- จันทร์พิมพ์ สายสมร (2543) “สภาพแวดล้อมการเรียนการสอน” ใน *ประมวลสาระชุดวิชา
เทคโนโลยีการสอน* หน่วยที่ 11 หน้า 67 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- เจษฎา ประดิษสาร (2548) “การพัฒนาชุดการสอนอิงประสบการณ์ วิชาช่างเดินสายไฟฟ้าใน
อาคาร เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตพื้นที่การศึกษา
ชุมพร เขต 2” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีและ
สื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2530) *หลักการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ* พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- _____. (2537) “การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา* หน่วยที่ 1-5 หน้า 19-24 นนทบุรี
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- _____. (2538) “แนวคิดด้านปรัชญาการศึกษา” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาพฤติกรรม
การสอนประถมศึกษา* หน่วยที่ 4 หน้า 181-183 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัย-
ธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- _____. (2540) “การผลิตชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์” ใน *คู่มือปฏิบัติการโรงเรียน
เกษมพิทยา* (เอกสารการประชุมเชิงปฏิบัติการ 4-5 ธันวาคม 2540) (อัครสำเนา)
- _____. (2541) “การบันทึกเสียงและบันทึกภาพเพื่อการศึกษา” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชา
วิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์เพื่อการศึกษา* หน่วยที่ 9 นนทบุรี
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- _____. (2541) “ชุดการสอนระดับประถมศึกษา” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอน
ระดับประถมศึกษา* หน่วยที่ 14 หน้า 494-497 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัย-
ธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- _____. (2541) “แนวคิดเทคโนโลยีการศึกษา” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและ
สื่อสารการศึกษา* หน่วยที่ 1 หน้า 18 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- _____. (2543) “กระบวนการ สันนิเวศนาการและระบบสื่อการสอน” ใน *เอกสารชุดวิชา
เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา* หน่วยที่ 2 หน้า 114 นนทบุรี มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- _____. (2543) *มิติที่ 3 ทางการศึกษา: สานฝันสู่ความเป็นจริง* กรุงเทพมหานคร
เอส อาร์ พรินติ้ง แมสโปรดักส์
- _____. (2544) “ระบบสื่อการสอน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชา เทคโนโลยีและสื่อสาร
การศึกษา* หน่วยที่ 2 พิมพ์ครั้งที่ 22 หน้า 112 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัย-
ธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- _____. (2544) “สามัญทัศน์เกี่ยวกับเทคโนโลยีการสอน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชา
เทคโนโลยีการสอน* หน่วยที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 3 หน้า 17-18 นนทบุรี มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

- _____.(2544) “สามัญทัศน์เกี่ยวกับเทคโนโลยีการสอน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการสอน* หน่วยที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 3 หน้า 11, 29 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- _____.(2545) “เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง” *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา* แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช 4 (กรกฎาคม) 3
- ชัยขงค์ พรหมวงค์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2540) “ชุดการสอนทางไกล” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสื่อการศึกษาพัฒนสรร* หน่วยที่ 5 พิมพ์ครั้งที่ 3 หน้า 161-197 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- ชัยขงค์ พรหมวงค์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2539) “การจัดการเรียนการสอน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการสอน* หน่วยที่ 10 หน้า 53 – 60 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- ชัยขงค์ พรหมวงค์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล (2520) “การหาประสิทธิภาพชุดการสอน” *ระบบสื่อการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*
- ชัยขงค์ พรหมวงค์ นิคม ทาแดง และศรีสุดา จริยากุล (2543) “นวัตกรรมการศึกษา” ใน *เอกสารการสอน ชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา* หน่วยที่ 9 – 15 หน้า 724 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ และปรีชา วิหกโต (2541) “สัมมนาการวิจัยและทฤษฎีด้านการจัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษา” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสัมมนาการวิจัยและทฤษฎีทาง เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา* หน่วยที่ 12 หน้า 245 – 273 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ (2546) *Multimedia ฉบับพื้นฐาน* กรุงเทพมหานคร เลทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซิลท์
- ทิตนา แคมณี (2550) *ศาสตร์การสอน* พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นวลจิตต์ ชาวศิริพิงษ์ (2544) “การเรียนการสอนอาชีวศึกษา” ใน *เอกสารชุดการสอนการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา* หน่วยที่ 4 หน้า 191 , 208 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- นิโลบล นิมกังรัตน์ (2526) *หลักการสร้างเครื่องมือวัดงานภาคปฏิบัติ* เชียงใหม่ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (เอกสาร โรเนียวัดสำเนา)

- นิวัติ โชติวงษ์ (2540) *Microsoft Powerpoint 7.0 the presentation for Windows 95 Thai Edition* กรุงเทพมหานคร พิมพ์สาส์น
- บริษัทออมนรอนทรอนิกส์จำกัด (ม.ป.ป.) *Operation Manual Omron Sysmac C 20P/C28P/C40P*
กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท
- บุญชม ศรีสะอาด (2537) *การพัฒนาการสอน* กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาส์น
- ประศักดิ์ หอมสนิท (2543) “วิธีการเรียนการสอน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยี
การสอน* หน่วยที่ 6 หน้า 225 - 226, 241 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- ประศักดิ์ หอมสนิท (2544) “วิธีการเรียนการสอน” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยี
การสอน* หน่วยที่ 6 หน้า 215, 225 - 226, 244 - 254 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัย-
ธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- ยืน กุ์วรวรรณ (2542) *การพัฒนาเครื่องมือและเทคโนโลยีมัลติมีเดีย ศูนย์เทคโนโลยี
อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ* กรุงเทพมหานคร สำนักงานเลขานุการ
คณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ
- ยุทธพงษ์ ไกยวรรณ (2541) *เทคนิคและวิธีการสอน* กรุงเทพมหานคร พิมพ์ดี
- วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2541) “ปฏิบัติการชุดสื่อประสมเพื่อการศึกษา” ใน *เอกสารการสอน
ชุดวิชาประสบการณ์วิชาชีพเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา* หน่วยที่ 7 หน้า 224 - 231
นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- วิจิตร บุญชูโรกุล (ม.ป.ป.) *ระบบควบคุมมอเตอร์* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์แปซิฟิก
- วิจิตร ภัคศิริรัตน์ (2544) “สิ่งพิมพ์ทางการศึกษา” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและ
สื่อสารการศึกษา* หน่วยที่ 9 หน้า 526 - 528 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมา-
ธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523) *พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่* กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์รุ่งเรือง
- สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา (2542) *เอกสารประกอบการฝึกอบรม Conceptual Plc & Scada*
กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.
- สมบูรณ์ ชิตพงษ์ (2540) “การสร้างและพัฒนาเครื่องมือด้านพุทธิพิสัย” ใน *เอกสารการสอนชุด
วิชาสถิติ วิจัย และการประเมินผลการศึกษา* หน่วยที่ 10 หน้า 588 - 600 นนทบุรี
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

- สาโรจน์ นิลดำ และพงศ์ศิษฏ์ ไทยสีหราช (2539) “การออกแบบสื่อโสตทัศนเพื่อการสอน”
ใน เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการสอน หน่วยที่ 7 หน้า 275 นนทบุรี
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- สาโรจน์ นิลดำ และพงศ์ศิษฏ์ ไทยสีหราช (2543) “การออกแบบสื่อโสตทัศนเพื่อการสอน” ใน
เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการสอน หน่วยที่ 7 พิมพ์ครั้งที่ 2 หน้า 305 - 307
นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2541) “การสอนโดยให้ผู้เรียนทดลอง” ใน เอกสาร
การสอนชุดวิชาวิทยาการการสอน หน่วยที่ 9 หน้า 140 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัย-
ธรรมมาธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2541) “การสอนแบบบรรยาย” ใน เอกสารการสอน
ชุดวิชาวิทยาการการสอน หน่วยที่ 9 หน้า 58 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2541) “การสอนแบบสาธิต” ใน เอกสารการสอน
ชุดวิชาวิทยาการการสอน หน่วยที่ 9 หน้า 79 – 80 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมา-
ธิราช สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
- สุพรรณ กุลพาณิชย์ (2533) *Programmable Controller เทคนิคและการใช้งานเบื้องต้น*.
พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ์
- สุภพงษ์ วงศ์มิตกุล (2544) “ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ เรื่องการเพาะเห็ด สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา”
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสาร
การศึกษาสาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
- สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์ และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์ (2546) *การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและ
เว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ กรุงเทพมหานคร กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ*
- สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ (2546) *19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ* พิมพ์ครั้งที่ 4
กรุงเทพมหานคร ภาพพิมพ์
- _____ (2546) *20 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมค่านิยมการเรียนรู้ โดย
การแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง* พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร ภาพพิมพ์

อภิธร แก้วอุดร (2551) “การพัฒนาชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ กลุ่มสาระงานอาชีพและเทคโนโลยี วิชางานช่าง เรื่อง การออกแบบและปฏิบัติงานไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตพื้นที่การศึกษายุทธธานี” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อรนุช ลิมตศิริ (2544) *นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนการสอน* พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540) *หลักการสอน* พิมพ์ครั้งที่ 2 โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์

อำนาจ ทองผาสุก วิทยา ประยงค์พันธ์ (ม.ป.ป) *การควบคุมมอเตอร์* กรุงเทพมหานคร ม.ป.ท.

อุทัย สุมามาลย์ (2546) *การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า* กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

B.L. Theraja. (1982) *Electrical Technology*. New Delhi. Nirja Construction & Development.

Best, John (1970) *Research in Education*. Englewood Cliffs N.J. Practice Hall.

Glass, Gene V. and Hopkins, Kenneth D. (1984) *Statistical Methods in Education and Psychology*. New Jersey. 2nd ed. Prentice – Hall.

Hamann Peter, Steve Willings. (1990) *Operation Manual Oron*. Tokyo. n.p.

Joseph F. Mcpartland. (1979) *National Electriccal Handbook 19th Edition*. New York. McGraw – Hill.

Lafferty, Peter and Rowe, Julain (1995) *The Hutchison Dictionary of Science*. Helicon. 2nd ed. Oxford Great Britain.

Theodore Wildi. (2000) *Electrical Machines Drives, and Power System Fourth Edition*. New Jersey. Prentice-Hall.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ โกศล โอฬารไพโรจน์
 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
 วุฒิกการศึกษา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
 รองศาสตราจารย์ ระดับ 9 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ เชียงใหม่
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร ฝั้นชมพู
 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
 วุฒิกการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีทางการศึกษา
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 สาขาการออกแบบ
 คณะวิชาศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ เชียงใหม่
3. อาจารย์วาณี นุณยะไวยโรจน์
 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลทางการศึกษา
 ตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ
 นักวิจัยชำนาญการ ระดับ 8 ฝ่ายจัดระบบและวิจัยสื่อการศึกษา
 สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรีรัตน์ สุวรรณ
 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลทางการศึกษา
 ตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา
 วุฒิกการศึกษา การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ (คณิตศาสตร์ศึกษา)
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 คณะครุศาสตร์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ภาคผนวก ข
แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ ของผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินเนื้อหา ในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3

หน่วยประสบการณ์ ที่/ชื่อ.....

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของเนื้อหาในประมวลสาระ ตามความคิดเห็นของท่าน

โดยกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ประเมิน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ข้อเสนอแนะ
		ดี มาก	ดี	ปาน กลาง	ปรับ ปรุง	
1	เนื้อหา					
	1.1 เนื้อหาสาระสอดคล้องกับ จุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา					
	1.2 เนื้อหาสาระครอบคลุม วัตถุประสงค์ของ หน่วยประสบการณ์					
	1.3 เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน					
	1.4 เนื้อหาสาระทันสมัย					
	1.5 ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ					
	1.6 เนื้อหาสาระมีการเรียงลำดับ จากง่ายไปหายาก					
1.7 เนื้อหาสาระมีความสมบูรณ์ ครบถ้วน						
2	ภาพประกอบในเนื้อหา					
	2.1 ความชัดเจนของภาพประกอบ					

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ข้อเสนอแนะ
		ดี มาก	ดี	ปาน กลาง	ปรับ ปรุง	
	2.2 ความสอดคล้องของภาพ ประกอบกับเนื้อหา					
	2.3 ความชัดเจนของคำอธิบาย ภาพประกอบ					
	2.4 ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจ เนื้อหา					
3	ภาษาในการนำเสนอเนื้อหา					
	3.1 เขียนด้วยภาษาอ่านแล้ว เข้าใจง่าย					
	3.2 ใช้ภาษาไทยได้ถูกต้องตาม หลักภาษา					
4	รูปแบบการเสนอเนื้อหาสาระ					
	4.1 มีส่วนประกอบครบถ้วนคือ เกริ่นนำ เนื้อหา และ สรุป					
	4.2 การลำดับหัวข้อเนื้อหาสาระ เรียงตามลำดับถูกต้อง					

โดยภาพรวมการประเมินคุณภาพของเนื้อหาในประมวลสาระ อยู่ในเกณฑ์ใด

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

วันที่...../...../.....

แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ก่อน/หลัง เഴมิญประสพการณั

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3

หน่วยประสพการณั ที่ชื่อ.....

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ประเมิน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ข้อเสนอแนะ
		ดี มาก	ดี	ปาน กลาง	ปรับ ปรุง	
1	แบบทดสอบภาคทฤษฎี					
	1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม					
	1.2 แบบทดสอบหลังเรียน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม					
	1.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและ หลังเรียนเป็นแบบคู่ขนาน					
	1.4 ความสอดคล้องของคำถาม กับเนื้อหา					
	1.5 คำถามชัดเจน					
	1.6 ความสอดคล้องของ ตัวเลือกตอบกับคำถาม					
	1.7 คำถามสั้นกระชับได้ใจความ					
1.8 ตัวเลือกตอบไม่ชี้นำคำตอบ						

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ข้อเสนอแนะ
		ดี มาก	ดี	ปาน กลาง	ปรับ ปรุง	
2	แบบทดสอบภาคปฏิบัติ					
	2.1 คำชี้แจงในแบบทดสอบ ภาคปฏิบัติชัดเจน					
	2.2 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ สอดคล้องกับเนื้อหา					
	2.3 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม					

โดยภาพรวมการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ก่อน/หลัง เષิฐฐประสพการณั
อยู่ในเกณฑ์ใด

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล

วันที่...../...../.....

แบบประเมินคุณภาพของสื่อเสริม ในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิชา การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3

หน่วยประสบการณ์ ที่ชื่อ.....

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของสื่อเสริม ตามความคิดเห็นของท่าน

โดยกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ประเมิน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	ปรับปรุง	
1	สไลด์คอมพิวเตอร์					
	1.1 ขนาดภาพและตัวอักษร					
	1.2 ความชัดเจนของภาพ					
	1.3 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ					
	1.4 ลำดับการเสนอเนื้อหาสาระ					
	1.5 รูปแบบการเปลี่ยนภาพ					
2	มัลติมีเดีย					
	2.1 ขนาดภาพและตัวอักษร					
	2.2 ความชัดเจนของภาพ					
	2.3 ความต่อเนื่องของภาพ					
	2.4 ความสอดคล้องของภาพ และเสียง					
	2.5 ความชัดเจนของเสียง					
	2.6 คุณภาพของเสียง					
	2.7 ความถูกต้องในการออกเสียง					
	2.8 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ					
	2.9 การเรียงลำดับเนื้อหาสาระ					
2.10 เนื้อหาสาระตรงจุดประสงค์						

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปาน กลาง	ปรับปรุง	
3	โหลดจำลอง					
	3.1 การบอกเงื่อนไขการทำงาน					
	3.2 การควบคุมอุปกรณ์อินพุต					
	3.3 การแสดงผลของอุปกรณ์ เอาต์พุต					
	3.4 ทำงานได้ตามจุดประสงค์					
	3.5 ความปลอดภัยในการใช้งาน					

โดยภาพรวมการประเมินคุณภาพของสื่อเสริม ในชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์
อยู่ในเกณฑ์ใด

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

วันที่...../...../.....

**แบบประเมินคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา
ที่มีต่อคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์**

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา ตามความคิดเห็นของท่าน โดยกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ประเมิน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ข้อเสนอแนะ
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ปรับปรุง	
1	ข้อความครอบคลุมจุดประสงค์					
2	ข้อความครอบคลุมสิ่งที่จะประเมิน					
3	ข้อความชัดเจน					
4	ใช้ภาษาเหมาะสม					

โดยภาพรวมการประเมินคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา
ที่มีต่อคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ อยู่ในเกณฑ์ใด

ดีมาก ดี ปานกลาง ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล

วันที่...../...../.....

ภาคผนวก ค
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
 หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ประสบการณ์หลักที่ 9.1 การควบคุมวงจรถ่ายทิศทาง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม						ทักษะพิสัย			ขอบเขตเนื้อหา
	ความรู้ความเข้าใจ	ความสนใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม	เฉพาะเจาะจง	เฉพาะเจาะจง	รวม		
1. นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรถ่ายทิศทาง ได้ถูกต้อง	✓				1				รวม	ความหมายของการควบคุม
2. นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถ่ายทิศทาง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง		✓			1					ส่วนประกอบของการควบคุม
3. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถ่ายทิศทาง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง		✓			1					
4. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลตเตอรีโคอะแกรมการควบคุมวงจรถ่ายทิศทาง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง				✓	2					ขั้นตอนการควบคุม
5. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรถ่ายทิศทาง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง										ปฏิบัติการควบคุม
6. นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถ่ายทิศทาง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง							✓		1	
7. นักศึกษาสามารถตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรถ่ายทิศทาง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง										
รวมประสบการณ์หลักที่ 9.1	1	1	1	2	5	1			1	

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
 หน่วยประสมการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว ประสมการณ์หลักที่ 9.2 การควบคุมวงจรถักดับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม					ทักษะ			ขอบเขตเนื้อหา
	ความรู้ความเข้าใจ	การใช้	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	ความรู้ความเข้าใจ	การวิเคราะห์	การประเมิน	
1. นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรถักดับทางหมุน ได้ถูกต้อง	✓				1				ความหมายของการควบคุม
2. นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถักดับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง		✓			1				ส่วนประกอบของการควบคุม
3. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถักดับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	✓				1				ขั้นตอนการควบคุม
4. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเคเตอร์ไคอะแกรมการควบคุมวงจรถักดับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง			✓	✓	2				ขั้นตอนการควบคุม
5. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรถักดับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง									ปฏิบัติการควบคุม
6. นักศึกษาสามารถอธิบายอินพุต/เอาต์พุต ความคุมวงจรถักดับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง						✓		1	
7. นักศึกษาสามารถตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรถักดับทางหมุน ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง									
รวมประสมการณ์หลักที่ 9.2	1	1	1		5	1		1	
รวมหน่วยประสมการณ์ที่ 9	2	2	2	4	10	2		2	

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ ประสบการณ์หลักที่ 10.1 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม						ทักษะพิสัย			ขอบเขตเนื้อหา
	ความรู้ความเข้าใจ	ความสามารถ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	ความรู้ความเข้าใจ	ความรู้ความเข้าใจ	ความรู้ความเข้าใจ	ความรู้ความเข้าใจ	ความรู้ความเข้าใจ	
1. นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือได้ถูกต้อง	✓				1					ความหมายของการควบคุม
2. นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	✓				1					ส่วนประกอบของการควบคุม
3. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง			✓		1					
4. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแคตเดอรีโอะแอมแกรมการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง				✓	2					ขั้นตอนการควบคุม
5. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง						✓			1	ปฏิบัติการควบคุม
6. นักศึกษาสามารถอธิบายอินพุต/เอาต์พุต ความควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง										
7. นักศึกษาสามารถตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับด้วยมือ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง										
รวมประสบการณ์หลักที่ 10.1	1	1	1	2	5	1	1	1	1	

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยประสงค์การเรียนรู้ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ ประสิทธิภาพหลักที่ 10.2 การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม				ทักษะพิสัย			ขอบเขตเนื้อหา
	ความรู้ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม	รู้แทน	ทำตาม	อธิบาย	
1. นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง		✓		1				ความหมายของการควบคุม
2. นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง	✓			1				ส่วนประกอบของการควบคุม
3. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง								
4. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแคดเดเจอร์ไดอะแกรมการควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง		✓	✓	3				ขั้นตอนการควบคุม
5. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง						✓	1	ปฏิบัติการควบคุม
6. นักศึกษาสามารถอธิบายอินพุต/เอาต์พุต ความคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง								
7. นักศึกษาสามารถตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรทำงานเรียงลำดับ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง								
รวมประสิทธิภาพหลักที่ 10.2	1	1	2	5		1	1	
รวมหน่วยประสงค์การเรียนรู้ที่ 10	2	2	4	10		2	2	

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยประสงค์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
 ประสิทธิภาพหลักที่ 11.1 การควบคุมวงจร สตาร์ - เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม						ทักษะพิสัย			ขอบเขตเนื้อหา	
	ความรู้ความเข้าใจ	ความรู้ความสามารถ	การวิเคราะห์	การคำนวณ	การเขียน	การนำเสนอ	การสังเกต	การปฏิบัติ	การประเมิน		
1. นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจร สตาร์ - เซลล์ โดยอัตโนมัติ ได้ถูกต้อง	✓			1						ความรู้ความเข้าใจ	ความหมายของการควบคุม
2. นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง		✓		1							ส่วนประกอบของการควบคุม
3. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของส่วนประกอบของการควบคุมวงจร สตาร์ - เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง			✓	1							ขั้นตอนการควบคุม
4. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามเดคเดคเตอร์ โดยโปรแกรมการควบคุม สตาร์ - เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง					✓	✓					ขั้นตอนการควบคุม
5. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจร สตาร์ - เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง											ปฏิบัติการควบคุม
6. นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจร สตาร์ - เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง											
7. นักศึกษาสามารถตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจร สตาร์ - เซลล์ โดยอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง									✓	1	
รวมประสิทธิภาพหลักที่ 11.1	1	1	1	2	5				1	1	

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยประสงค์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
 ประสิทธิภาพหลักที่ 11.2 การควบคุมวงจรถลิตริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมที่						ทักษะที่			ขอบเขตเนื้อหา
	ความรู้	เข้าใจ	ใช้	วิเคราะห์	ประเมินคุณค่า	รวม	ความรู้	ทักษะ	รวม	
1. นักศึกษาสามารถบอกความหมายของการควบคุมวงจรถลิตริงมอเตอร์ ได้ถูกต้อง	✓				1					ความหมายของการควบคุม
2. นักศึกษาสามารถบอกส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลิตริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง		✓			1					ส่วนประกอบของการควบคุม
3. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานส่วนประกอบของการควบคุมวงจรถลิตริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง			✓		1					ขั้นตอนการควบคุม
4. นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานตามแลคเตอร์ไดอะแกรมการควบคุมวงจรถลิตริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง				✓	2					ปฏิบัติการควบคุม
5. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรถลิตริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง										
6. นักศึกษาสามารถต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ควบคุมวงจรถลิตริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง										
7. นักศึกษาสามารถตรวจสอบการทำงาน การควบคุมวงจรถลิตริงมอเตอร์ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้ถูกต้อง							✓		1	
รวมประสิทธิภาพหลักที่ 11.2	1	1	1	1	2	5			1	1
รวมหน่วยประสงค์ที่ 11	2	2	2	4	10				2	2

ภาคผนวก ง

ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง
ของแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์ โดยวิเคราะห์รายข้อ ผู้วิจัยได้หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ดังนี้

1. ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ทำดังนี้

1.1 นำข้อสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วตรวจให้คะแนนผู้เข้าสอบแต่ละคน

1.2 เรียงคะแนนตามลำดับค่าของคะแนนที่ผู้สอบทำได้

1.3 แบ่งคะแนนนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มสูง คือ กลุ่มที่ได้รับคะแนนสูงสุดลงมาจำนวน 50 % ของผู้เข้าสอบ

กลุ่มต่ำ คือ กลุ่มที่ได้รับคะแนนต่ำสุดขึ้นไปจำนวน 50 % ของผู้เข้าสอบ

1.4 นำกระดาษของคะแนนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมาบันทึกคะแนน

1.5 คำนวณค่าดัชนีความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรอย่างง่าย (สมบูรณ์ ชิตพงษ์ 2543 : 588 - 592) ดังนี้

1.5.1 ค่าความยากง่าย (ทั้งตัวถูกและตัวลวง)

$$p = \frac{H + L}{n_H + n_L} \quad \text{หรือ} \quad p = \frac{P_H + P_L}{2}$$

1.5.2 ค่าอำนาจจำแนก

$$\text{สำหรับตัวถูก} \quad r = \frac{H - L}{n_H} \quad \text{หรือ} \quad r = \frac{H - L}{n_L} \quad \text{หรือ} \quad r = P_H - P_L$$

$$\text{สำหรับตัวลวง} \quad r = \frac{L - H}{n_H} \quad \text{หรือ} \quad r = \frac{L - H}{n_L} \quad \text{หรือ} \quad r = P_L - P_H$$

เมื่อ p คือ ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

r คือ ค่าอำนาจจำแนก

H คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงที่เลือกตอบตัวเลือกนั้น

L คือ จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่เลือกตอบตัวเลือกนั้น

n_H คือ จำนวนคนในกลุ่มสูง

n_L คือ จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

P_H คือ สัดส่วนของผู้เลือกตอบตัวเลือกนั้น ต่อจำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

P_L คือ สัดส่วนของผู้เลือกตอบตัวเลือกนั้น ต่อจำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

แบบทดสอบก่อน เผชิญประสบการณ์			วัดพุทธิพิสัย ระดับ	แบบทดสอบหลัง เผชิญประสบการณ์			วัดพุทธิพิสัย ระดับ
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)		ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	
1	0.66	0.44	ความรู้ความจำ	1	0.64	0.40	ความรู้ความจำ
2	0.56	0.32	การนำไปใช้	2	0.60	0.64	การนำไปใช้
3	0.50	0.36	ความเข้าใจ	3	0.48	0.32	ความเข้าใจ
4	0.46	0.28	วิเคราะห์	4	0.44	0.24	วิเคราะห์
5	0.52	0.40	วิเคราะห์	5	0.54	0.44	วิเคราะห์
6	0.74	0.36	ความรู้ความจำ	6	0.72	0.40	ความรู้ความจำ
7	0.58	0.36	การนำไปใช้	7	0.60	0.40	การนำไปใช้
8	0.70	0.20	ความเข้าใจ	8	0.68	0.24	ความเข้าใจ
9	0.64	0.32	วิเคราะห์	9	0.62	0.36	วิเคราะห์
10	0.68	0.40	วิเคราะห์	10	0.66	0.36	วิเคราะห์
<p>แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ข้อที่นำมาใช้ มีค่า p อยู่ระหว่าง 0.46 – 0.74 r อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.44</p>				<p>แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ข้อที่นำมาใช้ มีค่า p อยู่ระหว่าง 0.44 – 0.72 r อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.64</p>			

ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

แบบทดสอบก่อน เผชิญประสบการณ์			วัดพุทธิพิสัย ระดับ	แบบทดสอบหลัง เผชิญประสบการณ์			วัดพุทธิพิสัย ระดับ
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)		ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	
1	0.60	0.40	ความเข้าใจ	1	0.58	0.36	ความเข้าใจ
2	0.58	0.36	ความรู้ความจำ	2	0.60	0.40	ความรู้ความจำ
3	0.62	0.44	การนำไปใช้	3	0.62	0.44	การนำไปใช้
4	0.60	0.40	วิเคราะห์	4	0.62	0.44	วิเคราะห์
5	0.50	0.36	วิเคราะห์	5	0.52	0.24	วิเคราะห์
6	0.68	0.24	การนำไปใช้	6	0.72	0.32	การนำไปใช้
7	0.52	0.40	ความรู้ความจำ	7	0.52	0.40	ความรู้ความจำ
8	0.64	0.32	ความเข้าใจ	8	0.60	0.40	ความเข้าใจ
9	0.64	0.48	วิเคราะห์	9	0.62	0.44	วิเคราะห์
10	0.58	0.44	วิเคราะห์	10	0.56	0.40	วิเคราะห์
แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ข้อที่นำมาใช้ มีค่า p อยู่ระหว่าง 0.50 – 0.68 r อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.48				แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ข้อที่นำมาใช้ มีค่า p อยู่ระหว่าง 0.52 – 0.72 r อยู่ระหว่าง 0.24 – 0.44			

ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

แบบทดสอบก่อน เผชิญประสบการณ์			วัดพุทธิพิสัย ระดับ	แบบทดสอบหลัง เผชิญประสบการณ์			วัดพุทธิพิสัย ระดับ
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)		ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	
1	0.58	0.44	ความรู้ความจำ	1	0.56	0.40	ความรู้ความจำ
2	0.58	0.36	ความเข้าใจ	2	0.58	0.44	ความเข้าใจ
3	0.50	0.36	การนำไปใช้	3	0.50	0.36	การนำไปใช้
4	0.54	0.44	วิเคราะห์	4	0.52	0.40	วิเคราะห์
5	0.60	0.40	วิเคราะห์	5	0.64	0.48	วิเคราะห์
6	0.74	0.36	ความรู้ความจำ	6	0.72	0.32	ความรู้ความจำ
7	0.58	0.36	ความเข้าใจ	7	0.62	0.44	ความเข้าใจ
8	0.74	0.28	การนำไปใช้	8	0.72	0.32	การนำไปใช้
9	0.68	0.40	วิเคราะห์	9	0.66	0.44	วิเคราะห์
10	0.68	0.40	วิเคราะห์	10	0.60	0.40	วิเคราะห์
แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ข้อที่นำมาใช้ มีค่า p อยู่ระหว่าง 0.50 – 0.74 r อยู่ระหว่าง 0.28 – 0.44				แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ข้อที่นำมาใช้ มีค่า p อยู่ระหว่าง 0.50 – 0.72 r อยู่ระหว่าง 0.32 – 0.48			

2. ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ การหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ
คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson KR_{20} อ้างถึงในสมบุรณ์ ชิตพงษ์ 2540 : 599 - 600)

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ r_u คือ ค่าความเที่ยง
 k คือ จำนวนข้อในแบบทดสอบ
 p คือ สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q คือ สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ
 S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

โดยที่
$$S^2 = \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N} \right)^2$$

เมื่อ $\sum x^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของคะแนนสอบนักเรียนแต่ละคน
 N คือ จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด
 $\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนสอบของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ในแต่ละหน่วยประสบการณ์ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ดังนี้

ตารางแสดงค่าความเที่ยง (r_{ii}) ของแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

คนที่	ข้อ										x	x^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	81
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
11	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	5	25
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
13	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	64
14	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
17	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	3	9
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
19	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
20	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	64
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
24	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
25	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	64
26	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	5	25
27	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
30	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81

คนที่	ข้อ										x	x ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
31	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	64
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
34	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	81
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
38	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
39	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	64
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
42	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	64
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
45	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
47	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	7	49
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
50	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
Σ	48	46	48	43	47	47	46	42	41	48	456	4264
p	1	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	1		
q	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0		
pq	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.78	

$$\Sigma pq = 0.78, \quad \Sigma x^2 = 4,264, \quad \Sigma x = 456$$

จากสูตร
$$S^2 = \frac{\Sigma x^2}{N} - \left(\frac{\Sigma x}{N} \right)^2$$

จะได้
$$S^2 = \frac{4,264}{50} - \left(\frac{456}{50} \right)^2 = 85.28 - 83.17 = 2.11$$

จากสูตร
$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S^2} \right\} = \frac{10}{(10-1)} \left\{ 1 - \frac{0.78}{2.11} \right\} = \frac{10}{9} \times \frac{133}{211} = 0.70$$

คนที่	ข้อ										x	x ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
31	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	64
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
34	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	5	25
35	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	5	25
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
39	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	6	36
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
42	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
44	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	81
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
46	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7	49
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
Σ	46	48	49	47	47	48	44	45	46	44	464	4400
p	0.9	1	1	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.9		
q	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1		
pq	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.66	

$$\Sigma pq = 0.66, \quad \Sigma x^2 = 4,400, \quad \Sigma x = 464$$

จากสูตร
$$S^2 = \frac{\Sigma x^2}{N} - \left(\frac{\Sigma x}{N} \right)^2$$

จะได้
$$S^2 = \frac{4,400}{50} - \left(\frac{464}{50} \right)^2 = 88 - 86.12 = 1.88$$

จากสูตร
$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S^2} \right\} = \frac{10}{(10-1)} \left\{ 1 - \frac{0.66}{1.88} \right\} = \frac{10}{9} \times \frac{122}{188} = 0.72$$

ตารางแสดงค่าความเที่ยง (r_{ii}) ของแบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มต้นด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

คนที่	ข้อ										x	x^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	7	49
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
7	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	5	25
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
15	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	5	25
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
18	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	4	16
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
22	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	64
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
26	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	5	25
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
28	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	64
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
30	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	64

คนที่	ข้อ										x	x ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
31	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	6	36
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
38	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
39	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	6	36
40	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
41	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	64
42	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
44	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
45	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	64
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
48	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8	64
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
Σ	44	47	46	46	45	42	47	46	46	42	451	4201
p	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8		
q	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2		
pq	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.87	

$$\sum pq = 0.87, \quad \sum x^2 = 4,201, \quad \sum x = 451$$

จากสูตร
$$S^2 = \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N} \right)^2$$

จะได้
$$S^2 = \frac{4,201}{50} - \left(\frac{451}{50} \right)^2 = 84.02 - 81.36 = 2.66$$

จากสูตร
$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} = \frac{10}{(10-1)} \left\{ 1 - \frac{0.87}{2.66} \right\} = \frac{10}{9} \times \frac{179}{266} = 0.75$$

ตารางแสดงค่าความเที่ยง (r_u) ของแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

คนที่	ข้อ										x	x^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	6	36
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	81
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
11	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	5	25
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
14	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
17	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	5	25
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
19	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
24	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
26	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	5	25
27	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
30	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81

คนที่	ข้อ										x	x ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
33	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
34	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	81
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
38	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
42	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
45	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
47	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
50	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
Σ	48	48	47	47	48	47	47	47	41	47	467	4445
p	1	1	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9		
q	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1		
Pq	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.60	

$$\Sigma pq = 0.60, \quad \Sigma x^2 = 4,445, \quad \Sigma x = 467$$

จากสูตร
$$S^2 = \frac{\Sigma x^2}{N} - \left(\frac{\Sigma x}{N} \right)^2$$

จะได้
$$S^2 = \frac{4,445}{50} - \left(\frac{467}{50} \right)^2 = 88.90 - 87.24 = 1.66$$

จากสูตร
$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S^2} \right\} = \frac{10}{(10-1)} \left\{ 1 - \frac{0.60}{1.66} \right\} = \frac{10}{9} \times \frac{106}{166} = 0.71$$

คนที่	ข้อ										x	x ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
31	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	64
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
34	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	5	25
35	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	4	16
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
39	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	5	25
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
42	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	64
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
44	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	81
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
46	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7	49
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
49	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
Σ	46	48	47	47	46	45	44	45	46	44	458	4308
p	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9		
q	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
pq	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.76	

$$\sum pq = 0.76, \quad \sum x^2 = 4,308, \quad \sum x = 458$$

จากสูตร
$$S^2 = \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N} \right)^2$$

จะได้
$$S^2 = \frac{4,308}{50} - \left(\frac{458}{50} \right)^2 = 86.16 - 83.91 = 2.25$$

จากสูตร
$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} = \frac{10}{(10-1)} \left\{ 1 - \frac{0.76}{2.25} \right\} = \frac{10}{9} \times \frac{149}{225} = 0.73$$

ตารางแสดงค่าความเที่ยง (r_{ii}) ของแบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

คนที่	ข้อ										x	x^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
7	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	6	36
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
15	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	8	64
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
18	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	6	36
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
22	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
26	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	8	64
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
28	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
30	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81

คนที่	ข้อ										x	x ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
31	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	5	25
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
39	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	5	25
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
41	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
45	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
48	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
Σ	47	48	48	47	49	42	49	49	46	46	471	4517
p	0.9	1	1	0.9	1	0.8	1	1	0.9	0.9		
q	0.1	0	0	0.1	0	0.2	0	0	0.1	0.1		
pq	0.1	0	0	0.1	0	0.1	0	0	0.1	0.1	0.53	

$$\Sigma pq = 0.53, \quad \Sigma x^2 = 4,517, \quad \Sigma x = 471$$

จากสูตร
$$S^2 = \frac{\Sigma x^2}{N} - \left(\frac{\Sigma x}{N} \right)^2$$

จะได้
$$S^2 = \frac{4,517}{50} - \left(\frac{471}{50} \right)^2 = 90.34 - 88.74 = 1.60$$

จากสูตร
$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\Sigma pq}{S^2} \right\} = \frac{10}{(10-1)} \left\{ 1 - \frac{0.53}{1.60} \right\} = \frac{10}{9} \times \frac{107}{160} = 0.74$$

ภาคผนวก จ
แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา

แบบสอบถามความคิดเห็น

ของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น หลังจากเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

โดยกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักศึกษา ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	องค์ประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์					
	1.1 บริบทที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์					
	1.1.1 มุมหนังสือ ช่วยให้นักศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าตลอดเวลา	....	....	....	....	....
	1.1.2 มุมแสดงผลงาน ช่วยให้นักศึกษามีความสนใจเรียนมากขึ้น	....	....	....	....	....
	1.1.3 มุมวัสดุอุปกรณ์ช่วยให้นักศึกษาปฏิบัติการกิจและงานได้อย่างสะดวก	....	....	....	....	....
	1.1.4 มุมชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ช่วยให้นักศึกษาปฏิบัติการกิจและงานได้อย่างสะดวก	....	....	....	....	....
	1.2 รูปแบบที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์					
	1.2.1 การเรียนด้วยตนเอง ทำให้มีความกระตือรือร้นมากขึ้น	....	....	....	....	....
	1.2.2 การเรียนกับเพื่อน ทำให้ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน และร่วมกันแก้ปัญหา	....	....	....	....	....
	1.2.3 การเรียนกับครู ช่วยเสริมความรู้ในส่วนที่ไม่สามารถเรียนด้วยตนเองและเพื่อนได้ ทำให้ได้รับความรู้ครบถ้วน	....	....	....	....	....
	1.3 วิธีการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์					
	1.3.1 การเรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มทำให้ได้ร่วมกันทำงาน	....	....	....	....	....

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	1.3.2 การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ทำให้มีความเชื่อมั่นกล้าที่จะลงมือปฏิบัติมากขึ้น	....	....	....	....	....
	1.3.3 การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ได้รับทักษะการปฏิบัติงานและความชำนาญ เหมือนกับการฝึกกับของจริง	....	....	....	....	....
	1.4 สื่อที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์					
	1.4.1 ประมวลสาระ					
	1) แผนผังแนวคิดช่วยให้ทราบแนวทางที่จะศึกษาเนื้อหาในประมวลสาระ	....	....	....	....	....
	2) แนวคิดและวัตถุประสงค์ ช่วยให้ทราบจุดมุ่งหมายของการศึกษาจากประมวลสาระ	....	....	....	....	....
	3) เนื้อหาในประมวลสาระสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง	....	....	....	....	....
	4) เนื้อหาในประมวลสาระสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้ดีขึ้น	....	....	....	....	....
	1.4.2 สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ ช่วยให้เข้าใจขั้นตอนการเรียนรู้แบบอิงประสบการณ์ ทำให้สามารถเผชิญประสบการณ์ได้ถูกต้อง	....	....	....	....	....
	1.4.3 สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาส่วนที่ครูบรรยายได้ดีขึ้น	....	....	....	....	....
	1.4.4 มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์					
	1) ส่วนประกอบของการควบคุม ช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองได้ดีขึ้น	....	....	....	....	....
	2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ช่วยให้เรียนรู้ภาคปฏิบัติด้วยตนเองได้ดีขึ้น	....	....	....	....	....
	1.4.5 แบบฝึกปฏิบัติ					
	1) ช่วยกำกับแนวทางการทำภารกิจและงานตามที่กำหนดไว้	....	....	....	....	....
	2) ช่วยตรวจสอบผลการเรียนรู้ด้วยตัวของนักศึกษาเอง	....	....	....	....	....
	1.4.6 แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์					
	1) แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษาทราบความรู้พื้นฐานของตนเอง	....	....	....	....	....
	2) แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้นักศึกษาทราบความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง	....	....	....	....	....

ภาคผนวก จ

ตารางคะแนน ก่อนเผชิญประสบการณ์ ระหว่างเผชิญประสบการณ์ และ หลังเผชิญประสบการณ์
ในการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และ แบบภาคสนาม

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์

การหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีดังนี้ (ชัยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล 2520 : 136 – 137) ใช้สูตรดังนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A} \times 100)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนจาก การประเมินผลการปฏิบัติงาน
 แบบประเมินพฤติกรรมกลุ่ม และ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด
 A คือ คะแนนเต็มของคะแนนจาก การประเมินผลการปฏิบัติงาน
 แบบประเมินพฤติกรรมกลุ่ม และ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด
 N คือ จำนวนนักศึกษา

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100)$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของการทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์
 B คือ คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์
 N คือ จำนวนนักศึกษา

ตารางคะแนน ก่อนเผชิญประสบการณ์ ระหว่างเผชิญประสบการณ์ และหลังเผชิญประสบการณ์
ในการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์แบบเดี่ยว

ผู้เรียน	หน่วยประสบการณ์ที่ 9					หน่วยประสบการณ์ที่ 10					หน่วยประสบการณ์ที่ 11				
	คะแนนระหว่างเรียน					คะแนนระหว่างเรียน					คะแนนระหว่างเรียน				
	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 20 คะแนน	รวม 40 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 20 คะแนน	รวม 40 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 20 คะแนน	รวม 40 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน
เก่ง	14	15	29	6	8	14	16	30	7	9	16	14	30	8	7
ปานกลาง	13	13	26	5	8	12	15	27	6	7	14	11	25	6	6
อ่อน	10	12	22	4	6	10	12	22	5	5	11	10	21	5	4
รวม	37	40	77	15	22	36	43	79	18	21	41	35	76	19	17
ค่าเฉลี่ย	25.67					26.33					25.33				
ค่าประสิทธิภาพ E_1, E_2	64.17					65.83					63.33				

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

$$E_1 = \frac{77}{40} \times 100 = 64.17 \quad E_2 = \frac{37}{20} \times 100 = 61.67 \quad E_1/E_2 = 64.17/61.67$$

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

$$E_1 = \frac{79}{40} \times 100 = 65.83 \quad E_2 = \frac{39}{20} \times 100 = 65.00 \quad E_1/E_2 = 65.83/65.00$$

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

$$E_1 = \frac{76}{40} \times 100 = 63.33 \quad E_2 = \frac{36}{20} \times 100 = 60.00 \quad E_1/E_2 = 63.33/60.00$$

ตารางคะแนน ก่อนเผชิญประสบการณ์ ระหว่างเผชิญประสบการณ์ และหลังเผชิญประสบการณ์
ในการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์แบบกลุ่ม

ผู้เรียน	หน่วยประสบการณ์ที่ 9					หน่วยประสบการณ์ที่ 10					หน่วยประสบการณ์ที่ 11				
	คะแนนระหว่างเรียน					คะแนนระหว่างเรียน					คะแนนระหว่างเรียน				
	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 20 คะแนน	รวม 40 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 20 คะแนน	รวม 40 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 20 คะแนน	รวม 40 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน
เก่ง	15	20	35	8	8	19	19	38	8	9	17	16	33	8	8
เก่ง	16	20	36	7	9	17	18	35	9	9	18	17	35	7	8
ปานกลาง	14	16	30	7	7	15	17	32	7	8	15	15	30	7	8
ปานกลาง	15	15	30	7	8	13	16	29	6	9	15	14	29	8	7
อ่อน	12	13	25	7	7	10	15	25	7	7	12	13	25	7	7
อ่อน	12	12	24	6	7	11	15	26	6	7	13	13	26	7	5
รวม	84	96	180	42	46	85	100	185	43	49	90	88	178	44	43
ค่าเฉลี่ย	30.00					30.83					29.67				
ค่าประสิทธิภาพ E_1, E_2	75					77.08					74.17				

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

$$E_1 = \frac{180}{40} \times 100 = 75.00 \quad E_2 = \frac{88}{20} \times 100 = 73.33 \quad E_1/E_2 = 75.00/73.33$$

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

$$E_1 = \frac{185}{40} \times 100 = 77.08 \quad E_2 = \frac{92}{20} \times 100 = 76.67 \quad E_1/E_2 = 77.08/76.67$$

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

$$E_1 = \frac{178}{40} \times 100 = 74.17 \quad E_2 = \frac{87}{20} \times 100 = 72.50 \quad E_1/E_2 = 74.17/72.50$$

ตารางคะแนน ก่อนเผชิญประสบการณ์ ระหว่างเผชิญประสบการณ์ และหลังเผชิญประสบการณ์
ในการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์แบบภาคสนาม

ผู้เรียน		หน่วยประสบการณ์ที่ 9					หน่วยประสบการณ์ที่ 10					หน่วยประสบการณ์ที่ 11				
		คะแนนระหว่างเรียน					คะแนนระหว่างเรียน					คะแนนระหว่างเรียน				
คนที่	ผล การเรียน	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 25 คะแนน	รวม 45 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 25 คะแนน	รวม 45 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	ทฤษฎี 20 คะแนน	ปฏิบัติ 25 คะแนน	รวม 45 คะแนน	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน
1	ปานกลาง	17	23	40	8	9	18	23	41	9	8	18	22	40	8	8
2	ปานกลาง	14	22	36	7	8	16	23	39	8	8	13	22	35	9	7
3	ปานกลาง	13	22	35	7	8	14	22	36	8	7	14	22	36	7	8
4	อ่อน	8	22	30	6	7	8	21	29	7	7	6	22	28	8	6
5	เก่ง	20	24	44	9	10	20	24	44	9	10	20	23	43	9	9
6	ปานกลาง	14	22	36	7	8	14	22	36	7	8	12	23	35	8	7
7	อ่อน	10	22	32	8	7	10	23	33	7	8	10	22	32	8	7
8	อ่อน	7	21	28	7	7	8	21	29	6	8	8	21	29	8	6
9	ปานกลาง	15	23	38	8	8	16	22	38	8	9	15	22	37	8	8
10	อ่อน	8	22	30	7	8	9	21	30	7	8	8	21	29	8	7
11	ปานกลาง	12	23	35	7	8	13	23	36	7	7	13	22	35	8	7
12	ปานกลาง	15	23	38	7	9	15	23	38	9	8	15	22	37	8	8
13	เก่ง	16	24	40	9	9	18	23	41	8	10	18	22	40	9	8
14	ปานกลาง	15	23	38	8	9	15	23	38	8	9	15	22	37	9	8
15	เก่ง	20	23	43	9	10	19	24	43	10	9	19	23	42	9	9
16	ปานกลาง	13	22	35	7	8	13	23	36	6	9	13	23	36	8	8
17	เก่ง	19	24	43	9	10	20	23	43	9	10	19	23	42	9	9
18	เก่ง	19	23	42	9	9	19	24	43	10	9	18	23	41	10	8
19	อ่อน	9	21	30	7	8	9	22	31	7	8	10	21	31	8	7
รวม		693					704					685				
ค่าเฉลี่ย		36.47					37.05					36.05				
ค่าประสิทธิภาพ E ₁ , E ₂		81.05					82.34					80.12				

หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

$$E_1 = \frac{693}{45} \times 100 = 81.05 \quad E_2 = \frac{306}{20} \times 100 = 80.53 \quad E_1/E_2 = 81.05/80.53$$

หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

$$E_1 = \frac{704}{45} \times 100 = 82.34 \quad E_2 = \frac{310}{20} \times 100 = 81.58 \quad E_1/E_2 = 82.34/81.58$$

หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

$$E_1 = \frac{685}{45} \times 100 = 80.12 \quad E_2 = \frac{304}{20} \times 100 = 80.00 \quad E_1/E_2 = 80.12/80.00$$

ภาคผนวก ข
แบบสัมภาษณ์นักศึกษา

แบบสัมภาษณ์นักศึกษาที่ใช้ทดลองแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม

ชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ หน่วยประสบการณ์ที่ 9 - 11

1. ประมวลสาระ

1.1 ความเข้าใจในเนื้อหา.....

.....

1.2 ปริมาณของเนื้อหา.....

.....

1.3 ความเหมาะสมของภาพประกอบเนื้อหา.....

.....

1.4 ความเหมาะสมของการใช้ตารางประกอบเนื้อหา.....

.....

2. สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ

2.1 ความเข้าใจในการอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้.....

.....

2.2 ปริมาณเนื้อหาที่นำเสนอ.....

.....

2.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้นำเสนอ.....

.....

2.4 ความชัดเจนของตัวอักษร.....

.....

2.5 ความเหมาะสมของภาพประกอบ.....

.....

2.6 ความชัดเจนของภาพประกอบ.....

.....

3. สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์

3.1 ความเข้าใจในการอธิบายเนื้อหา.....

.....

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับภาพ.....

.....

3.3 ความชัดเจนของตัวอักษร.....

.....

3.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ.....

.....

3.5 ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว.....

.....

4. มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์

4.1 ความเข้าใจในการอธิบายเนื้อหา.....

.....

4.2 ความชัดเจนของตัวอักษร.....

.....

4.3 ความชัดเจนของภาพ.....

.....

4.4 ความชัดเจนของเสียง.....

.....

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและเสียง.....

.....

5. โหลดจำลอง

5.1 รูปแบบของโหลดจำลอง.....

.....

5.2 ความถูกต้องของอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต กับสัญลักษณ์.....

.....

5.3 ความเข้าใจ Wiring Diagram ของโหลดจำลอง.....

.....

5.4 ความสมบูรณ์ของ โหลดจำลอง.....

.....

5.5 การใช้งาน โหลดจำลอง.....

.....

6. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

6.1 ความพร้อมใช้งานของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์.....

.....

6.2 ความสมบูรณ์ของจุดต่อสาย อินพุต/เอาต์พุต.....

.....

6.3 ความสมบูรณ์ของเครื่องมือเขียน โปรแกรม.....

.....

7. สายเสียบวงจร

7.1 ขนาดของสายเสียบวงจร.....

.....

7.2 ความสมบูรณ์สายเสียบวงจร.....

.....

8. อุปกรณ์อำนวยความสะดวก

8.1 ความเหมาะสมของเครื่องฉาย.....

.....

8.2 ความเหมาะสมของเครื่องขยายเสียง.....

.....

8.3 ความเหมาะสมของระบบไฟฟ้า.....

.....

8.4 ความเหมาะสมของคอมพิวเตอร์.....

.....

9. แบบฝึกปฏิบัติ

9.1 ความสอดคล้องกับภารกิจและงาน.....

.....

9.2 ความเข้าใจคำสั่ง.....

.....

9.3 การเว้นพื้นที่ให้บันทึกสาระสำคัญ.....

.....

9.4 เวลาที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติ.....

.....

10. แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์

10.1 ความชัดเจนของคำถาม.....

.....

10.2 ความเข้าใจคำสั่ง (ภาคปฏิบัติ).....

.....

10.3 คำถามครอบคลุมเนื้อหาในประมวลสาระ.....

.....

10.4 เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ.....

.....

11. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ซ
ตารางคะแนนความก้าวหน้าของนักศึกษา

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ก่อนเผชิญประสบการณ์และหลังเผชิญประสบการณ์ ที่เรียนด้วยชุดการสอนอิงประสบการณ์ โดยการทดสอบค่าที (t – dependent) (William Sealy Gosset and David Wechsler อ้างใน Glass, Gene V. and Hopkins, Kenneth D. , 1984 : 217 – 220, 240 – 242)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

เมื่อ	t	คือ อัตราส่วนวิกฤต
	$\sum D$	คือ ผลต่างของคะแนนรวมแต่ละคู่
	$\sum D^2$	คือ ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	คือ จำนวนคู่ของคะแนน

ตารางคะแนนความก้าวหน้าของนักศึกษา ก่อนและหลัง เจริญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 9 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว

ลำดับที่	คะแนนก่อนเจริญประสบการณ์				คะแนนหลังเจริญประสบการณ์				D (y-x)	D ² (y-x) ²
	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	(x)	(x) ²	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	(y)	(y) ²		
1	4	3	7	49	8	9	17	289	10	100
2	4	2	6	36	8	7	15	225	9	81
3	3	2	5	25	8	7	15	225	10	100
4	1	3	4	16	4	9	13	169	9	81
5	7	4	11	121	10	9	19	361	8	64
6	4	2	6	36	8	7	15	225	9	81
7	2	3	5	25	6	9	15	225	10	100
8	2	3	5	25	5	9	14	196	9	81
9	5	2	7	49	9	7	16	256	9	81
10	2	3	5	25	6	9	15	225	10	100
11	3	2	5	25	8	7	15	225	10	100
12	4	2	6	36	9	7	16	256	10	100
13	5	3	8	64	9	9	18	324	10	100
14	5	2	7	49	9	8	17	289	10	100
15	7	3	10	100	10	9	19	361	9	81
16	4	2	6	36	9	6	15	225	9	81
17	6	3	9	81	10	9	19	361	10	100
18	5	3	8	64	9	9	18	324	10	100
19	2	3	5	25	6	9	15	225	10	100
รวม			125	887			306	4986	181	1731
\bar{X}			6.58	46.68			16.11	262.42	9.53	91.11
S.D.			1.89				1.79			

$$t = \frac{181}{\sqrt{\frac{19(1731) - (181)^2}{(19-1)}}}$$

$$t = \frac{181}{\sqrt{\frac{32,889 - 32,761}{18}}}$$

$$t = \frac{181}{\sqrt{\frac{128}{18}}}$$

$$t = \frac{181}{2.667} = 67.87$$

ตารางคะแนนความก้าวหน้าของนักศึกษา ก่อนและหลัง เจริญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 10 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเรียงลำดับ

ลำดับที่	คะแนนก่อนเจริญประสบการณ์				คะแนนหลังเจริญประสบการณ์				D (y-x)	D ² (y-x) ²
	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	(x)	(x) ²	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	(y)	(y) ²		
1	5	5	10	100	8	9	17	289	7	49
2	5	3	8	64	8	8	16	256	8	64
3	3	4	7	49	7	8	15	225	8	64
4	0	4	4	16	5	9	14	196	10	100
5	7	5	12	144	10	9	19	361	7	49
6	4	4	8	64	8	7	15	225	7	49
7	1	5	6	36	6	9	15	225	9	81
8	1	4	5	25	5	9	14	196	9	81
9	6	3	9	81	9	8	17	289	8	64
10	0	5	5	25	6	9	15	225	10	100
11	4	3	7	49	6	8	14	196	7	49
12	6	3	9	81	10	7	17	289	8	64
13	6	4	10	100	9	9	18	324	8	64
14	7	3	10	100	9	8	17	289	7	49
15	7	5	12	144	10	9	19	361	7	49
16	5	3	8	64	7	8	15	225	7	49
17	7	5	12	144	10	9	19	361	7	49
18	7	4	11	121	10	9	19	361	8	64
19	1	5	6	36	6	9	15	225	9	81
รวม			159	1443			310	5118	151	1219
X			8.37	75.95			16.32	269.37	7.95	64.16
S.D.			2.50				1.83			

$$t = \frac{151}{\sqrt{\frac{(19)(1,219) - (151)^2}{(19-1)}}}$$

$$t = \frac{151}{\sqrt{\frac{23,161 - 22,801}{18}}}$$

$$t = \frac{151}{\sqrt{\frac{360}{18}}}$$

$$t = \frac{151}{4.472} = 33.77$$

ตารางคะแนนความก้าวหน้าของนักศึกษา ก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์
หน่วยประสบการณ์ที่ 11 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เริ่มเดินด้วยการลดกระแสไฟฟ้า

ลำดับที่	คะแนนก่อนเผชิญประสบการณ์				คะแนนหลังเผชิญประสบการณ์				D (y-x)	D ² (y-x) ²
	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	(x)	(x) ²	ทฤษฎี 10 คะแนน	ปฏิบัติ 10 คะแนน	(y)	(y) ²		
1	4	3	7	49	8	8	16	256	9	81
2	3	2	5	25	8	8	16	256	11	121
3	3	2	5	25	8	7	15	225	10	100
4	1	3	4	16	6	8	14	196	10	100
5	7	3	10	100	9	9	18	324	8	64
6	4	2	6	36	8	7	15	225	9	81
7	2	3	5	25	6	9	15	225	10	100
8	2	3	5	25	5	9	14	196	9	81
9	4	2	6	36	8	8	16	256	10	100
10	1	3	4	16	6	9	15	225	11	121
11	3	2	5	25	8	7	15	225	10	100
12	5	2	7	49	8	8	16	256	9	81
13	5	3	8	64	9	8	17	289	9	81
14	6	2	8	64	10	7	17	289	9	81
15	7	3	10	100	10	8	18	324	8	64
16	3	2	5	25	8	8	16	256	11	121
17	7	3	10	100	9	9	18	324	8	64
18	6	3	9	81	9	9	18	324	9	81
19	1	4	5	25	6	9	15	225	10	100
รวม			124	886			304	4896	180	1722
\bar{X}			6.53	46.63			16.00	257.68	9.47	90.63
S.D.			2.06				1.33			

$$t = \frac{180}{\sqrt{\frac{(19)(1,722) - (180)^2}{(19-1)}}}$$

$$t = \frac{180}{\sqrt{\frac{32,718 - 32,400}{18}}}$$

$$t = \frac{180}{\sqrt{\frac{318}{18}}}$$

$$t = \frac{180}{4.203} = 42.83$$

ภาคผนวก ฅ
ตารางแสดงความคิดเห็นของนักศึกษา

**ตารางแสดงค่าความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักศึกษา
ที่มีต่อคุณภาพของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์**

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	องค์ประกอบของชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์					
	1.1 บริบทที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์					
	1.1.1 มุมหนังสือ ช่วยให้นักศึกษาได้ศึกษาค้นคว้า ตลอดเวลา	12	7			
	1.1.2 มุมแสดงผลงาน ช่วยให้นักศึกษามีความสนใจ เรียนมากขึ้น	10	9			
	1.1.3 มุมวัสดุอุปกรณ์ช่วยให้นักศึกษาปฏิบัติการกิจและ งานได้อย่างสะดวก	7	10	2		
	1.1.4 มุมโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ช่วยให้ นักศึกษาปฏิบัติการกิจและงานได้อย่างสะดวก	7	11	1		
	1.2 รูปแบบที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์					
	1.2.1 การเรียนด้วยตนเอง ทำให้มีความกระตือรือร้น มากขึ้น	13	6			
	1.2.2 การเรียนกับเพื่อน ทำให้ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน และร่วมกันแก้ปัญหา	10	9			
	1.2.3 การเรียนกับครู ช่วยเสริมความรู้ในส่วนที่ไม่ สามารถเรียนด้วยตนเองและเพื่อนได้ ทำให้ได้รับความรู้ ครบถ้วน	11	8			
	1.3 วิธีการเรียนแบบเผชิญประสบการณ์					
	1.3.1 การเรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มทำให้ได้ร่วมกันทำงาน	11	8			
	1.3.2 การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ทำให้มีความ เชื่อมั่นกล้าที่จะลงมือปฏิบัติมากขึ้น	14	5			
1.3.3 การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ได้รับทักษะ การปฏิบัติงานและความชำนาญเหมือนกับการฝึกกับของจริง	10	9				

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.4	สื่อที่ใช้ในการเผชิญประสบการณ์					
	1.4.1 ประมวลสาระ					
	1) แผนผังแนวคิดช่วยให้ทราบแนวทางที่จะศึกษาเนื้อหาในประมวลสาระ	7	9	3		
	2) แนวคิดและวัตถุประสงค์ ช่วยให้ทราบจุดมุ่งหมายของการศึกษาจากประมวลสาระ	7	12			
	3) เนื้อหาในประมวลสาระสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง	13	6			
	4) เนื้อหาในประมวลสาระช่วยให้ปฏิบัติงานได้ดีขึ้น	1	11	7		
	1.4.2 สไลด์คอมพิวเตอร์ปฐมนิเทศ ช่วยให้เข้าใจขั้นตอนการเรียนแบบอิงประสบการณ์ ทำให้สามารถเผชิญประสบการณ์ได้ถูกต้อง	8	11			
	1.4.3 สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาส่วนที่ครูบรรยายได้ดีขึ้น	11	8			
	1.4.4 มัลติมีเดียประกอบการเผชิญประสบการณ์					
	1) ส่วนประกอบของการควบคุม ช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองได้ดีขึ้น	14	5			
	2) การต่ออุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต ช่วยให้เรียนรู้ภาคปฏิบัติด้วยตนเองได้ดีขึ้น	15	4			
	1.4.5 โหลดจำลอง					
	1) ให้ความรู้เรื่องการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าได้ดีขึ้น	8	11			
	2) ความรู้และทักษะที่ได้รับสามารถนำไปปฏิบัติงานในสถานการณ์จริงได้	11	8			

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	1.4.6 แบบทดสอบก่อนและหลังเผชิญประสบการณ์					
	1) แบบทดสอบก่อนเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้ นักศึกษาทราบพื้นฐานความรู้ของตนเอง	12	7			
	2) แบบทดสอบหลังเผชิญประสบการณ์ ช่วยให้ นักศึกษาทราบความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง	12	7			
2	ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนแบบ อิงประสบการณ์					
	2.1 นักศึกษาชอบเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์	11	8			
	2.2 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ช่วยให้ นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง นำความรู้ไปใช้ใน สถานการณ์จริงได้	15	4			
	2.3 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ช่วยให้ นักศึกษาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น	10	9			
	2.4 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ช่วยให้ นักศึกษามีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ของตนเอง		12	7		
	2.5 การเรียนด้วยชุดการสอนแบบอิงประสบการณ์ทำให้ นักศึกษามีทักษะในการทำงานอย่างเป็นระบบ		10	9		

แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อที่ 1.1.1 – 1.1.4

Statistics

		ข้อที่ 1.1.1	ข้อที่ 1.1.2	ข้อที่ 1.1.3	ข้อที่ 1.1.4
N	Valid	19	19	19	19
	Missing	0	0	0	0
	Mean	4.6316	4.5263	4.2632	4.3158
	Std. Deviation	.49559	.51299	.65338	.58239

แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อที่ 1.2.1 – 1.2.3

Statistics

		ข้อที่ 1.2.1	ข้อที่ 1.2.2	ข้อที่ 1.2.3
N	Valid	19	19	19
	Missing	0	0	0
	Mean	4.6842	4.5263	4.5789
	Std. Deviation	.47757	.51299	.50726

แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อที่ 1.3.1 – 1.3.3

Statistics

		ข้อที่ 1.3.1	ข้อที่ 1.3.2	ข้อที่ 1.3.3
N	Valid	19	19	19
	Missing	0	0	0
	Mean	4.5789	4.7368	4.5263
	Std. Deviation	.50726	.45241	.51299

แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อที่ 1.4.1 – 1.4.3

Statistics

		ข้อที่ 1.4.1-1	ข้อที่ 1.4.1-2	ข้อที่ 1.4.1-3	ข้อที่ 1.4.1-4	ข้อที่ 1.4.2	ข้อที่ 1.4.3
N	Valid	19	19	19	19	19	19
	Missing	0	0	0	0	0	0
	Mean	4.2105	4.3684	4.6842	3.6842	4.4211	4.5789
	Std. Deviation	.71328	.49559	.47757	.58239	.50726	.50726

แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อที่ 1.4.4 – 1.4.6

Statistics

		ข้อที่ 1.4.4-1	ข้อที่ 1.4.4-2	ข้อที่ 1.4.5-1	ข้อที่ 1.4.5-2	ข้อที่ 1.4.6-1	ข้อที่ 1.4.6-2
N	Valid	19	19	19	19	19	19
	Missing	0	0	0	0	0	0
	Mean	4.7368	4.7895	4.4211	4.5789	4.6316	4.6316
	Std. Deviation	.45241	.41885	.50726	.50726	.49559	.49559

แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อที่ 2.1 – 2.5

Statistics

		ข้อที่ 2.1	ข้อที่ 2.2	ข้อที่ 2.3	ข้อที่ 2.4	ข้อที่ 2.5
N	Valid	19	19	19	19	19
	Missing	0	0	0	0	0
	Mean	4.5789	4.7895	4.5263	3.6316	3.5263
	Std. Deviation	.50726	.41885	.51299	.49559	.51299

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายอุทัย สุมามาลย์
วัน เดือน ปีเกิด	23 ธันวาคม 2505
สถานที่เกิด	อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	95 ถนนมะโน ตำบลในเวียง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน 55000
ตำแหน่งหน้าที่	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคน่าน จังหวัดน่าน

ประวัติการศึกษา

- 2543 ศีษมาศศาสตรบัณฑิต แขนงวิชาบริหารการศึกษ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช
- 2529 ประโยคครุมัธยมช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยี
และอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่
- 2528 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีและ
อาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่
- 2526 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
- 2523 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนดอยสะเก็ดวิทยาคม
- 2520 ประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชุมชนบ้านเชิงคอย
- 2517 ประถมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านกัวแล