

การพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



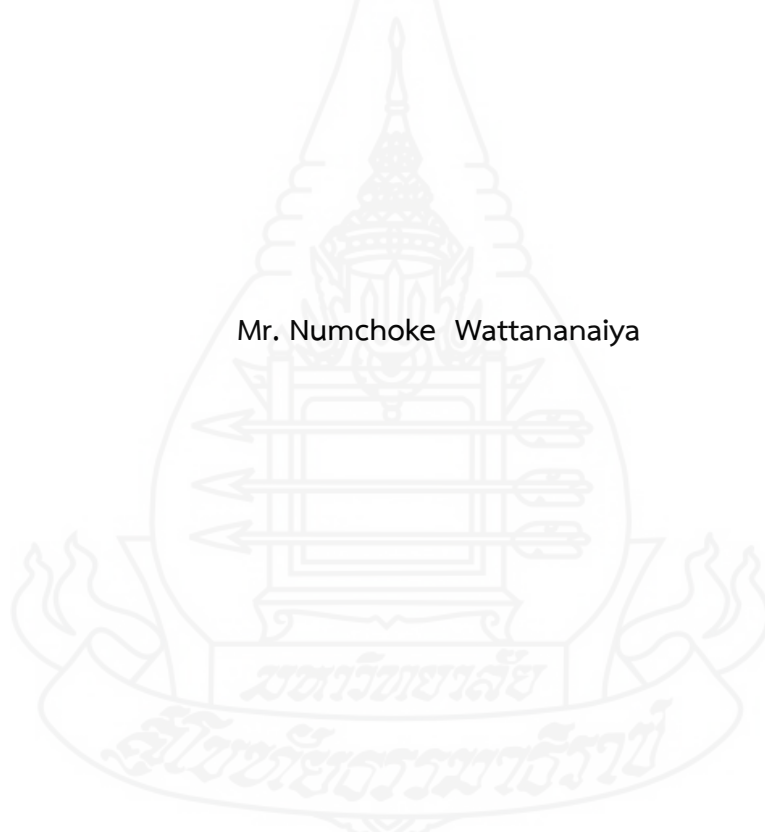
นายนำโชค วัฒนานัย

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2561

Development of a Distance Instruction Package in the Professional
Experience II Course on the Topic of Semiconductor and Diodes for
Third Year Undergraduate Students of Faculty of Technical
Education, King Mongkut's University of Technology
North Bangkok

Mr. Numchoke Wattananaiya



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications

School of Educational Studies

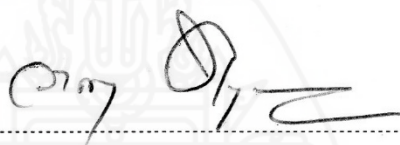
Sukhothai Thammathirat Open University

2018

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอน
วิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ชื่อและนามสกุล นายนำโชค วัฒนานัย
แขนงวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ทวีกุลทรัพย์

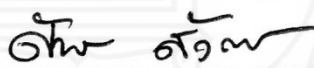
การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2561

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



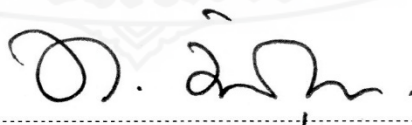
ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ทวีกุลทรัพย์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์)



(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอน
วิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้ศึกษา นายนำโชค วัฒนานัย **รหัสนักศึกษา** 2592700385

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ทวีกุลทรัพย์ **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เรียนในปีการศึกษา 2560 จำนวน 36 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือการวิจัย คือ (1) ชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 การทดสอบค่าที ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มีประสิทธิภาพ 81.67/81.30 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกลมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มีความพึงพอใจต่อชุดการสอนทางไกลอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ ชุดการสอนทางไกล ปริญญาตรี สารกึ่งตัวนำ

Independent study title: Development of a Distance Instruction Package in the Professional Experience II Course on the Topic of Semiconductor and Diodes for Third Year Undergraduate Students of Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Author: Mr. Numchoke Wattananaiya; **ID:** 2592700385;

Degree: Master of Education (Educational Technology and Communications);

Independent study advisor: Dr. Wasana Taweekulasap, Associate Professor;

Academic year: 2018

Abstract

The objectives of this research were (1) to develop a distance instruction package in the Professional Experience II Course on the topic of Semiconductor and Diodes for third year undergraduate students of Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok based on the pre-determined efficiency criterion; (2) to study the learning progress of students who learned from the distance instruction package on the topic of Semiconductor and Diodes; and (3) to study the satisfaction of students who learned from the distance instruction package on the topic of Semiconductor and Diodes.

The research sample consisted of 36 third year undergraduate students in the Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok during the 2017 academic year, obtained by multi-stage sampling. The employed research instruments were (1) a distance instruction package in the Professional Experience II Course on the topic of Semiconductor and Diodes; (2) two parallel forms of a learning achievement test for pre-testing and post-testing; and (3) a questionnaire on satisfaction of the students with the distance instruction package. Statistics employed for data analysis were the E_1/E_2 efficiency index, t-test, mean, and standard deviation.

Research findings showed that (1) the developed distance instruction package in the Professional Experience II Course on the topic of Semiconductor and Diodes was efficient at 81.67/81.30, thus meeting the pre-determined 80/80 efficiency criterion; (2) the students who learned from the distance instruction package achieved learning progress significantly at the .05 level; and (3) the students who learned from the distance instruction package on the topic of Semiconductor and Diodes were satisfied with the distance instruction package at the high level.

Keywords: Distance instruction package, Undergraduate, Semiconductor

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ทวีกุลทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรอนันต์ กรรมการในการสอบที่ได้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาประเมินคุณภาพของชุดการสอนทางไกล ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ภูศิริ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาที่ประสิทธิประสาทวิชาให้ผู้ทำวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา เพื่อน พี่ น้อง ร่วมรุ่น สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช รหัส 59 ที่ให้กำลังใจ และ นักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ช่วยเหลืองานทำงานวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วง

คุณค่าอันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบไว้เป็นเครื่องบูชาแก่บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้ประสิทธิประสาทวิชาจากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชทุกท่าน ที่ให้ความรู้กับผู้วิจัย

นำโชค วัฒนานัย
ตุลาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	6
สมมติฐานการวิจัย	6
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์	7
ประโยชน์ที่ได้รับ	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	10
การศึกษาทางไกล	10
ชุดการสอนทางไกล	15
สื่อที่ใช้ในชุดการสอนทางไกล	21
หลักสูตรรายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2	36
การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล	37
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	43
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	46
การเก็บรวบรวมข้อมูล	60
การวิเคราะห์ข้อมูล	62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล	65
ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน	67
ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ	68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ต้นแบบชิ้นงาน	71
ภาคที่ 1 คู่มือการใช้ชุดการสอนทางไกล.....	72
ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนทางไกล.....	79
ภาคที่ 3 รายละเอียดชุดการสอนทางไกล.....	85
ภาคที่ 4 แบบฝึกปฏิบัติ.....	94
บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	135
สรุปการวิจัย	135
อภิปรายผล	138
ข้อเสนอแนะ	141
บรรณานุกรม	142
ภาคผนวก	147
ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย.....	148
ข ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	150
ค แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ.....	152
ง แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด.....	163
จ การหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	169
ฉ การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ.....	177
ช คะแนนความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล.....	187
ซ แบบสัมภาษณ์แบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม.....	193
ประวัติผู้ศึกษา	195

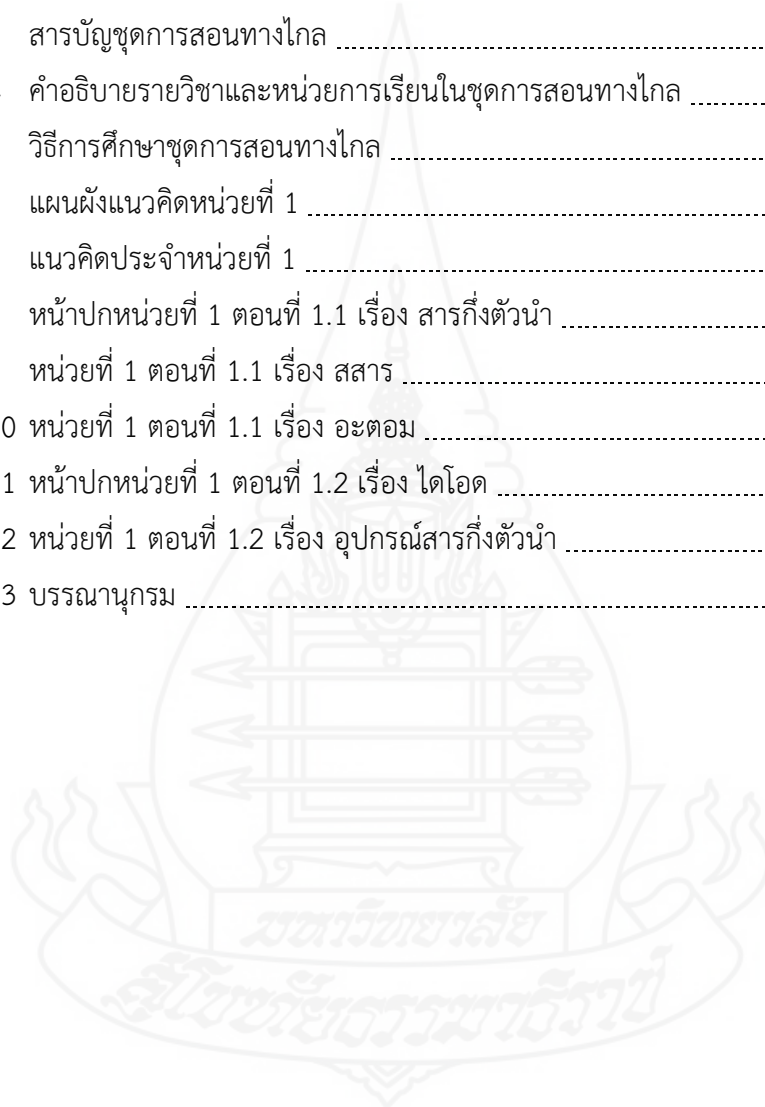
สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	เปรียบเทียบหลักการของการผลิตชุดการสอนทางไกลกับชุดการสอนรายบุคคล ... 17
ตารางที่ 3.1	ระดับผลการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 44
ตารางที่ 3.2	ระดับผลการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว 45
ตารางที่ 3.3	ระดับผลการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม 45
ตารางที่ 3.4	ระดับผลการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ... 46
ตารางที่ 3.5	ตอนที่ หัวเรื่อง และหัวข้อย่อยของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด 49
ตารางที่ 3.6	วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมระดับพุทธิพิสัย 56
ตารางที่ 3.7	คุณภาพของแบบทดสอบของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ... 58
ตารางที่ 4.1	การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลในการทดลองแบบเดี่ยว 65
ตารางที่ 4.2	การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลในการทดลองแบบกลุ่ม 66
ตารางที่ 4.3	การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลในการทดลองแบบภาคสนาม 67
ตารางที่ 4.4	ความก้าวหน้าของนักศึกษาในการทดลองแบบภาคสนาม 67
ตารางที่ 4.5	ความพึงพอใจด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล 68
ตารางที่ 4.6	ความพึงพอใจด้านผลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล 70



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 5.1 หน้าปกชุดการสอนทางไกล	86
ภาพที่ 5.2 คำนำชุดการสอนทางไกล	87
ภาพที่ 5.3 สารบัญชุดการสอนทางไกล	88
ภาพที่ 5.4 คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ในชุดการสอนทางไกล	89
ภาพที่ 5.5 วิธีการศึกษาชุดการสอนทางไกล	90
ภาพที่ 5.6 แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 1	91
ภาพที่ 5.7 แนวคิดประจำหน่วยที่ 1	92
ภาพที่ 5.8 หน้าปกหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำ	92
ภาพที่ 5.9 หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่อง สสาร	92
ภาพที่ 5.10 หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่อง อะตอม	92
ภาพที่ 5.11 หน้าปกหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.2 เรื่อง ไดโอด	93
ภาพที่ 5.12 หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.2 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	93
ภาพที่ 5.13 บรรณานุกรม	93



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 สภาพที่พึงประสงค์

อาชีวศึกษา (Vocational Education or Occupational Education or Technical Education) เป็นโปรแกรมการศึกษาที่จัดขึ้นเพื่อเตรียมให้คนได้มีงานทำทั้งที่รับค่าจ้าง และไม่มีค่าจ้าง หรือเพื่อการเตรียมคนให้เหมาะกับตำแหน่งงาน ตลอดจนการให้คำปรึกษาและแนะแนวด้านอาชีพ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์, 2539, น.2-3) โดยหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 อาชีวศึกษาของไทยได้แบ่งประเภทไว้ 7 ประเภทวิชา ได้แก่ กลุ่มวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม ประเภทวิชาพาณิชยกรรม ประเภทวิชาศิลปกรรม ประเภทวิชาคหกรรม ประเภทวิชาอุตสาหกรรมท่องเที่ยว ประเภทวิชาเกษตรกรรม และประเภทวิชาประมง (อุไร อภิชาติบรรลือ, 2560, 1-3)

นักศึกษาสายอาชีวศึกษาต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในวิชาเทคนิค และมีทักษะในงานอาชีพของตน พิสิฐ เมธากัทธ และธีระพล เมธิกุล (2531, น.5-6) ได้กล่าวถึงลักษณะเฉพาะของวิชาเทคนิคว่า เป็นกระบวนการที่ว่าด้วยการนำเอากฎเกณฑ์หรือหลักการทางธรรมชาติมาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การงาน อาชีพของมนุษย์ อีกทั้งยังเป็นการนำเอากระบวนการเหล่านี้ไปเป็นพื้นฐานในการปรับปรุง พัฒนาเพื่อผลิตหรือสร้าง เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานตามความต้องการ ซึ่งสถาบันการศึกษามีหน้าที่จัดการอาชีวศึกษา เพื่อให้นักศึกษาที่ได้สำเร็จการศึกษาแล้วมีความรู้ ความสามารถ และทักษะในงานอาชีพที่สนองตอบความต้องการด้านแรงงาน ของตลาดแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรม

องค์ประกอบที่สำคัญของการผลิตนักศึกษาอาชีวศึกษาให้มีคุณภาพที่ดี คือ ครูช่าง เนื่องจากเป็นผู้ที่มีความรู้ในทางเทคนิคและมีทักษะการทำงาน ต้องได้รับการฝึกฝนทักษะการสอนวิชาเทคนิค โดยหน่วยงานที่ทำการผลิตครูช่างให้กับสถาบันการศึกษามีหน้าที่จัดการอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งของประเทศไทย คือ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นสถาบันการศึกษาที่ผลิตครูช่างอุตสาหกรรมเพื่อป้อนเข้าสู่สถานศึกษาในระบบอาชีวศึกษา และสถานประกอบการที่ต้องการผู้มีความรู้ ความสามารถในการถ่ายทอดและฝึกอบรมช่างอุตสาหกรรม

การจัดการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการสอนวิชาเทคนิคนั้น นักศึกษาของภาควิชาจะได้รับการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ โดยนักศึกษาต้องทำการฝึกประสบการณ์การสอนและฝึกทักษะการถ่ายทอดเนื้อหาสาระทางไฟฟ้า ให้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างไฟฟ้า เพื่อให้ศึกษามีประสบการณ์จากการสอนโดยตรงในชั้นเรียน ก่อนออกไปฝึกปฏิบัติการสอนจริงในฐานะครูฝึกสอน นักศึกษาจะได้รับการฝึกปฏิบัติการสอนวิชาชีพ การวางแผนการสอนและจัดทำแผนบทเรียนที่เหมาะสมกับหัวข้อเรื่องที่ได้รับมอบหมาย ฝึกการใช้เทคนิคการสอนแบบต่างๆ ฝึกทักษะการแก้ปัญหาขณะทำการสอน สามารถจัดเตรียมการสอน และประเมินผลการสอนของตนเอง หลังการสอนได้ตามคำอธิบายรายวิชา (ครุศาสตร์ไฟฟ้า, 2555, น.33)

นักศึกษาทุกคนในหลักสูตรจะได้รับการฝึกฝนทักษะการสอน เรียนรู้หลักการสอนซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ ประสบการณ์ของครูไปสู่เด็กเพื่อให้เด็กเกิดการรับรู้ในกระบวนการเรียนรู้ ทั้งประสบการณ์ตรงและประสบการณ์ทางอ้อม (ธีรยุทธ พึ่งเที่ยร, 2552, น.13) ศึกษาเกี่ยวกับศาสตร์การสอน (Teaching Pedagogy) ทางวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่ง มานิตย์ สิทธิชัย (2555, น.3) กล่าวว่า ศาสตร์การสอนเป็นระบบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่ต้องอาศัยวิชาความรู้หลาย ๆ ด้านประกอบกัน เช่น วิธีสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล จิตวิทยาการศึกษา การพัฒนาหลักสูตร เงื่อนไขการเรียนรู้ นวัตกรรมเทคโนโลยีทางการศึกษา เป็นต้น ซึ่งการฝึกหัดสอนของนักศึกษาในคณะจะดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนในแต่ละสัปดาห์อย่างเป็นระบบ โดยการฝึกประสบการณ์การสอนครั้งแรกของนักศึกษานั้น จะได้รับการฝึกทักษะเพื่อเตรียมพร้อมการปฏิบัติการสอนจริงในสถานศึกษาของภาคเรียนต่อไป การฝึกประสบการณ์การสอนครั้งแรกนี้ คือ การฝึกทักษะการสอนแบบจุลภาค

การสอนแบบจุลภาค (Micro-Teaching) เป็นการสอนที่ครูสอนแก่ผู้เรียนกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 4-5 คน โดยใช้เวลาสอนสั้น ๆ ประมาณ 5-10 นาที (ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มปป., น.6) เป็นการสอนแบบย่อส่วนทั้งขนาดของห้องเรียน ความยาวของบทเรียน และความยุ่งยากซับซ้อนในการสอน (ไพโรจน์ ธีรณนกุล, 2520, น.2) ซึ่ง ละออง การุณยะวินิช และคณะ (มปป. น.163-167) ได้กล่าวถึง การสอนแบบจุลภาค เป็นวิธีการเตรียมครูฝึกหัดให้พร้อมที่จะเผชิญปัญหาต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการสร้างความมั่นใจในการฝึกฝนทักษะ และเทคนิคต่าง ๆ สำหรับการสอน เพื่อพัฒนาการทางอาชีพครูของนักศึกษาที่เรียนวิชาชีพครูให้มีระดับที่สูงขึ้น นักศึกษาต้องได้รับการฝึกหัดประสบการณ์การสอนในระดับและรูปแบบต่าง ๆ ที่ธรรมชาติของชั้นเรียนจริงจะมีและสามารถเกิดขึ้นได้ ผู้ฝึกต้องได้รับทราบผลการสอนของตนเองอย่างละเอียดโดยทันที

1.2 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

รูปแบบการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ยึดหลักการและแนวทางปฏิบัติการสอนในรูปแบบครูช่างที่เน้นการสอนเชิงปฏิบัติ (Model for

Practical-Educational Counterpart Training) ของ W. E. Wagener (1975) ซึ่งเป็นกระบวนการฝึกประสบการณ์การสอนครูช่างของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้ยึดถือปฏิบัติกันตลอดมา ตั้งแต่เริ่มก่อตั้งคณะเมื่อปี พ.ศ.2512 จวบจนในปัจจุบัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสอนรายวิชา 020003209 การฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 (Professional Experience II) ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่า สภาพการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มีดังนี้

1.2.1 สภาพปัจจุบันด้านอาจารย์นิเทศและวิธีการฝึกประสบการณ์การสอน มีความแตกต่างกันทั้งในด้านประสบการณ์การทำงานและทักษะการสอน แบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อยต่ออาจารย์นิเทศ 7:1

1.2.2 สภาพปัจจุบันด้านนักศึกษา นักศึกษามีความพื้นฐานในด้านช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วนเพียงพอในการถ่ายทอด ขาดทักษะการถ่ายทอด ขาดทักษะการใช้คำถาม ขาดทักษะการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ขาดจินตนาการในเชิงรูปธรรมเกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ มีความพยายามน้อยมากที่จะค้นคว้าเนื้อหา จากแหล่งข้อมูลอื่นหรือตำราเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเตรียมเนื้อหาสำหรับฝึกสอน ขาดการซ่อมและเตรียมตัวฝึกสอน

1.2.3 สภาพปัจจุบันด้านสื่อและอุปกรณ์ช่วยสอน ตลอดจนเครื่องมือบางส่วนที่ใช้ฝึกซ้อมการสอนมีการชำรุดเสียหาย อันเนื่องมาจากอายุการใช้งาน ตลอดจนความรู้พื้นฐานของนักศึกษาที่มีไม่เพียงพอต่อการใช้ประกอบการสอนร่วมกับสื่อ ทำให้ขาดความระวังรับผิดชอบต่อการปฏิบัติงานจึงเกิดความเสียหายได้ อีกทั้งยังพบว่า ปัญหาด้านความเพียงพอของอุปกรณ์ประกอบการฝึกประสบการณ์การสอนของนักศึกษาด้วย

1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

จากสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้าดังกล่าวข้างต้น ส่งผลทำให้เกิดสภาพปัญหาของการฝึกประสบการณ์ในรายวิชา ดังนี้

1.3.1 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านอาจารย์นิเทศและวิธีการฝึกประสบการณ์การสอน พบว่า มีความหลากหลายในทางพฤติกรรมการสอนและกิจกรรมที่ได้รับจากการฝึกประสบการณ์การสอน

1.3.2 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัญหาด้านนักศึกษา มีความพื้นฐานในด้านช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์น้อย ขาดทักษะการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ทำให้เกิดความเสียหายของอุปกรณ์สาธิต

1.3.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัญหาด้านสื่อและอุปกรณ์ช่วยสอน มีการชำรุดเสียหาย ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการวัดค่าปริมาณทางไฟฟ้า ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการฝึกประสบการณ์การสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังขาดแคลนสื่อและอุปกรณ์การสอนที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้นักศึกษาได้ใช้ประกอบการฝึกประสบการณ์การสอนที่เป็นเทคโนโลยีใหม่

จากปัญหาดังกล่าวนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาในด้านอาจารย์นิเทศ ด้านความรู้พื้นฐานของนักศึกษา และด้านสื่ออุปกรณ์ช่วยสอน ที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของ ชนิษฐา หินอ่อน และสุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์ (2558) และนำโชค วัฒนานัย และคณะ (2553) จากภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งได้พยายามแก้ปัญหาการฝึกประสบการณ์การสอน ดังนี้

1.4.1 ความพยายามในการแก้ปัญหาด้านอาจารย์นิเทศและวิธีการฝึกประสบการณ์การสอน กระทำได้โดยการปรับลดช่องว่างของการเรียนการสอนระหว่างนักศึกษากับอาจารย์นิเทศ พัฒนารูปแบบการสอนใหม่ ๆ ตามยุคสมัยของเทคโนโลยีและความแตกต่างของผู้เรียน จัดประชุมระหว่างกลุ่มอาจารย์นิเทศในช่วงก่อนเปิดภาคเรียน เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกันเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการฝึก ตลอดจนมาตรฐานการฝึกประสบการณ์ เกณฑ์การวัดผล รูปแบบการประเมินผลนักศึกษา กระบวนการที่ใช้ในการฝึกประสบการณ์การสอน และการปฏิบัติการนิเทศหลังการสอน

1.4.2 ความพยายามในการแก้ปัญหาด้านนักศึกษา สามารถกระทำได้โดยการจัดสัมมนาด้านเนื้อหาที่ใช้สำหรับฝึกสอน เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาทุกคนก่อนเปิดภาคเรียน มีการทดสอบความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น เคมี ฟิสิกส์ อังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู เพื่อวัดความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาที่นักศึกษาจำเป็นก่อนทำการสอน

1.4.3 ความพยายามในการแก้ปัญหาด้านอุปกรณ์ช่วยสอน กระทำโดยจัดซื้ออุปกรณ์การสอน และชุดทดลองให้เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา เพื่อทดแทนสื่อชุดเก่าที่ชำรุดการ จัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเตรียมความพร้อมสำหรับฝึกสอน ตลอดจนการจัดหาสื่อที่เกี่ยวข้องกับการฝึกประสบการณ์การสอนให้มีความทันสมัยและอำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษา

ผู้วิจัยได้ติดตามผลการแก้ปัญหาดังกล่าว พบว่า มีการปรับลดช่องว่างของการสอนระหว่างนักศึกษากับอาจารย์นิเทศที่ลดลง การประชุมทำความเข้าใจในระหว่างกลุ่มอาจารย์นิเทศเพื่อเตรียมพร้อมการฝึกประสบการณ์การสอนมีแนวทางเดียวกันมากขึ้น มีการนัดหมายนักศึกษาเพื่ออบรมและทบทวนเนื้อหาก่อนทำการฝึกประสบการณ์ มีการของบประมาณซื้อจัดหาสื่อและอุปกรณ์

ช่วยสอนเพื่อทดแทนของเก่าก็ตาม แต่ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

1.5 แนวทางที่ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัย

จากงานวิจัยดังกล่าว ยังไม่มีผู้ใดนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนทางไกล เพื่อเตรียมพร้อมผู้เรียนให้มีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอต่อการฝึกประสบการณ์การสอน เตรียมความรู้และทักษะความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม เนื่องด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีปณิธานที่มุ่งผลิตบัณฑิตให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางการศึกษา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี เพื่อการสอน การถ่ายทอด การบริหารจัดการ การใช้ การสร้างและพัฒนาเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้บัณฑิตเป็นผู้ที่รู้จักจริงทำได้จริง มีคุณธรรม จริยธรรม และรับผิดชอบต่อสังคม มุ่งพัฒนางานด้านการศึกษา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีชั้นนำเพื่อรับใช้สังคม และยังพบว่ายังไม่มีผู้ใดนำชุดการสอนทางไกลไปใช้แก้ปัญหาด้านอาจารย์นิเทศ และลดปัญหาการขาดแคลนสื่อการสอน

ดังนั้น แนวทางในการแก้ปัญหาการฝึกประสบการณ์การสอนในด้านของอาจารย์นิเทศและวิธีการสอน ซึ่งมีความหลากหลาย การแก้ปัญหาด้านนักศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานไม่เท่าเทียมกัน ตลอดจนการแก้ปัญหาด้านสื่อการสอนที่ใช้ในการฝึกประสบการณ์การสอน ซึ่งมีความชำรุดเสียหาย และมีจำนวนไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ฝึกซ้อมการสอน อีกทั้งยังไม่สามารถนำสื่อกลับไปทบทวนหรือฝึกซ้อมด้วยตนเองในช่วงเวลาที่สะดวกได้ ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการใช้ชุดการสอนทางไกลเป็นสื่อการสอน มีความสอดคล้องกับลีลาการเรียนของผู้เรียน และสนับสนุนการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นสื่อการสอนที่ใช้ถ่ายทอดความรู้จากอาจารย์นิเทศไปสู่นักศึกษาเพื่อเตรียมพร้อมก่อนการสอนได้เป็นอย่างดี สอดคล้อง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2540, น.147) กล่าวว่า ชุดการสอนทางไกลเป็นชุดการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งที่เป็นสื่อประสม มีการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่เอื้อ ต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี เน้นช่องทางการสื่อสารมวลชนที่สามารถส่งถึงผู้เรียนได้จำนวนมาก ในช่วงเวลาและสถานที่เดียวกันหรือต่างเวลาต่างสถานที่กันก็สามารถเรียนรู้ได้ เป็นสื่อการเรียนที่มุ่งให้ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง สนองความแตกต่างระหว่างตนเอง ตามความสนใจ ความสามารถในการเรียนรู้ และความสะดวกของแต่ละคนโดยพึ่งพาผู้สอนน้อยที่สุด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

2.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.2 นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มีความพึงพอใจต่อชุดการสอนทางไกลอยู่ในระดับมาก

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา

4.2 ประชากรในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 1,383 คน ที่เรียนในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 จำนวน 36 คน ที่เรียนในปีการศึกษา

2560 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้มาโดยการสุ่มหลายขั้นตอน

4.3 ขอบข่ายเนื้อหาในการวิจัย ครอบคลุมการเรียนการสอนในรายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 หมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาการศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2555) หัวข้อในการวิจัยยึดตามโครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 เล่มที่ 2 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชื่อรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 1 ประกอบด้วย (1) สสาร (2) อะตอม (3) อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ และ (4) ลักษณะสมบัติของไดโอด

4.4 เครื่องมือการวิจัย คือ (1) ชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล

4.5 ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรต้น คือ ชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ตัวแปรตาม คือ (1) ประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด (2) ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล และ (3) ความพึงพอใจนักศึกษาที่เรียนชุดการสอนทางไกล

4.6 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย ปีการศึกษา 2560

5. นิยามศัพท์

5.1 ชุดการสอนทางไกล หมายถึง ชุดสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ให้นักศึกษาใช้เรียนด้วยตนเอง ยึดแนวการผลิตตามชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช โดยถ่ายทอดความรู้ผ่านสื่อหลัก ได้แก่ เอกสารการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นและแบบฝึกปฏิบัติ และใช้สไลด์คอมพิวเตอร์เป็นสื่อเสริม

5.2 รายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 หมายถึง เนื้อหาสาระวิชาเรียนในหมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาการศึกษาของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2555)

5.3 เกณฑ์ประสิทธิภาพกำหนด 80/80 หมายถึง คุณภาพของชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ได้มาจากกระบวนการและ

ผลลัพธ์ มีค่าร้อยละ 80 แสดงถึงผลการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล โดยคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมในแต่ละหัวเรื่อง และคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพเป็น 80/80 โดยค่าร้อยละ 80 ตัวแรกคือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ค่าร้อยละ 80 ตัวหลัง คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล กำหนดเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพยอมรับได้ คือ เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ไม่เกิน 2.5% และต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ไม่เกิน 2.5%

5.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา หมายถึง ผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

5.5 ความพึงพอใจของนักศึกษา หมายถึง ความรู้สึกที่แสดงออกมาของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ใน 5 ระดับ คือ ระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อย และระดับน้อยที่สุด ครอบคลุม (1) ด้านคุณภาพของส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล และ (2) ด้านผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล

5.6 นักศึกษา หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 หลักสูตร 4 ปี แขนงไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2560 ซึ่งผ่านการเรียนวิชาวิชาพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้ามาแล้ว

5.7 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หมายถึง สถาบันการศึกษาที่จัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาตั้งแต่ระดับ ปริญญาตรีจนถึงปริญญาเอก เปิดสอนใน 3 วิทยาเขต คือ กรุงเทพมหานคร วิทยาเขตปราจีนบุรี และวิทยาเขตระยอง โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้วิทยาเขตกรุงเทพมหานคร

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ได้ชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 ที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นการพัฒนานวัตกรรมการศึกษาทางไกล และสามารถนำมาใช้ในการสอนได้

6.2 ได้ต้นแบบชุดการสอนทางไกล รายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6.3 ชุดการสอนทางไกลที่พัฒนาขึ้น ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคลและพัฒนา ประสบการณ์การสอนของนักศึกษาให้มีความก้าวหน้าขึ้น



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องครอบคลุม (1) การศึกษาทางไกล (2) ชุดการสอนทางไกล (3) สื่อที่ใช้ในชุดการสอนทางไกล (4) หลักสูตรรายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ (5) การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล และ (6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาทางไกล

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทางไกลครอบคลุม (1) ความหมายของการศึกษาทางไกล (2) ประโยชน์และปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการศึกษาทางไกล (3) ประโยชน์ของการศึกษาทางไกล และ (4) รูปแบบการศึกษาทางไกล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของการศึกษาทางไกล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2555, น.17-18) กล่าวว่า การศึกษาเล่าเรียนด้วยวิธีการศึกษาทางไกล หรือเรียกว่า “การเรียนทางไกล” เป็นการศึกษิตตามหลักสูตรการศึกษาที่สถาบันการศึกษาทางไกลจัดขึ้น การศึกษาทางไกลเป็นระบบการศึกษาที่ผู้เรียนและผู้สอนอยู่ไกลกัน แต่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์โดยใช้ระบบการสอนทางไกล และสื่อการศึกษาทางไกลที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และอาศัยความช่วยเหลือจากผู้สอนน้อยที่สุด การศึกษาทางไกลเป็นการจัดสภาพแวดล้อมอย่างหนึ่งเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้วยการศึกษาเล่าเรียน มีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อสำเร็จตามหลักสูตร และได้รับวุฒิปัตร์ซึ่งมีศักดิ์และสิทธิ์เหมือนกับประกาศนียบัตร หรือปริญญาของสถาบันการศึกษาทั่วไปทุกประการ นอกจากนี้ ประศักดิ์ หอมสนิท (2554, น.258) ได้กล่าวว่า วิธีการเรียนการสอนทางไกล เป็นกลวิธีหรือกิจกรรมที่จัดให้แก่ผู้เรียน โดยไม่มีการเข้าชั้นเรียน ผู้เรียนจะไม่ได้รับการสอนจากครูในชั้นเรียน แต่เรียนจากสื่อประสมต่างๆ ได้แก่ ตำรา คู่มือการเรียน รายการวิทยุกระจายเสียง รายการวิทยุโทรทัศน์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และการสอนเสริม โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองที่บ้าน หรือที่อื่นใดที่ผู้เรียนสะดวก โดยศึกษาจากสื่อประสมและทำกิจกรรมที่กำหนดให้

โดยสรุป การศึกษาทางไกล เป็นวิธีการจัดการศึกษา สามารถจัดได้ทั้งในรูปแบบระบบโรงเรียน นอกโรงเรียน และการศึกษาตามอัธยาศัย เพื่อช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนที่อยู่ไกลสามารถถ่ายทอดเนื้อหาสาระผ่านระบบการสอนทางไกล และสื่อการศึกษาทางไกลในรูปแบบต่าง ๆ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับโอกาสทางการศึกษา และมีความต่อเนื่องในการเรียนรู้ตลอดชีวิตตามความสะดวกของแต่ละคนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีส่วนช่วยเหลืออย่างน้อยที่สุด

1.2 ปรัชญาและปัจจัยที่เอื้อต่อการจัดการศึกษาทางไกล

การศึกษาทางไกลยึดปรัชญาการศึกษาตลอดชีวิต เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถตลอดจนทักษะความชำนาญในการประกอบอาชีพและการดำเนินชีวิตให้ดีขึ้น ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2555, น.17) กล่าวว่า พื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาระบบการศึกษาทางไกล ขึ้นอยู่กับปัจจัย 7 ประการ ได้แก่

- 1) การเปิดโอกาสและการขยายโอกาสทางการศึกษา โดยมีการพัฒนาระบบการสอนทางไกลที่เอื้อต่อการช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถเรียนได้โดยไม่จำกัดเวลา สถานที่ และอายุ
- 2) การตอบสนองความพร้อมในการศึกษา แนวคิดการจัดการศึกษาทางไกลต้องตอบสนองต่อความต้องการ ความสนใจ พื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ วุฒิภาวะ รูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ความสะดวกในการศึกษา สื่อและทรัพยากรต่าง ๆ ที่สนับสนุนผู้เรียน
- 3) การจัดหลักสูตรการศึกษาทางไกลที่ครอบคลุมประสบการณ์ ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาได้ตามความประสงค์และโอกาสที่เอื้ออำนวยต่อการศึกษา โดยหลักสูตรได้บรรจุเนื้อหา สาระ และแนวปฏิบัติเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ให้กับผู้เรียน
- 4) การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพ การศึกษาทางไกลสามารถสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้ โดยการนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาไปใช้ในการทำงานหรือการดำเนินชีวิต ซึ่งเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตอย่างแท้จริง
- 5) การถ่ายทอดเนื้อหาสาระที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง การศึกษาทางไกลถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ต่างๆ ให้ผู้เรียนโดยไม่ต้องศึกษาอยู่ในชั้นเรียน ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองผ่านสื่อการสอนที่ออกแบบมาอย่างเป็นระบบและมีคุณภาพ เอื้อต่อการเรียนเป็นรายบุคคล ทำให้พึ่งพาความช่วยเหลือจากผู้สอนน้อยที่สุด
- 6) การจัดแหล่งวิทยบริการและสื่อการศึกษาทางไกลอย่างเป็นระบบ การศึกษาทางไกลจัดให้มีแหล่งทรัพยากรที่เอื้อต่อการศึกษาของผู้เรียนในหลายรูปแบบ การจัดเป็นแหล่งวิทยบริการและสื่อการศึกษาทางไกลที่สามารถรองรับผู้เรียนจำนวนมากได้ และมีค่าใช้จ่ายในการเรียนเฉลี่ยต่อคนน้อยเมื่อเทียบกับระยะเวลา

7) การควบคุมและรักษามาตรฐานคุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษา การศึกษาทางไกล มีระบบการติดตาม วัดและประเมินผลการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ ผู้ใช้บัณฑิตและผู้สำเร็จการศึกษาจึงมีความมั่นใจในคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาทางไกล

โดยสรุป การศึกษาทางไกลยึดปรัชญาการศึกษาตลอดชีวิต โดยมีปัจจัย 7 ประการที่เอื้อต่อการจัดการศึกษาทางไกล คือ (1) การเปิดโอกาสและการขยายโอกาสทางการศึกษา (2) การตอบสนองความพร้อมของนักศึกษา (3) การจัดหลักสูตรที่ครอบคลุมมวลประสบการณ์ให้ครบถ้วน (4) การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพให้กับนักศึกษา (5) การถ่ายทอดเนื้อหาสาระโดยเน้นการเรียนรู้รายบุคคล (6) การจัดแหล่งวิทยบริการและการสื่อสารการศึกษาโดยใช้ประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรที่มีอยู่ และ (7) การควบคุมและรักษามาตรฐานคุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษาทางไกล

1.3 ประโยชน์ของการศึกษาทางไกล

การจัดการศึกษาทางไกลที่ดีต้องมีการวางแผนการศึกษา จัดเตรียมอย่างเป็นระบบ ทุกขั้นตอนโดยผ่านผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิกลุ่มเป้าหมายของการจัดการศึกษาทางไกล ได้แก่ ผู้ที่อยู่ในวัยเรียน ผู้ที่พ้นวัยเรียน ผู้ที่ประกอบอาชีพการงานแล้ว เด็ก ผู้ใหญ่ ผู้สูงวัย เป็นต้น ให้ได้รับโอกาสทางการศึกษาอย่างทั่วถึง เพราะสามารถจัดการศึกษาให้แก่กลุ่มเป้าหมายได้เป็นจำนวนมากในคราวเดียวกัน สุมาลี สังข์ศรี (2549, น.10-13) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการศึกษาทางไกล สรุปได้ดังนี้

- 1) การจัดการศึกษาทางไกลเป็นการขยายโอกาสทางการศึกษา สร้างความเสมอภาคทางการศึกษา ช่วยให้บุคคลได้รับโอกาสการศึกษาอย่างเท่าเทียมกันโดยไม่จำกัดวัยหรือเพศ
- 2) การจัดการศึกษาทางไกลให้อิสระแก่ผู้เรียนในการศึกษาหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเอง
- 3) การจัดการศึกษาทางไกลส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิต
- 4) การศึกษาทางไกล เอื้อต่อผู้ที่ประกอบอาชีพอยู่แล้ว
- 5) การศึกษาทางไกลช่วยลดค่าใช้จ่ายของผู้เรียน

โดยสรุป การศึกษาทางไกลที่ดีต้องมีจัดการดำเนินการอย่างเป็นระบบ เพื่อประโยชน์ต่อผู้เรียนในทุกระดับ ทุกเพศ ทุกวัย ทุกสาขาอาชีพในการได้มีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเท่าเทียมมีอิสระในการศึกษา ส่งเสริมความก้าวหน้าในอาชีพและประหยัดค่าใช้จ่ายในการศึกษาทางไกล

1.4 รูปแบบการศึกษาทางไกล

รูปแบบการศึกษาทางไกล เป็นรูปแบบของการศึกษาที่มีพัฒนาการมาอย่างยาวนาน ในรูปแบบการศึกษาแบบเปิด รูปแบบการศึกษาทางไกลมีพัฒนาการมาจนถึงปัจจุบัน จำแนกการจัดรูปแบบการศึกษาทางไกลได้ 3 แนว (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2555, น.9-11) ดังนี้

1) การจัดรูปแบบการศึกษาทางไกลที่ยืดผู้เรียน จำแนกได้ 3 กลุ่ม คือ (1) แบบเดี่ยว (Single Mode) เป็นรูปแบบที่รับนักศึกษาประเภทแบบเดี่ยว เป็นการศึกษาระบบเปิดที่มุ่งถ่ายทอดเนื้อหาสาระให้นักศึกษากลุ่มเดียว ซึ่งเป็นผู้ที่ศึกษาด้วยตนเองที่บ้านหรือสถานที่อื่นโดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน (2) แบบทวิ (Dual Mode) เป็นรูปแบบที่รับนักศึกษาสองประเภท คือ นักศึกษาปกติกับนักศึกษาที่เรียนด้วยตนเอง และ (3) แบบตรี (Triple Mode) เป็นรูปแบบที่รับผู้เรียนมาในห้องเรียน ผู้เรียนที่เรียนด้วยตนเองที่บ้าน และผู้ที่มาเข้าชั้นเรียนบ้างตามความสมัครใจในการเข้า

2) การจัดรูปแบบการศึกษาทางไกลโดยยึดระบบการถ่ายทอด จำแนกได้ 7 รูปแบบ คือ (1) การศึกษาภายนอก เป็นระบบที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาขอสถาบันการศึกษาอื่นทำการศึกษาและสอบข้อสอบของมหาวิทยาลัยที่เป็นเจ้าของหลักสูตร (2) การศึกษาแบบขยายสาขา เป็นการขยายโอกาสให้นักศึกษาที่อยู่ห่างไกลสถาบันแม่ได้ศึกษาหาความรู้เพื่อประกาศนียบัตรและปริญญาบัตร (3) การศึกษาแบบในและนอกวิทยาเขต เป็นระบบการศึกษาแบบคู่ที่เปิดรับนักศึกษาปกติที่มาเข้าชั้นเรียนปกติ และนักศึกษาภายนอกที่ศึกษาด้วยตนเองที่บ้าน (4) การศึกษาทางไปรษณีย์ เป็นระบบการศึกษาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ได้เองที่บ้านจากเอกสารที่ส่งไปให้ทางไปรษณีย์ (5) การศึกษาแบบตลาดวิชา เป็นระบบที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2436 ที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และการเมือง และปัจจุบันจัดที่มหาวิทยาลัยรามคำแหง เป็นระบบการศึกษาที่จัดขึ้นสำหรับผู้เรียน 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ที่สามารถเข้าเรียนตามปกติในห้องบรรยาย ผู้ที่เรียนด้วยตนเองเพราะไม่สามารถเข้าเรียนได้ และผู้ที่อาจมาเข้าชั้นเรียนได้บ้างบางโอกาส (6) การศึกษาระบบมหาวิทยาลัยเปิด เป็นระบบการศึกษาระบบเปิดที่มุ่งให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเองจากชุดการสอนทางไกลโดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน ในปัจจุบันมีมหาวิทยาลัยประมาณ 30 แห่ง เปิดสอนรวมทั้งมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชด้วย และ (7) การเรียนระบบเปิด เป็นแนวคิดการจัดการศึกษาระบบเปิดที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาสมัครเข้าเรียนเพื่อรับปริญญาและประกาศนียบัตร จากสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ได้

3) การจัดรูปแบบการศึกษาทางไกลโดยยึดโครงสร้างสื่อการศึกษาทางไกล จำแนกการศึกษาทางไกลได้ 3 รูปแบบ คือ (1) รูปแบบที่ยึดสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อแกนกลาง ใช้ตำรา เอกสารการสอน ประมวลเนื้อหาสาระที่จำเป็นไว้ทั้งหมดเพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนได้ครบถ้วน อาจมีการใช้สื่ออื่นเสริมแนวคิดของเนื้อหาสาระที่คิดว่านักศึกษาจะอ่านสิ่งพิมพ์ไม่เข้าใจ สื่อเสริม ได้แก่ สื่อโสตทัศนภาพชุด รายการวิทยุกระจายเสียง รายการวิทยุโทรทัศน์ การสอนเสริม การฝึกปฏิบัติ หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น (2) รูปแบบที่ยึดสื่อแพร่เสียงและภาพเป็นสื่อแกนกลาง ได้แก่ รายการวิทยุกระจายเสียง รายการวิทยุโทรทัศน์ โดยจัดรายการแบบสอนโดยตรง (Direct Teaching) แล้วใช้สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อโสตทัศนภาพชุด การสอนเสริม การฝึกปฏิบัติ หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น เพื่อเป็นสื่อเสริม และ (3) รูปแบบที่ยึดสื่อคอมพิวเตอร์เป็นสื่อแกนกลาง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระ

เป็นหลัก โดยผู้เรียนต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ โมเด็ม และโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทั่วโลก โดยมีสื่อเสริมเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง รายการวิทยุโทรทัศน์ สื่อโสตทัศน ภาพชุด การสอนเสริม หรือการฝึกปฏิบัติ เป็นต้น โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยยึดโครงสร้างสื่อการศึกษาทางไกล ใช้สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อแกนกลาง ถ่ายทอดเนื้อหาสาระผ่านสิ่งพิมพ์เป็นหลัก เพื่อให้ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง

โดยสรุป การจัดรูปแบบการศึกษาทางไกลมี 3 รูปแบบ คือ การจัดรูปแบบการศึกษาทางไกลที่ยืดผู้เรียน การจัดรูปแบบการศึกษาทางไกลโดยยึดระบบการถ่ายทอด และการจัดรูปแบบการศึกษาทางไกลโดยยึดโครงสร้างสื่อการศึกษา

1.5 องค์ประกอบของระบบการสอนทางไกล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2555, น.11-14) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบการสอนทางไกล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.5.1 ระบบหลักของระบบการสอนทางไกล เป็นแม่บทที่กำหนดโครงสร้างสำคัญในการจัดระบบการศึกษาทางไกล กำหนดขั้นตอนหลักในการจัดการเรียนการสอนทางไกลให้แก่ นักศึกษาที่เกิดจากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อม ปัญหาความต้องการ พัฒนาหลักสูตร ผลิตสื่อการสอน และชุดการสอน ดำเนินการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ และทำการประเมินการศึกษา เมื่อได้มีการ กำหนดขั้นตอนดังกล่าวในข้างต้นเรียบร้อยแล้วจะทำการสร้างแบบจำลองระบบ แล้วนำระบบไปทดลองใช้ในสถานการณ์จำลองตามวิธีการจัดระบบ เสร็จแล้วจึงประกาศใช้ต่อไป

1.5.2 ระบบย่อยของระบบการสอนทางไกล เป็นระบบที่รองรับและนำองค์ประกอบย่อยของระบบหลังไปสู่การปฏิบัติ โดยระบบย่อยของระบบการสอนทางไกลจำแนกได้ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบการพัฒนาหลักสูตรการสอนทางไกล ระบบการพัฒนาสื่อการศึกษาทางไกล และระบบการถ่ายทอดเนื้อหาและประเมินการสอนทางไกล

1) ระบบการพัฒนาหลักสูตรการสอนทางไกล เป็นการประมวลแหล่งประสบการณ์ ที่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในตัวผู้เรียน ซึ่งมีกระบวนการพัฒนา เช่นเดียวกับการพัฒนาหลักสูตรการสอนในสถาบันการศึกษาจำกัดรับ

2) ระบบการพัฒนาสื่อการศึกษาทางไกล เป็นการออกแบบการสอน ผลิตเอกสารเนื้อหาและสื่อการสอนประเภทต่าง ๆ ที่จะช่วยให้การเรียนของนักศึกษาดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบการพัฒนาสื่อการสอนครอบคลุมขั้นตอนที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์เนื้อหาสาระ การกำหนดหน่วยการสอน การเขียนเค้าโครงล่วงหน้าในรูปของแผนการสอนระดับต่างๆ การเตรียมกิจกรรมการเรียน การผลิตสื่อการสอน การพัฒนาแบบวัดและประเมินการเรียนการสอนทางไกล การผลิตชุดการสอนทางไกล การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล และการนำชุดการสอนไปใช้ แต่การปฏิบัติโดยทั่วไปของการพัฒนาสื่อการศึกษาทางไกล การพัฒนาสื่อในแต่ละประเภทจะมี

ระบบการผลิตสื่อการสอนเฉพาะของตน เนื่องจากมีธรรมชาติและวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน ระบบย่อยของการผลิตสื่อการสอน ได้แก่ ระบบการผลิตเอกสารและตำรา ระบบการผลิตรายการวิทยุกระจายเสียง ระบบการผลิตรายการวิทยุโทรทัศน์ ระบบการผลิตสื่อโสตทัศน์ ระบบผลิตบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ และระบบการผลิตสื่อการสอนเสริม เป็นต้น ซึ่งระบบการผลิตสื่อการสอนเหล่านี้ สถาบันการศึกษาทางไกลจำเป็นต้องพัฒนาขึ้นหรืออาจใช้ระบบที่ผู้อื่นพัฒนาขึ้นแล้ว หากมีการพัฒนาระบบการผลิตสื่อการสอนทางไกลขึ้นมาเอง ขั้นตอนที่สำคัญยิ่ง คือ การนำระบบการผลิตสื่อการสอนแต่ละระบบไปทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อให้แน่ใจว่าระบบการผลิตสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมานี้จะมีประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะประกาศใช้เป็นระบบหลักและระบบรองต่อไป

3) ระบบการถ่ายทอดเนื้อหาและประเมินการสอนทางไกล เป็นขั้นตอนในการนำเสนอสิ่งทีผลิตขึ้นแล้วไปยังนักศึกษาในกลุ่มเป้าหมาย ครอบคลุม กระบวนการรับสมัครและลงทะเบียน การเสนอเนื้อหาสาระทางไปรษณีย์ การเสนอสื่อทางวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ การให้บริการการศึกษา การจัดแหล่งประสบการณ์ภาคปฏิบัติ การทำงานเพื่อให้ตรวจด้วยคอมพิวเตอร์ หรืออาจารย์สอนเสริมเป็นผู้ตรวจ และการประเมินการศึกษา

โดยสรุป ระบบการศึกษาทางไกลมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ระบบหลักซึ่งเป็นแม่บทที่กำหนดโครงสร้างสำคัญในการจัดระบบการศึกษาทางไกล และระบบย่อยซึ่งเป็นระบบที่รองรับและนำองค์ประกอบย่อยของระบบหลังไปสู่การปฏิบัติ โดยระบบย่อยของระบบการสอนทางไกลจำแนกได้ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบการพัฒนาหลักสูตรการสอนทางไกล ระบบการพัฒนาสื่อการศึกษาทางไกล และระบบการถ่ายทอดเนื้อหาและประเมินการสอนทางไกล

2. ชุดการสอนทางไกล

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนทางไกล ครอบคลุม (1) ความหมายของชุดการสอนทางไกล (2) หลักการของชุดการสอนทางไกล (3) ความสำคัญของชุดการสอนทางไกล (4) องค์ประกอบของชุดการสอนทางไกล และ (5) ประเภทชุดการสอนทางไกล

2.1 ความหมายของชุดการสอนทางไกล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.6) ได้กล่าวถึงชุดการสอนทางไกล (Distance Teaching Package) ว่าเป็นชุดการสอนรายบุคคลในลักษณะของสื่อประสมที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ศึกษาด้วยตนเอง มีสื่อมวลชนเป็นองค์ประกอบหลัก ผลิตขึ้นตามหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลและการจัดประสบการณ์สำเร็จรูป เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพของตนอย่างมีประสิทธิภาพ และพึ่งพาความช่วยเหลือจากผู้สอนน้อยที่สุด

โดยสรุป ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนรายบุคคลในรูปของสื่อประสมที่ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ศึกษาด้วยตนเอง ผลิตขึ้นตามหลักความแตกต่างของผู้ขอ และการจัด ประสพการณ์สำเร็จรูป

2.2 หลักการที่สำคัญในการผลิตชุดการสอนทางไกล

ชุดการสอนทางไกลเป็นชุดการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง มีลักษณะของสื่อประสม ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ศึกษาด้วยตนเองที่มีสื่อมวลชนเป็นองค์ประกอบหลัก หลักการที่สำคัญใน การผลิตชุดการสอนทางไกล (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.7) มีดังนี้

1) มีระบบการผลิตชุดการสอนที่ได้ผ่านการพิสูจน์ด้วยการวิจัยมาแล้ว เพราะการ ผลิตชุดการสอนทุกประเภทจำเป็นต้องอิงระบบที่ผ่านการพิสูจน์ด้วยการวิจัย เพื่อนำมาใช้ในการผลิต ให้ได้คุณภาพตามขั้นตอน โดยระบบการผลิตชุดการสอนในประเทศไทยสำหรับผลิตชุดการสอน รายบุคคลหรือชุดการสอนทางไกล คือ ระบบการผลิตชุดการสอน “แผนจุฬา” และระบบการสอน “แผนมสธ.”

2) มีเนื้อหาสาระที่ได้รับการปรุงแต่งไว้อย่างดี โดยจำแนกไว้อย่างเหมาะสมกับ ธรรมชาติ เนื้อหา วย และระดับผู้เรียน

3) มีช่องทางและสื่อที่เหมาะสมสำหรับการเรียนด้วยตนเอง การมีโครงสร้างพื้นฐาน ในการส่งสื่อ ระบบการพิมพ์ ระบบการบันทึกวัสดุภาพ สถานีวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ เครื่องข่ายโทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเหมาะสมแก่ผู้เรียนที่จะเข้าถึงสื่อได้ มีไว้ใช้เอง หรือใช้ร่วมกับผู้อื่นได้

4) มีระบบการเรียนที่จัดให้ผู้เรียนได้อยู่ในสภาพการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง มีส่วนร่วมลงมือทำ ลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนสามารถได้รับคำติชมได้ ทันที และได้รับการเสริมแรงเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจ

5) มีแหล่งวิทยบริการที่จะสนับสนุนการศึกษาด้วยตนเอง ทั้งโดยตรงหรือผ่านระบบ ตามสายในรูปของห้องสมุด หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

6) มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการศึกษด้วยตนเองที่บ้านหรือที่ ทำงาน มีมุมการเรียนหรืออุปกรณ์การเรียนตามที่จำเป็นต้องใช้ และไม่อยู่ในที่ใจจะวอกแวกได้ง่าย

7) มีระบบประเมินตนเองก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนที่ผู้เรียนสามารถ ตรวจสอบได้ด้วยตนเอง

ชุดการสอนทางไกลที่ใช้ในสถาบันการสอนทางไกลส่วนใหญ่ เป็นชุดการสอนที่ยึดสื่อ สิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลักในการเรียนการสอนทางไกล การผลิตชุดการสอนทางไกลจึงยึดหลักการร่วมกันซึ่ง มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.6)

1) มุ่งสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ ด้วยตนเอง ตามความสนใจ ความสามารถ และความสะดวกของแต่ละคน และพึงพาผู้สอนน้อยที่สุด

2) มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เป็นหลักที่กระฉับกระเฉง เรียนรู้้อย่างเป็นลำดับขั้น การได้รับรับผลย้อนกลับ การได้รับการเสริมแรงใจในความสำเร็จ

3) มีระบบการผลิตชุดการสอนที่ผ่านการประเมินประสิทธิภาพ จากผู้เชี่ยวชาญ เช่นเดียวกับการผลิตชุดการสอนรายบุคคล

4) มีเนื้อหาที่ได้รับการพัฒนาปรับปรุงอย่างเหมาะสมตามระดับการศึกษาและผู้เรียน

5) มีแหล่งวิทยบริการสนับสนุนการศึกษาด้วยตนเอง

6) มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการศึกษาด้วยตนเอง ตามความสะดวกและความต้องการของตน

7) มีความเหมือนกันขององค์ประกอบในเชิงรูปธรรมและนามธรรม

8) มีระบบการประเมินตนเองก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเองได้

ต่อไปนี้เป็นเปรียบเทียบหลักการของการผลิตชุดการสอนทางไกล กับชุดการสอนรายบุคคล ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบหลักการของการผลิตชุดการสอนทางไกลกับชุดการสอนรายบุคคล

ด้าน	ชุดการสอนทางไกล	ชุดการสอนรายบุคคล
หลักการที่เหมือนกัน	1) มุ่งสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล 2) มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) มีระบบการผลิตชุดการสอนที่ผ่านการพิสูจน์ด้วยการวิจัยมาแล้ว 4) มีเนื้อหาที่ได้รับการพัฒนาปรับปรุงอย่างเหมาะสม 5) มีแหล่งวิทยบริการสนับสนุนการศึกษาด้วยตนเอง 6) มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการศึกษาด้วยตนเอง	1) มีระบบการผลิตชุดการสอนที่ได้ผ่านการพิสูจน์ด้วยการวิจัยมาแล้ว 2) มีเนื้อหาสาระที่ได้รับการปรุงแต่งไว้อย่างดี โดยจำแนกไว้อย่างเหมาะสม 3) มีช่องทางและสื่อที่เหมาะสมสำหรับการเรียนด้วยตนเอง 4) มีระบบการเรียนที่จัดให้ผู้เรียนได้อยู่ในสภาพการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ 5) มีแหล่งวิทยบริการที่จะสนับสนุนการศึกษาด้วยตนเอง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ด้าน	ชุดการสอนทางไกล	ชุดการสอนรายบุคคล
	7) มีความเหมือนกันขององค์ประกอบในเชิงรูปธรรมและนามธรรม	6) มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม
	8) มีระบบการประเมินตนเองครบวงจร	7) มีระบบประเมินตนเองครบวงจร
หลักการที่ต่างกันในด้านช่องทางการเรียนรู้	มุ่งเน้นช่องทางการสื่อสารมวลชนและโทรคมนาคม เพื่อสื่อสารกับผู้เรียนจำนวนมากในช่วงเวลาและสถานที่เดียวกันหรือต่างสถานที่ที่มีการผลิตชุดการสอนจำนวนมากเพื่อให้ผู้เรียนสามารถรับได้พร้อมกัน	เน้นช่องทางและสื่อการสอนเฉพาะตัว
หลักการที่ต่างกันด้านการจำแนกประเภทของชุดการสอน	จำแนกตามประเภทชุดการสอน (1) ชุดการสอนทางไกลแบบยัดสื่อสิ่งพิมพ์ (2) ชุดการสอนทางไกลแบบอิงคอมพิวเตอร์ (3) ชุดการสอนทางไกลแบบยัดการแพร่ภาพและเสียงเป็นหลักในการสอนทางไกล	จำแนกตามประเภทชุดการสอน (1) ชุดการสอนรายบุคคลแบบที่ยัดสื่อสิ่งพิมพ์ (2) ชุดการสอนรายบุคคลแบบที่ยัดสื่อโสตทัศน และ (3) ชุดการสอนรายบุคคลแบบที่ยัดคอมพิวเตอร์เป็นหลักในการสอนรายบุคคล
หลักการที่ต่างกันด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน	ชุดการสอนทางไกลเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าเรียนในชั้นเรียนเพื่อพบผู้สอนได้บ้างตามความจำเป็น	ชุดการสอนรายบุคคลมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

โดยสรุป ชุดการสอนทางไกลมีหลักการที่แตกต่างกับชุดการสอนรายบุคคล ในด้านช่องทางการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการสื่อสารมวลชนและโทรคมนาคม เพื่อสื่อสารกับผู้เรียนจำนวนมาก มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าเรียนในชั้นเรียนบ้างเพื่อพบผู้สอนตามความจำเป็น แต่ในขณะที่ชุดการสอนรายบุคคลมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

2.3 ความสำคัญของชุดการสอนทางไกล

การศึกษาทางไกลมุ่งจัดการศึกษาต่อเนื่องแบบตลอดชีวิต เครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ชุดการสอนทางไกลมีความสำคัญอย่างมาก ในการเปิดโอกาสทางการ

ศึกษาและขยายโอกาสการศึกษา ให้กลุ่มเป้าหมายได้ศึกษาอย่างต่อเนื่อง ดังนี้คือ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.6)

1) ชุดการสอนทางไกลมีระบบที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาสาระต่าง ๆ ในชุดด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพและพึ่งพาความช่วยเหลือจากผู้สอนน้อยที่สุด

2) เนื้อหาที่บรรจุอยู่ในชุดการสอนทางไกล ได้รับการวิเคราะห์และรับรองว่ามีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3) สื่อการสอนในชุดการสอนทางไกลมีความหลากหลาย และทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้ได้อย่างดี

4) ชุดการสอนทางไกลมีระบบการประเมินผลการเรียนรู้ ที่สามารถประกันคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนได้

โดยสรุป ชุดการสอนทางไกลช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาสาระต่าง ๆ ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ได้รับความรู้อย่างครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ผ่านสื่อการสอนที่มีความหลากหลายในการถ่ายทอดความรู้ สามารถประกันคุณภาพการศึกษาทางไกลของผู้เรียนได้

2.4 องค์ประกอบของชุดการสอนทางไกล

ชุดการสอนทางไกลเป็นชุดการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง สามารถจำแนกชุดการสอนทางไกลตามองค์ประกอบของชุดการสอนรายบุคคล ครอบคลุม (1) องค์ประกอบเชิงรูปธรรม และ (2) องค์ประกอบเชิงนามธรรม (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.6)

1) องค์ประกอบเชิงรูปธรรม ได้แก่ ชุดการสอนทางไกลมีแผนการสอน เนื้อหาสาระ สื่อ เครื่องมือ สิ่งอำนวยความสะดวกในการศึกษาด้วยตนเอง เครื่องมือประเมิน แบบฝึกปฏิบัติและคู่มือการใช้ชุดการสอน

2) องค์ประกอบเชิงนามธรรม ได้แก่ ความต้องการ เป้าหมายการเรียนรู้ จุดมุ่งหมาย แรงจูงใจ กิจกรรมการเรียนรู้ แนวคิด สภาพแวดล้อมทางจิตภาพและสังคม การเสริมแรงและวินัยในตนเองของผู้เรียนในการเรียนรู้และควบคุมตัวเอง เพราะไม่มีผู้สอนคอยกำกับดูแล

โดยสรุป องค์ประกอบของชุดการสอนทางไกล ประกอบด้วย องค์ประกอบเชิงรูปธรรม และองค์ประกอบเชิงนามธรรม

2.5 ประเภทชุดการสอนทางไกล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.9) กล่าวว่า ชุดการสอนทั้งหลายจะยึดสื่อใดเป็นสื่อหลักและยึดสื่อใดเป็นสื่อเสริมในการนำเสนอเนื้อหาสาระ ควรพิจารณาให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่ผู้สอนกำหนดไว้และตรงตามหลักสูตรการศึกษา เพื่อให้สื่อที่กำหนดไว้ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพตามธรรมชาติของแต่ละสื่อ ในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้อย่างดีที่สุดในที่สุด

ก่อนอื่นผู้วิจัยขยายคำว่า “สื่อหลัก” และ “สื่อเสริม” ก่อนกล่าวถึงประเภทชุดการสอนทางไกลดังต่อไปนี้ “สื่อหลัก” เป็นสื่อที่นำเสนอเนื้อหาครบถ้วนและสามารถเข้าถึงผู้เรียนได้ทุกคน ตลอดจนผู้เรียนเองก็สามารถเข้าถึงสื่อหลักได้เช่นเดียวกัน ในขณะที่ “สื่อเสริม” เป็นสื่อที่ถูกเลือกไว้ให้เป็นเครื่องมือในการนำเสนอเนื้อหาสาระบางส่วนที่ไม่สามารถนำเสนอได้อย่างชัดเจนในสื่อหลัก โดยงานวิจัยนี้เป็นชุดการสอนทางไกลที่ยึดสื่อสิ่งพิมพ์เป็นหลัก เนื่องจากเป็นชุดการสอนทางไกล ที่ใช้กันในสถาบันการสอนทางไกลเป็นส่วนใหญ่ เป็นชุดการสอนที่ยึดสื่อสิ่งพิมพ์เป็นหลัก (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.6) โดยประเภทของชุดการสอนทางไกล จำแนกได้ดังนี้ คือ

1) ชุดการสอนทางไกลที่ยึดสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก เป็นชุดการสอนทางไกลที่บรรจุเนื้อหาส่วนใหญ่ในรูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์ในรูปแบบของตำราทางไกล โดยมีสื่อเสริม ได้แก่ เทปบันทึกเสียง รายการวิทยุกระจายเสียง รายการโทรทัศน์เพื่อการศึกษา สื่อโสตทัศน์ การสอนเสริมหรือการสอนทบทวน ตลอดจนการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ หรือการประชุมทางไกล (Teleconferencing) ทั้งภาพและเสียง และการใช้แหล่งทรัพยากรในชุมชนสำหรับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในรูปแบบของความร่วมมือแบบทวิภาค เป็นต้น

2) ชุดการสอนทางไกลที่ยึดสื่อแพร่ภาพและเสียงเป็นสื่อหลัก เป็นชุดการสอนทางไกลที่นำเสนอเนื้อหาสาระส่วนใหญ่ผ่านรายการวิทยุกระจายเสียงหรือรายการโทรทัศน์ มีสื่อเสริมเป็นตำราทางไกล เทปบันทึกเสียง สื่อโสตทัศน์ การสอนเสริมหรือสอนทบทวน ตลอดจนการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์หรือการประชุมทางไกล (Teleconferencing) เป็นต้น อีกทั้งยังมีการใช้แหล่งทรัพยากรที่มีในชุมชนเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในรูปแบบของความร่วมมือ (Cooperative Education) ได้เพื่อประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาทางไกล

3) ชุดการสอนทางไกลที่ยึดคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลัก เป็นชุดการสอนทางไกลที่นำเสนอเนื้อหาสาระผ่านคอมพิวเตอร์เป็นหลักในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ การประชุมทางไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยมีสื่อเสริมเป็นตำราทางไกล รายการวิทยุ รายการโทรทัศน์เพื่อการศึกษา เทปบันทึกเสียง สื่อโสตทัศน์ การสอนเสริมหรือการสอนทบทวน อีกทั้งยังมีการใช้แหล่งทรัพยากรที่มีในชุมชนเพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพในรูปแบบของความร่วมมือ (Cooperative Education) ได้เพื่อประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาทางไกล

โดยสรุป ชุดการสอนทางไกลมี 3 ประเภท ได้แก่ ชุดการสอนทางไกลที่ยึดสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก ชุดการสอนทางไกลที่ยึดสื่อแพร่ภาพและเสียงเป็นสื่อหลัก และชุดการสอนทางไกลที่ยึดคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลัก

3. สื่อที่ใช้ในชุดการสอนทางไกล

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนที่ใช้ในชุดการสอนทางไกล ครอบคลุม (1) โครงสร้างด้านเนื้อหาสาระในชุดการสอนทางไกล (2) โครงสร้างด้านสื่อการสอน (3) ตำราทางไกล (4) แบบฝึกปฏิบัติ และ (5) สไลด์คอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 โครงสร้างด้านเนื้อหาสาระในชุดการสอนทางไกล

งานวิจัยนี้เป็นชุดการสอนทางไกลที่ยึดสื่อสิ่งพิมพ์เป็นหลัก โครงสร้างด้านเนื้อหาสาระในชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ประกอบด้วย (1) หน่วย (2) ตอน (3) หัวเรื่อง และ (4) กิจกรรมและแนวตอบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.15-16)

1) หน่วย เป็นเนื้อหาที่มีขนาดใหญ่ กำหนดจำนวนหน่วยตามจำนวนสัปดาห์ เช่น ในระบบทวิภาคมี 18 สัปดาห์ กำหนดให้แต่ละวิชามี 15 หน่วย ใช้เวลาศึกษาหน่วยละ 1 สัปดาห์ เฉพาะสื่อพิมพ์ใช้เวลาศึกษาสัปดาห์ละ 6-12 ชั่วโมง รวมการอ่านตำราทางไกล และทำแบบฝึกปฏิบัติ ศึกษาประกอบรวมกับการใช้สื่อเสริม

2) ตอน เป็นเนื้อหาย่อยของหน่วย ให้แต่ละหน่วยมี 3-5 ตอน ใช้เวลาศึกษาสื่อพิมพ์ตอนละ 1-2 ชั่วโมง จำนวนตอนโดยเฉลี่ยประมาณ 4 ตอน

3) หัวเรื่อง เป็นเนื้อหาย่อยของตอน ให้แต่ละตอนมีตั้งแต่ 2 หัวเรื่องขึ้นไป ใช้เวลาศึกษา หัวเรื่องละ 15-30 นาที และแต่ละลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรม จำนวนหัวเรื่องโดยเฉลี่ยประมาณ 3 หัวเรื่อง

4) กิจกรรมและแนวตอบ “กิจกรรม” เป็นงานขนาดเล็กที่มอบให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ เพื่อฝึกฝนการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดความเข้าใจชัดเจนขึ้น “แนวตอบ” เป็นการติชมงานที่ได้ทำไปแล้ว และชี้แนวทางการตอบที่ถูกต้องและเป็นไปได้ เมื่อเสนอเนื้อหาจบในแต่ละหัวเรื่อง จะกำหนดให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยมีแนวตอบต่อท้ายกิจกรรมนั้นทันที เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการทำกิจกรรมของตนได้

3.2 โครงสร้างด้านสื่อการสอน

สื่อการสอนในชุดการสอนทางไกล เรื่อง เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ครอบคลุมสื่อหลัก ได้แก่ สื่อพิมพ์ และมีสื่อเสริม คือ สื่อโสตทัศน โดยมียละเอียด ดังนี้

1) สื่อพิมพ์ ได้แก่ ตำราทางไกล และแบบฝึกปฏิบัติ เป็นสื่อที่จัดพิมพ์และส่งให้ผู้เรียนผ่านทางไปรษณีย์

2) สื่อโสตทัศน คือ สื่อที่ให้ภาพหรือเสียง หรือทั้งสอง ผลิตขึ้นเพื่อการสอนเสริมและการบริการการศึกษา โดยสื่อโสตทัศนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ สไลด์คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นชุดสื่อโสตทัศนที่ใช้สื่อแบบประสมบูรณาการเป็นชุดสื่อการสอนเพื่อใช้ในการสอนเสริม ประกอบด้วย ภาพ สไลด์ และ

คลิพวิดีโอ เพื่อช่วยให้อาจารย์ดำเนินการสอนเสริมในทิศทางเดียวกัน และนักศึกษาสามารถใช้ศึกษาประกอบพร้อมกับสื่อพิมพ์

3.3 ตำราทางไกล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.18) กล่าวว่า ตำราทางไกล หรือ บทเรียนสำเร็จรูป หรือ เอกสารการสอน (ปริญญาดรี) หรือ ประมวลสาระ (บัณฑิตศึกษา) เป็นตำราแบบโปรแกรม ประเภทหนึ่งที่ถูกออกแบบให้ผู้เรียนได้ศึกษาตามลำพัง ด้วยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดให้ และใช้แนวตอบเพื่อตรวจสอบย้อนกลับได้ทันที เป็นการเสริมแรงและประสบการณ์ที่เป็นความภาคภูมิใจในการศึกษา และให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปตามลำดับขั้น โดยส่วนประกอบของตำราทางไกล ประกอบด้วย ปกหน้า ปกหลัง ส่วนนำเนื้อหา ปกหน่วย แผนการสอนประจำหน่วย แผนตอน กิจกรรมและแนวตอบ บรรณานุกรม และดัชนีเนื้อหา

สำหรับการผลิตตำราทางไกลแบบยึดสื่อพิมพ์ ครอบคลุม (1) แผนการสอน (2) การวิเคราะห์เนื้อหาและเขียนแผนผังความคิดในการผลิตตำราทางไกล (3) การกำหนดหน่วย ตอน และ หัวเรื่อง (4) การกำหนดแนวคิด (5) การเขียนวัตถุประสงค์ (6) การเสนอเนื้อหาในตำราทางไกล (7) การกำหนดกิจกรรม (8) การกำหนดแนวตอบ และ (9) การเขียนแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนี้

3.3.1 แผนการสอน แผนการสอนเป็นรายละเอียดที่แสดงขั้นตอนของการสอน การเขียนแผนการสอน เป็นการกำหนดขั้นตอนการสอนเพื่อให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดเนื้อหาสาระแก่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเขียนแผนการสอนมี 2 ประเภท คือ (1) แผนการสอนระดับหน่วย (หรือแผนการสอนประจำหน่วย) และ (2) แผนการสอนระดับตอน (หรือแผนตอน) องค์ประกอบของการเขียนแผนการสอนระดับหน่วยและระดับตอน มีดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.27)

1) องค์ประกอบของแผนการสอนระดับหน่วย ตามแนวทางของสถาบันการศึกษาทางไกล มีหัวข้อย่อยที่ต้องกำหนดไว้ให้ชัดเจน ประกอบด้วย

- (1) ชื่อชุดวิชาและชื่อหน่วย พร้อมกับเลขหลายประจำหน่วย
- (2) ชื่อตอน พร้อมเลขหมายประจำตอน
- (3) แนวคิด เป็นแนวคิดที่สอดคล้องกันแต่ละตอน
- (4) วัตถุประสงค์ เป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิด
- (5) กิจกรรม เป็นกิจกรรมระหว่างเรียน และกิจกรรมภาคปฏิบัติเสริมประสบการณ์
- (6) สื่อการสอน กำหนดไว้ตามลำดับที่สอดคล้องกับกิจกรรม
- (7) ประเมินผล กำหนดแนวประเมินผลทั้งที่เป็นการประเมินตนเองก่อนเรียน และหลังเรียน การทำรายงานส่งอาจารย์ และการสอบไล่

2) องค์ประกอบของแผนการสอนระดับตอน เป็นแผนการสอนประจำตอน มีลักษณะเช่นเดียวกับแผนการสอนประจำหน่วย เพียงต่อไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน และการประเมิน เพราะกิจกรรม สื่อการสอน และการประเมินได้บูรณาการเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาอยู่แล้ว แผนการสอนระดับตอนจะมีเพียง 1-2 หน้า ปรากฏอยู่ด้านขวามือของตำราทางไกลเสมอ โดยมีส่วนประกอบดังนี้

(1) ชื่อชุดวิชาและหน่วยอยู่มุมบนขวา
 (2) ตอนที่และเลขหมายอยู่ตรงกลางหน้ากระดาษ
 (3) ชื่อตอนอยู่บรรทัดถัดไปกลางหน้ากระดาษ
 (4) มีข้อความ “โปรดอ่านหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ แล้วจึงศึกษาเรื่องที่...” ปรากฏก่อนมีกรอบ

(5) ภายในกรอบประกอบด้วยหัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์ เมื่อหมดแผนการสอนระดับตอนแล้ว ให้ตามด้วยเนื้อหาสาระ โดยขึ้น “เรื่องที่...” ทันที

3) แนวการเขียนแผนการสอนระดับหน่วย (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.28)
 (1) ต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหาเป็นตอน หัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อย ก่อนลงมือเขียนแผนการสอนประจำหน่วย

(2) ต้องเขียนแผนการสอนประจำหน่วยก่อนที่จะลงมือเขียนเนื้อหาสาระของตำราทางไกล

(3) เมื่อได้เขียนแผนการสอนประจำหน่วยแล้ว ต้องกลับมาทบทวนปรับปรุงให้เหมาะสมกับเนื้อหา แนวคิด วัตถุประสงค์ และกิจกรรมที่ได้เสนอไปแล้ว

(4) การเขียนแผนการสอนประจำหน่วยเป็น “พิมพ์เขียว” ที่จะควบคุมทิศทางการเขียนเนื้อหาสาระให้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

4) แนวการเขียนแผนการสอนระดับตอน สิ่งที่ควรคำนึงถึงเกี่ยวกับการเขียนหัวเรื่อง การเขียนแนวคิด และการเขียนวัตถุประสงค์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.28)

(1) การเขียนหัวเรื่อง หัวเรื่องเป็นหัวข้อย่อยของตอน แต่ละตอนแบ่งเป็น 2-6 หัวเรื่อง อาจกำหนดหัวเรื่องเป็นแบบง่าย แบบตายตัว แบบบูรณาการ หรือแบบยึดสติปัญญา โดยข้อสังเกตในการเขียนหัวเรื่องควรพิจารณาว่า เรื่องย่อยที่จะกำหนดให้เป็นหัวเรื่อง ควรมีเนื้อหาสาระที่จะเสนอได้อย่างน้อย 1-2 หน้า หากมีเรื่องที่จะเขียนน้อยเกินไป ให้รวมเรื่องย่อยที่พอจะสอดคล้องกันเข้าด้วยกัน จะรวมกันหรือเขียนชื่อหัวเรื่องใหม่ก็ได้ แต่ควรมีการลำดับหัวเรื่องให้แน่นอน

(2) การเขียนแนวคิด แนวคิดในแผนตอนเป็นแนวคิดระดับนำไปใช้ มีลักษณะจำเพาะลงไปมากกว่าแนวคิดในแผนการสอนประจำหน่วย โดยยึดหลักเช่นเดียวกับการเขียนแนวคิดในแผนหน่วย

(3) การเขียนวัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ในระดับตอนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเช่นเดียวกับวัตถุประสงค์ในระดับหน่วย แต่มีความจำเพาะเจาะจงมากกว่าวัตถุประสงค์ที่สังเกตหรือวัดได้

3.3.2 การวิเคราะห์เนื้อหาและแผนผังความคิดในการผลิตตำราทางไกล แบบยึด

สื่อพิมพ์ ผู้ออกแบบตำราทางไกลต้องมีการวิเคราะห์และพิจารณาตามเหตุผลและความเหมาะสมในด้านพื้นฐานผู้เรียน ลักษณะการเรียนรู้ ความยากง่ายของเนื้อหาสาระ เวลาหรือชั่วโมงการศึกษาและการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อความเหมาะสมของเนื้อหาและปริมาณที่นำเสนอในแต่ละหน่วยของวิชา

1) วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา มีลำดับขั้น ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.32)

(1) พิจารณาเนื้อหาจากรายละเอียดวิชา แล้วแบ่งเป็น 15 หน่วย

(2) พิจารณาเนื้อหาของหน่วยที่กำหนดไว้แล้ว เพื่อแบ่งเป็นเรื่องใหญ่ โดยให้มีจำนวนเรื่อง 3-5 เรื่อง แต่ละเรื่องจะกลายเป็น “ตอน”

(3) พิจารณาเนื้อหาของแต่ละเรื่อง แล้วจำแนกเป็นเนื้อหาย่อยลงไป กลายเป็น “หัวเรื่อง”

(4) พิจารณาเนื้อหาของแต่ละหัวเรื่องแล้วกำหนดเป็นหัวเรื่องย่อย โดยหัวเรื่องย่อยจะเป็นกรอบหรือแนวทางให้เขียนเนื้อหาสาระได้ในภายหลัง

(5) หลังจากการวิเคราะห์เนื้อหาแล้ว ต้องทำการทบทวนเพื่อจับกลุ่มเรื่องให้ครบถ้วน ครอบคลุมและมีจำนวนพอดีเหมาะสม

2) การเขียนแผนผังแนวคิด ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.3) ให้ความหมาย “แผนผังแนวคิด (Concept Mapping)” คือ แผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ของแนวคิดระดับตอนหัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อย ทั้งที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในตอนเดียวกัน และความสัมพันธ์กับแนวคิดในตอนอื่น ๆ เพื่อแสดงลำดับและความต่อเนื่องของแนวคิด ซึ่งจะช่วยในการเสนอเนื้อหาให้มีความสมดุลครบถ้วนบริบูรณ์ และมีลำดับขั้นตอนต่อเนื่องกันอย่างเหมาะสม โดยพิจารณา ดังนี้

(1) ความจำเป็นที่ต้องเขียนแผนผังแนวคิด การเขียนแผนผังแนวคิดช่วยประกันว่าผู้เขียนจะสามารถเสนอเนื้อหาสาระที่สมดุลและครบถ้วน เพราะได้เขียนโครงร่างไว้ก่อน

(2) วิธีเขียนแผนผังแนวคิด กระทำได้โดยการนำเรื่องที่จะเขียนเป็นหน่วยมาแบ่งเป็นเรื่องที่ย่อยลงไป กำหนดให้มีชื่อแทนแนวคิดของเรื่องย่อยเหล่านั้น เรื่องย่อยที่แยกออกมาให้เริ่มจากชื่อหน่วย ตอน หัวเรื่อง หัวเรื่องย่อย และหัวข้อต่าง ๆ การเขียนนี้ทำให้มองเห็นถึง

ความสัมพันธ์ระหว่างเรื่อง สามารถจัดเรียงลำดับการนำเสนอเนื้อหาสาระได้ การเขียนแผนผังแนวคิดที่นิยมกันมี 2 วิธี คือ เขียนในรูปแบบจำลอง และเขียนในรูปโครงสร้างเรียงความ

(3) การเขียนแผนผังแนวคิดในรูปแบบจำลอง เป็นการนำชื่อเรื่องในระดับตอน หัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อย ใส่กรอบสี่เหลี่ยมหรือวงกลม แล้วโยงส่วนที่สัมพันธ์กันหรือกำหนดเป็นลำดับขั้นโดยใส่หมายเลขกำกับ กระทำเช่นเดียวกับการเขียนแบบจำลองระบบเพราะการเขียนตำราทางไกลตามแนวการผลิตชุดการสอนทางไกล ต้องนำการจัดระบบเข้ามาใช้เพื่อกำหนดลำดับแนวคิด

(4) การเขียนแผนผังแนวคิดในรูปโครงสร้างเรียงความ เป็นการเขียนชื่อเรื่องของตอน หัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อยเรียงตามลำดับสาระของแต่ละส่วนในชุดเนื้อหานั้น เมื่อเขียนโครงแนวคิดแล้วจึงลากโยงส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน การเขียนแผนผังแนวคิดแบบโครงสร้างเรียงความนี้ เป็นวิธีการที่กระทำได้ง่ายจึงมีผู้นิยมกับมาก เมื่อเขียนเสร็จแล้วให้กำหนดหมายเลขลำดับขั้นตอนเช่นกัน

3.3.3 การกำหนดหน่วย ตอน และหัวเรื่อง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.38) ได้กำหนดวิธีการแบ่งวิชาหนึ่งๆ ออกเป็น “หน่วย” โดยแต่ละหน่วยแบ่งออกเป็น “ตอน” และแต่ละตอนแบ่งออกเป็น “หัวเรื่อง” ซึ่งหัวเรื่องเป็นเนื้อหาย่อยของตอน และเป็นส่วนย่อยที่เล็กที่สุดของวิชาเพื่อที่จะทำให้เข้าใจเนื้อหาสาระของชุดวิชาหรือวิชาได้อย่างสมบูรณ์ การแบ่งหน่วย ตอน และหัวเรื่องต้องคำนึงถึงปริมาณของเนื้อหาสาระที่ครอบคลุม โดยพิจารณาจากการวิเคราะห์เนื้อหา คำนึงถึงระยะเวลาที่กำหนดให้ศึกษา และระยะเวลาที่ผู้เรียนใช้ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้

1) การกำหนดหน่วยการสอน มีแนวทาง ดังนี้คือ

(1) พิจารณารายละเอียดวิชาจากหลักสูตร เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างชื่อหน่วยกับเนื้อหาสาระในรายละเอียดวิชา

(2) ปรับปรุงรายชื่อหน่วยต่าง ๆ ให้เหมาะสม

2) การกำหนดตอน ปริมาณเนื้อหาของตำราทางไกลขึ้นอยู่กับลักษณะธรรมชาติ ของแต่ละชุดวิชา บอกชุดวิชาอาจมีจำนวนหน้ามากหรือน้อยกว่าที่ประมาณการไว้ การเขียนเนื้อหาสาระของแต่ละตอนจึงควรมีประมาณ 10-15 หน้า ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์ความยาวของเนื้อหาสาระวิชาดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางการกำหนดขอบเขตและความสมบูรณ์ในเนื้อหาสาระของแต่ละตอน

(1) แนวทางในการกำหนดตอน การแบ่งหน่วยออกเป็นตอนนั้น กำหนดให้แต่ละหน่วยควรมี 4-6 ตอน โดยจำนวนตอนขึ้นอยู่กับความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่เรียน โดยกำหนดแนวทางกว้าง ๆ สำหรับการแบ่งตอนได้ 5 แนวทาง คือ

แนวทางที่ 1 กำหนดตอนให้ครอบคลุมเนื้อหาที่เป็นความรู้พื้นฐาน ไปจนถึงความรู้ระดับสูง

หน่วย

แนวทางที่ 2 กำหนดตอนโดยยึดเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใน

กับชื่อหน่วย

แนวทางที่ 3 กำหนดตอนโดยนำเรื่องที่เป็นกลุ่ม หรือประเภทเดียวกัน

แนวทางที่ 4 กำหนดตอนโดยใช้เรื่องที่มีความต่อเนื่องกันตามเวลา

แนวทางที่ 5 กำหนดตอนโดยยึดองค์ประกอบหรือโครงสร้าง

(2) ข้อควรคำนึงในการกำหนดตอน ควรระวังดังนี้

ก. ไม่กำหนดตอนที่มีขนาดความยาวแตกต่างกันมาก

ข. ไม่ใช้วิธีการผสมปนเป

ค. ไม่จัดเรียงลำดับตอนวากวน

(3) การใช้ชื่อตอน ทำได้ 2 วิธี ได้แก่

ก. การใช้ชื่ออย่างเป็นทางการ หมายถึง การกำหนดชื่อตอนที่

นักวิชาการส่วนใหญ่นิยมใช้

ข. การใช้ชื่อที่เป็นสำนวน หมายถึง การใช้ชื่อความที่เทียบเคียง

ความหมายเดียวกับชื่อที่เป็นทางการเพื่อโน้มน้าวให้อ่าน

3) การกำหนดหัวเรื่อง หัวเรื่องเป็นส่วนย่อยของตอนและเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของวิชา ดังนั้น หัวเรื่องจึงมีเนื้อหาสาระประกอบกันโดยมีความยาวประมาณ 1-3 หน้า หัวเรื่องในตำราทางไกลให้ขึ้นต้นด้วย “เรื่องที่” แล้วตามด้วยเลขประจำหน่วย เลขประจำตอน และเลขประจำหัวเรื่อง เช่น เรื่องที่ 1.2.3 หมายความว่า เป็นเรื่องที่ 3 ตอนที่ 2 ของหน่วยที่ 1 โดยเมื่อเขียนหัวเรื่องเสร็จในแต่ละหัวข้อย่อย อาจมีกิจกรรมให้ผู้เรียนทำด้วยก็ได้

(1) แนวทางการกำหนดหัวเรื่อง ทำได้เช่นเดียวกับการกำหนดตอนแต่ละตอน ควรกำหนดให้มีตั้งแต่ 2 หัวเรื่องขึ้นไป แนวทางการกำหนดหัวเรื่องมีดังนี้

ก. กำหนดหัวเรื่องแบบง่าย โดยแบ่งตามโครงสร้างที่ปรากฏ

ข. กำหนดหัวเรื่องแบบตายตัว ตามนักวิชาการกำหนดไว้

ค. กำหนดหัวเรื่องแบบยึดระดับสติปัญญา กำหนดตามระดับพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

ง. กำหนดหัวเรื่องแบบบูรณาการ กำหนดตามการเชื่อมโยงสัมพันธ์กับ

วิชาอื่น

(2) ข้อควรคำนึงในการแบ่งหัวเรื่อง การแบ่งหัวเรื่องมีข้อควรระมัดระวังเช่นเดียวกับการแบ่งตอน มิให้มีจำนวนหัวเรื่องมากเกินไป โดยปกติมักนิยมให้มีไม่เกิน 6 เรื่อง

3.3.4 การกำหนดแนวคิด แนวคิด เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เขียนหน่วยมีเป้าหมายเกี่ยวกับเรื่องที่เขียนเด่นชัด และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนได้ง่ายขึ้น การกำหนดแนวคิดเป็นการกำหนดข้อความที่แสดงแก่น หรือเป้าหมายเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อสรุปรวมและข้อแตกต่างเกี่ยวกับเรื่องนั้น การกำหนดแนวคิดสรุปสาระสำคัญดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.45)

1) การกำหนดระดับของแนวคิด เหตุผลที่ต้องให้แนวคิดของแต่ละเรื่อง เนื่องจากแนวคิดเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เขียนตำราทางไกล มีเป้าหมายเกี่ยวกับเรื่องที่จะเขียนได้เด่นชัดขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนได้ง่าย การกำหนดแนวคิดควรกำหนดเป็นข้อความที่แสดงถึงแก่น หรือเป้าหมายเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปรวมและข้อแตกต่างเกี่ยวกับเรื่องนั้น แนวคิด มี 2 ระดับ คือ

(1) แนวคิดระดับกว้าง เป็นแนวคิดที่กำหนดไว้อย่างกว้าง ๆ โดยไม่มีลักษณะเฉพาะ

(2) แนวคิดระดับนำไปใช้ เป็นแนวคิดที่จำแนกแนวคิดระดับกว้างให้มีลักษณะจำเพาะลงไป เหมาะสำหรับใช้เป็นแนวคิดระดับตอนหรือหัวเรื่อง

2) วิธีการกำหนดแนวคิด แนวทางในการเขียนแนวคิดระดับตอนและหัวเรื่อง ควรเขียนโดยการแยกเป็นข้อ ๆ จำแนกลักษณะของแนวคิดให้ชัดเจน ให้ภาษาที่ชัดเจนและครอบคลุมประเด็นสำคัญให้ครบถ้วน

(1) มีแนวคิดในทุกตอนโดยแยกเป็นข้อ ๆ มีจำนวนแนวคิดอย่างน้อย เท่ากับจำนวนตอน แนวคิดในแผนการสอนประจำหน่วยจะเป็นระดับกว้างก็ได้ แต่ถ้าเป็นแนวคิดระดับแคบจะยิ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องได้ดียิ่งขึ้น

(2) มีแนวคิดในทุกหัวข้อเรื่องโดยแยกเป็นข้อ ๆ เขียนแนวคิดสำหรับทุกหัวเรื่องอย่างน้อยหัวเรื่องละหนึ่งแนวคิด และเป็นแนวคิดในระดับนำไปใช้ได้

(3) จำแนกลักษณะของแนวคิดให้ชัดเจน ลักษณะแนวคิดจำแนกได้ 2 ประเภท คือ (1) ลักษณะจำเพาะ หมายถึง ลักษณะที่ขาดไม่ได้ และ (2) ลักษณะประกอบ หมายถึง ลักษณะที่อาจมีหรือไม่มีก็ได้ การเขียนแนวคิดควรเรียงลำดับลักษณะจำเพาะก่อน แล้วตามด้วยลักษณะประกอบ โดยแสดงออกในรูปของคำหลัก (Keywords)

(4) ใช้ภาษาที่มีการชัดเจนอย่างดี เลี่ยงการใช้คำที่มีความหมายกำกวมหรือคำพุ่มเพื่อย และต้องไม่มีลักษณะของการอธิบายที่เยิ่นเย้อ

(5) ครอบคลุมประเด็นสำคัญครบถ้วน เพื่อป้องกันความไม่สมบูรณ์ของประเด็นต่างๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนรับแนวคิดนั้นไปแบบไม่ถูกต้อง หากแนวคิดนั้นอยู่ในระหว่างการตรวจสอบหรือยังไม่ชัดเจนที่ยอมรับกันทั่วไป ควรใช้คำว่า “อาจ” หรือถ้อยคำที่มีลักษณะยกเว้นอื่นๆ เช่น “บางส่วน” “ส่วนมาก” “บางครั้ง” เป็นต้น

3.3.5 การเขียนวัตถุประสงค์ พิจารณาไตรยางค์การเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ วัตถุประสงค์ ประสบการณ์การเรียนรู้ และการประเมิน องค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน การเขียนวัตถุประสงค์เป็นองค์ประกอบแรกที่ต้องกำหนดไว้เริ่มต้นกระบวนการ เพื่อให้การทำกิจกรรม และการประเมินผลมีความสอดคล้องกันกับวัตถุประสงค์ รายละเอียดของการเขียนวัตถุประสงค์ มีดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.48)

1) ความหมายของวัตถุประสงค์ คำว่า “วัตถุประสงค์” คือ จุดประสงค์ หรือสิ่งที่ตั้งความปรารถนาหรือความต้องการ และ “พฤติกรรม” คือ กิริยาอาการ ความคิด และความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งแวดล้อม การปฏิบัติตัว (มานิต มานิตเจริญ, 2507, น.652, น.868)

ส่วน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.51) กล่าวว่า “พฤติกรรม” หมายถึง กิจกรรมหรือการกระทำที่ผู้เรียนแสดงออก ซึ่งสามารถสังเกตหรือวัดได้ ดังนั้น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) คือ จุดมุ่งหมายการเรียนการสอนประเภทหนึ่งที่มุ่งวัดการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการดูพฤติกรรมที่ได้เปลี่ยนแปลงไปในตัวผู้เรียน

2) พฤติกรรมที่กำหนดในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ กิจกรรมหรือการกระทำที่ผู้เรียนแสดงออกมา ลักษณะของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องสังเกตเห็นได้และสามารถวัดได้ว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การวัดหรือสังเกตพฤติกรรมกระทำได้ 2 วิธี คือ สังเกตการกระทำของผู้เรียนในขณะนั้น และสังเกตผลของกระทำ

3) องค์ประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

(1) พฤติกรรม (Behavior) เป็นการกำหนดว่าจะให้ผู้เรียนกระทำอะไร ตามที่ผู้สอนหวังให้พฤติกรรมเปลี่ยนไป คำที่กำหนดพฤติกรรมต้องเป็นคำแสดงการกระทำ

(2) เงื่อนไข (Conditions) เป็นการขยายพฤติกรรมว่าทำอะไร เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไร และกระทำอย่างไร

(3) เกณฑ์หรือมาตรฐาน (Criterion or Standard) เป็นการกำหนดว่าผู้เรียนเกิดพฤติกรรมมากน้อยเพียงใด

4) การกำหนดวัตถุประสงค์ตามประเภทของพฤติกรรม จำแนกได้ 3 ประเภท คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย พฤติกรรมด้านจิตพิสัย และพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

(1) การกำหนดวัตถุประสงค์ตามประเภทของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) หมายถึง พฤติกรรมด้านความรู้/ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ฯลฯ โดยสิ่ง ที่ควรคำนึงถึง 4 ประการ คือ

ก. กำหนดความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ กิจกรรม และการประเมินให้ชัดเจน

ข. แสดงวัตถุประสงค์ไว้ชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เขียนมุ่งหวังอะไร

ค. ทำการวิเคราะห์ระดับพฤติกรรมในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อรักษาสมดุล ให้อยู่ในระดับพฤติกรรมที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป

ง. หลีกเลี่ยงการกำหนดพฤติกรรมที่ให้ผู้เขียน “บอก” หรือ “อธิบาย” สิ่ง que ผู้เรียนได้อ่านมาแล้ว

(2) การกำหนดวัตถุประสงค์ตามประเภทของพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective Domain) หมายถึง พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกรและการแสดงออกของความรู้สึกรทางจิตใจ แต่พฤติกรรมด้านจิตพิสัย เป็นพฤติกรรมที่สังเกตและวัดได้ยาก การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยจึงควรกำหนดหลักในการเขียน ดังนี้

ก. การเปลี่ยนพฤติกรรมด้านจิตพิสัย

ข. พฤติกรรมทางจิตพิสัยจะมีตัวชี้หรือตัวส่อเจตนาออกมาให้สังเกตได้เสมอ โดยเลือกตัวชี้ที่เหมาะสมกับการวัดพฤติกรรม

(3) การกำหนดวัตถุประสงค์ตามประเภทของพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) หมายถึง จุดหมายการศึกษาที่มุ่งพัฒนาทักษะ ความชำนาญของผู้เรียน แม้ว่าการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยจะเขียนได้ไม่ยากนัก สามารถกำหนดพฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้ง่าย แต่การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมควรมีการคำนึงถึงคำที่แสดงพฤติกรรมนั้นต้องมีลักษณะที่เป็นทักษะการกระทำ ควรกำหนดเงื่อนไขไว้ชัดเจนให้ว่าผู้เรียนต้องทำอะไร และควรพิจารณาเรื่องระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้วยการกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสม การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ทักษะทางร่างกาย และทักษะทางสติปัญญา

ก. ทักษะทางร่างกาย เป็นทักษะที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยการบัญชาของจิตใจ ครอบคลุมพลศึกษา หัตถศึกษา ศิลปศึกษา ฯลฯ

ข. ทักษะทางสติปัญญา เป็นทักษะที่เกิดจากการฝึกฝนทางสติปัญญา

3.3.6 การเสนอเนื้อหาในตำราทางไกล แนวทางการเสนอเนื้อหาในตำราทางไกลมีความแตกต่างกับการเสนอเนื้อหาในตำราทั่วไป โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเสนอเนื้อหาในตำราทางไกล คือ เนื้อหา การใช้ภาษา การใช้ภาพประกอบและวัสดุการศึกษาในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนเองตามลำพังได้โดยพึ่งพาคนอื่นน้อยที่สุด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.57)

1) แนวการเสนอเนื้อหา ด้วยความแตกต่างของการเขียนตำราทางไกลกับตำราทั่วไป ตำราทางไกลจึงมีความยืดหยุ่นและคล่องตัวในเรื่องการเสนอเนื้อหา แนวทางในการเสนอ

เนื้อหา มี 3 แนวทาง คือ (1) การเรียบเรียงใหม่ (2) การปรับงานเขียนที่มีผู้เขียนไว้แล้ว และ (3) การยกงานเขียนของผู้อื่นมาใช้

(1) การเรียบเรียงใหม่ เป็นการเขียนตำราทางไกลในแนวที่สถาบันการศึกษาทางไกลสนับสนุน ผู้เขียนต้องมีข้อมูลพร้อมที่จะนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นงานเขียนของตนเอง

(2) การปรับงานเขียนที่มีผู้เขียนไว้แล้ว มีความสอดคล้องกับเรื่องที่กำลังจะเขียน พิจารณาเห็นแล้วว่ามีคุณภาพ สามารถนำมาใช้ในการปรับงานเขียนที่มีอยู่แล้วได้ แต่ต้องขออนุญาตให้ถูกต้อง สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมี 5 ประการ คือ ความถูกต้องของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จุดยืนด้านความคิดเห็น ความเหมาะสมของเนื้อหา ความสนใจของเจ้าของงานเขียน และลิขสิทธิ์ของงานเขียนนั้นที่จะนำมาใช้

(3) การยกงานเขียนของผู้อื่นมาใช้ ในกรณีที่เจ้าของงานเขียนนั้นเป็นพระมหากษัตริย์ พระบรมราชวงศ์ บุคคลสำคัญ ผู้ที่มีชื่อเสียง หรือผู้ที่ล่วงลับไปแล้ว เพื่อพิจารณาเห็นว่างานเขียนนั้นมีค่าต่อการนำมาใช้ในการเสนอเนื้อหา ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็นการเขียนของบุคคลนั้นในรูปแบบดั้งเดิม กระทำได้โดยยกงานเขียนนั้นมาทั้งหมด หรือหน่วยเดียว หรือกลุ่มของหน่วยเป็นต้น หรือพิจารณาแล้วว่าเหมาะสมตามนัยเดียวกันกับงานเขียนของตนได้

2) สิ่งที่ต้องคำนึงในการเสนอเนื้อหาสาระในตำราทางไกล เพื่อให้ผู้อ่านน่าสนใจและเข้าใจได้ง่าย สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การใช้ภาษา การให้ตัวอย่าง การใช้อุปมาอุปไมย การใช้ข้อความกระชับรัด และการใช้ภาพประกอบ

3) การกำหนดภาพประกอบ ภาพประกอบ หมายถึง ภาพถ่าย ภาพเขียน หรืองานลายเส้นในรูปแบบต่าง ๆ ที่ใส่เข้าไปในตำราทางไกล เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจแนวคิดและเนื้อหาสาระชัดเจนยิ่งขึ้น ภาพประกอบที่นิยมใช้ ได้แก่ ภาพถ่าย ภาพเหมือนจริง การ์ตูน ภาพสเก็ต แผนภูมิ กราฟ และตาราง

(1) วัตถุประสงค์การใช้ภาพประกอบ มีจุดมุ่งหมายบางประการที่ช่วยในการเสริมสร้างความเข้าใจแก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี คือ

- ก. เพื่อให้เห็นลักษณะรูปร่างของสิ่งที่ผู้เขียนกล่าวถึง
- ข. เพื่อเข้าใจให้เกิดอารมณ์ ความสนใจของสิ่งที่บรรยาย
- ค. เพื่อวิเคราะห์ให้เห็นขั้นตอน
- ง. เพื่อแสดงจำนวน

(2) ขนาดและการใช้รายละเอียดของภาพประกอบ โดยทั่วไปของสถาบันการศึกษาทางไกลมักกำหนดขนาดมาตรฐานของภาพประกอบไว้ 4 ขนาด คือ ภาพเต็มหน้า ภาพครึ่งหน้าแนวนอน ภาพที่มีขนาดหนึ่งในสามของหน้าแนวนอน และภาพที่มีขนาดหนึ่งในสี่ของหน้าแนวตั้ง

(3) แนวทางในการกำหนดภาพประกอบ ทำได้ 2 แนวทาง คือ กำหนดภาพพร้อมไปกับการเขียนเรื่องนั้น และการเขียนหน่วยเสร็จก่อนจึงกำหนดภาพ

ก. กำหนดภาพพร้อมกับการเขียนเรื่องนั้น หมายความว่าในขณะที่ผู้เขียนเขียนหน่วยการเรียนรู้ในตำราทางไกล จะนึกถึงภาพประกอบไปพร้อมกันด้วยโดยเว้นพื้นที่ไว้ตามขนาดที่ต้องการ พร้อมกับคำเขียนอธิบายภาพ

ข. เขียนหน่วยเสร็จก่อนจึงกำหนดภาพ ซึ่งการเขียนภาพแบบนี้อาจต้องขอความช่วยเหลือจากนักเทคโนโลยีการศึกษาในด้านขนาด รายละเอียด และความเหมาะสมของภาพต่าง ๆ

3.3.7 การกำหนดกิจกรรม เป็นการกำหนดงานหรือภารกิจทุกอย่างที่กำหนดเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหลักจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาสาระต่าง ๆ ในตำราทางไกลของแต่ละเรื่อง แต่ละตอนแต่ละหน่วยจบสิ้นแล้ว (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.67)

1) วัตถุประสงค์ของการกำหนดกิจกรรม มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ

(1) เป็นการประยุกต์หลักจิตวิทยาที่มุ่งให้ผู้เรียนมีโอกาสลงมือปฏิบัติ และมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเอง

(2) เพื่อให้ผู้สอนมั่นใจได้ว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้

(3) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและทดสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง ภายหลังจากที่ได้ศึกษาเอกสารการสอนในตำราทางไกลด้วยตนเองแล้ว

(4) เป็นการช่วยให้ผู้เรียนต้องศึกษาเอกสารการสอนอย่างสม่ำเสมอ และไม่เกิดความเบื่อหน่าย

2) ประเภทของกิจกรรมที่ควรกำหนด มี 2 ประเภท คือ กิจกรรมระหว่างเรียน และกิจกรรมภาคปฏิบัติเสริมประสบการณ์

(1) กิจกรรมระหว่างเรียน ได้แก่ กิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้เรียนต้องทำในระหว่างที่ศึกษาดำราทางไกล

(2) กิจกรรมภาคปฏิบัติเสริมประสบการณ์ เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนกระทำภายหลังจากได้ศึกษาดำราทางไกล

3.3.8 การกำหนดแนวตอบ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.71) กล่าวว่า สภาพการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมี 4 ประการ คือ (1) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉงด้วยการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน (2) ผู้เรียนได้ทราบคำติชมทันที และแนวทางที่ถูกต้องในการตอบเพื่อให้ทราบว่าตนทำกิจกรรมถูกหรือผิด (3) ผู้เรียนได้รับแรงเสริมเพื่อสร้างประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จน่าภูมิใจ และ (4) ผู้เรียนได้เรียนรู้และใคร่ครวญไปตามลำดับ ซึ่งการที่ผู้เรียนได้รับคำติชมทันทีจะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่จะเรียนดียิ่งขึ้น วิธีการให้คำติชมใน

ลักษณะที่ผู้เรียนสามารถตรวจสอบคำตอบหรือผลการปฏิบัติกิจกรรมได้ด้วยตนเอง และพึ่งพาผู้อื่นน้อยที่สุด คือ การให้คำตอบในรูปของ “แนวตอบ”

1) แนวตอบ คือ การกำหนดข้อความที่ช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบของตนตามที่เขียนไว้ในแบบฝึกปฏิบัติ เพื่อให้ทราบว่าตนตอบผิดหรือถูก ดีหรือไม่ดีอย่างไร จะได้แก้ไขให้ถูกต้อง

2) วิธีการให้แนวตอบ ต้องทำทันทีหลังจากกำหนดกิจกรรมแล้ว โดยใส่ไว้ใต้กรอบกิจกรรม มีเส้นตรงยาวขนานบนและล่าง อาจทำเป็นสีเทาอ่อนก็ได้ การให้แนวตอบที่ปฏิบัติกันอยู่ในสถาบันการศึกษาทางไกลมี 6 วิธี คือ (1) การแนะวิธีตอบ (2) การให้ดูเป็นตัวอย่าง (3) การสรุปประเด็นที่จำเป็น (4) การให้เฉลย (5) การชี้แจงแหล่งตรวจสอบ และ (6) การให้ผู้เรียนตรวจสอบด้วยตนเองกับเพื่อนนักศึกษา

3) ข้อควรพิจารณาในการให้แนวตอบ เพื่อประโยชน์ของผู้เรียนควรพิจารณาและคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

- (1) ให้แนวตอบกิจกรรมที่ชัดเจน
- (2) ให้แนวตอบเช่นเดียวกับที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบ
- (3) ไม่ควรให้แนวตอบยาวเกินไป
- (4) มีสาระเพียงพอที่ผู้เรียนจะตรวจสอบ
- (5) อธิบายพื้นฐานความเข้าใจของผู้เรียนก่อนให้แนวตอบ
- (6) ป้องกันไม่ให้ผู้เรียนดูแนวตอบ

3.3.9 การเขียนแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.75) กล่าวว่า แบบประเมินตนเองก่อนเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจความพร้อมและความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนที่จะเรียนเนื้อหาสาระของหน่วยใดหน่วยหนึ่ง แบบประเมินหลังเรียน เป็นเครื่องมือตรวจสอบความรู้ที่ผู้เรียนได้รับเพิ่มขึ้น การเปรียบเทียบผลการประเมินตนเองก่อนเรียนและการประเมินตนเองหลังเรียน จะทำให้ผู้เรียนทราบพัฒนาการในการเรียนรู้ของตนเอง

1) ความสำคัญของการประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน การประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียนมีความสำคัญ ดังนี้ คือ (1) เป็นเครื่องมือวัดความแตกต่างของผู้เรียน (2) เป็นเครื่องมือให้ผู้เรียนเรียนสำเร็จด้วยตนเอง (3) เป็นเครื่องมือวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน และ (4) เป็นแนวทางในการเพิ่มพูนความรู้และทักษะของผู้เรียน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.76)

(1) เป็นเครื่องมือวัดความแตกต่างของผู้เรียนของสถาบันการศึกษาทางไกล ซึ่งมีความรู้พื้นฐาน ความพร้อม อาชีพ ระดับการศึกษา ความถนัดที่แตกต่างกัน สถาบันการศึกษาทางไกลจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าศึกษาได้อย่างกว้างขวาง โดยกำหนดพื้นฐานความรู้ขั้นต่ำสุดที่เพียงพอสำหรับหลักสูตรการศึกษานั้นๆ

(2) เป็นเครื่องมือให้ผู้เรียนเรียนสำเร็จด้วยตนเอง จากความแตกต่างดังได้กล่าวในข้างต้นนั้น ผู้เรียนควรสำรวจตนเองเพื่อวางแผนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแผนการสอน โดยการทำแบบประเมินตนเองก่อนเรียน ซึ่งจะทำให้ทราบว่าตนเองมีพื้นฐานความรู้อย่างไร ควรปรับปรุงในด้านใดเป็นพิเศษ

(3) เป็นเครื่องมือวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาตามแผนการเรียนของตนที่วางไว้ในระยะหนึ่งตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแล้ว ควรทำแบบประเมินหลังเรียนเพื่อสำรวจความก้าวหน้าว่าตนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพียงใด ซึ่งแบบประเมินตนเองหลังเรียนจะต้องวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้เช่นเดียวกับแบบประเมินตนเองก่อนเรียน เพื่อเปรียบเทียบได้ว่าผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

(4) เป็นแนวทางในการเพิ่มพูนความรู้และทักษะของผู้เรียน ภายหลังจากผู้เรียนทำแบบฝึกปฏิบัติหลังเรียนแล้วกลับไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม จะเป็นการพัฒนาทักษะและความรู้ในเนื้อหานั้นเพิ่มมากขึ้น

2) แบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน วัตถุประสงค์ กิจกรรม และเนื้อหาวิชา มีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่งในการเรียนทางไกล ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.76) ได้กล่าวว่า การเขียนแผนการสอน โดยหัวใจของแผนการสอน คือ แนวคิด และวัตถุประสงค์การสอนที่เขียนในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทั้งวัตถุประสงค์ของหน่วย และวัตถุประสงค์ของตอน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดขอบเขตเนื้อหา ซึ่งต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้ การเสนอเนื้อหาต้องสร้างสถานการณ์และกิจกรรมที่มุ่งฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์ต่าง ๆ มีความรู้ และทัศนคติต่อเนื้อหานั้น เมื่อวัตถุประสงค์ การเสนอเนื้อหา และกิจกรรมมีความสอดคล้องกันแล้ว การเขียนแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียนก็ต้องสร้างให้สอดคล้องด้วยเช่นเดียวกัน

สัดส่วนของแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน ต้องสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแผนการสอนระดับตอน โดยยึดหลักการให้มีข้อสอบต่อวัตถุประสงค์ทุกข้อ การออกข้อสอบที่ดีต้องมีการกำหนดสัดส่วนการวัดระดับพฤติกรรม ควรพิจารณาความยากง่ายและเวลาในการทำตามด้วย แต่ทั้งนี้การออกแบบข้อสอบต้องอยู่ในขอบเขตของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.77)

3.4 แบบฝึกปฏิบัติ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.21) กล่าวว่า หลักการในทางจิตวิทยาการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนมีความกระฉับกระเฉง เรียนรู้แบบปฏิบัติ (Active Participation) จำเป็นต้องมีแบบฝึกปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ระหว่างเรียนและหลังศึกษาทางไกล

3.4.1 ความจำเป็นที่ต้องการมีแบบฝึกปฏิบัติในการสอนทางไกล ควรแยกออกเป็นเล่มต่างหาก เพราะระบบการสอนทางไกลนั้นผู้เรียนไม่ได้เข้าฟังในชั้นเรียนปกติ เนื่องจาก

ศึกษาเองจากตำราทางไกล ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับการฟังบรรยายในชั้นเรียน เมื่อมีการฟังบรรยาย ผู้เรียนจำเป็นต้องจดบันทึกเนื้อหาที่ได้ฟัง การศึกษาตำราทางไกลก็เช่นกัน ผู้เรียนควรมีบันทึกสาระของเนื้อหาที่เรียนเช่นนั้นด้วย แบบฝึกปฏิบัติจึงเป็นเครื่องมือที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมต่างๆ ที่ถูกกำหนดไว้

3.4.2 ความหมายของแบบฝึกปฏิบัติ (Work book) เป็นเอกสารที่จัดเตรียมไว้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาควบคู่กับตำราทางไกลในการเรียนแต่ละหน่วย เพื่อประเมินตนเองก่อนเรียน บันทึกสาระของแต่ละหัวเรื่องที่ทำกิจกรรม เขียนรายงานผลกิจกรรมภาคปฏิบัติ และทำแบบประเมินตนเองหลังเรียน

3.4.3 องค์ประกอบของแบบฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วย

- 1) คำชี้แจงการใช้แบบปฏิบัติ
- 2) แบบประเมินตนเองก่อนเรียน
- 3) กระดาษคำตอบ
- 4) บันทึกสาระสำคัญและกิจกรรมต่าง ๆ
- 5) แบบประเมินตนเองหลังเรียน
- 6) เฉลยแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน

3.4.4 แนวทางการกำหนดเนื้อหาที่ให้บันทึกสาระสำคัญและการให้ตอบกิจกรรม แนวทางการกำหนดเนื้อหาที่ให้บันทึกสาระสำคัญ เป็นการจัดสภาพการณ์ที่จะให้ผู้เรียนได้สรุปประเด็นสำคัญจากที่ได้ศึกษาสาระจากตำราทางไกลในแต่ละหัวเรื่อง ส่วนการให้ตอบกิจกรรมที่มีกำหนดไว้ในตำราทางไกลนั้น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิจารณาสาระนั้นให้เข้าใจในเรื่องที่เรียนดีขึ้น

3.5 สไลด์คอมพิวเตอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์ (Computer slide) เป็นสื่อวัสดุประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่นิยมใช้กันมากในการสอน การนำเสนอผลงาน หรือใช้เพื่อประกอบการบรรยาย ถือได้ว่าเป็นสื่อที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่ใช้กับชุดการสอนทางไกล สไลด์คอมพิวเตอร์ ครอบคลุม (1) ความหมาย (2) ความสำคัญ และ (3) ข้อคำนึงถึงในการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ (วาสนา ทวีกุลทรัพย์. 2552, น.4)

3.5.1 ความหมายของสไลด์คอมพิวเตอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่เสนอผ่านจอภาพ ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง และเสียง เพื่อส่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาและรับฟังล่วงหน้า หรือใช้พร้อมประกอบการบรรยาย

3.5.2 ความสำคัญของสไลด์คอมพิวเตอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์มีความสำคัญ ได้แก่ การทำให้ผู้สอนถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์มายังผู้เรียน การทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียน และการทำให้ผู้สอนได้ให้ความรู้และประสบการณ์ครบถ้วน โดยมีรายละเอียด ดังนี้คือ

1) ทำให้ผู้สอนถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์มายังผู้เรียนให้เข้าใจเนื้อหา และประสบการณ์ได้ดียิ่งขึ้น ด้วยข้อความที่เป็นคำสำคัญหลักและสำคัญรอง มีภาพประกอบช่วยในการบรรยายสรุปของผู้สอน

2) ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียน นอกเหนือจากการฟังบรรยายของผู้สอนเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนยังได้เห็นข้อความ ภาพนิ่ง หรือคำสำคัญในรูปของสื่อโสตทัศน เช่น แผนภูมิ กราฟ แผนภาพ เป็นต้น ทำให้น่าสนใจในเนื้อหาที่บรรยาย

3) ทำให้ผู้สอนให้ความรู้ครบถ้วน เพราะสไลด์คอมพิวเตอร์ที่นำเสนอจะเสนอได้ตรงกับหัวข้อหรือหัวข้อย่อย หรือคำสำคัญที่จะสอน ทำให้ผู้สอนตรวจสอบการนำเสนอเนื้อหาได้ครบถ้วน

3.5.3 ข้อคำนึงถึงในการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ สไลด์คอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่นิยมให้สำหรับการบรรยาย การนำมาใช้ควรมีแนวทางในการผลิตตามส่วนประกอบของสไลด์คอมพิวเตอร์ ได้แก่ ข้อความหรือคำสำคัญ ตัวอักษร การให้สี ภาพ การใช้แผนภูมิ หรือกราฟ การใช้เครื่องชี้หน้า การจัดตำแหน่ง และการใช้เทคนิคการนำเสนอ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) ข้อความหรือคำสำคัญ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญซึ่งในสไลด์คอมพิวเตอร์ไม่ควรมียาวเกินไป หรือนำสิ่งพิมพ์ในหน้ากระดาษมาตัดวางบนสไลด์ ควรมีเฉพาะคำสำคัญหลักหรือคำสำคัญรองเท่านั้น

2) ตัวอักษร ควรมีขนาดใหญ่พอที่ผู้เรียนที่นั่งแถวหลังสามารถอ่านเห็นได้ชัดเจน รูปแบบอักษรควรมีหัวและเส้นที่คมชัด ควรเป็นรูปแบบที่นิยมใช้อักษรที่มีสีตัดกับสีพื้นของสไลด์คอมพิวเตอร์ ควรตรวจสอบการสะกดคำให้ถูกต้อง และเว้นวรรคตอนให้หน้าอ่าน

3) การใช้สีพื้นของสไลด์คอมพิวเตอร์ ควรเลือกให้เหมาะสมและสัมพันธ์กับตัวอักษร

4) ภาพที่ใช้ในสไลด์คอมพิวเตอร์ ควรระวังในเรื่องของลิขสิทธิ์ เลือกใช้ให้สวยงามสอดคล้องกับเนื้อหา ขนาด และตำแหน่งการวาง

5) การใช้แผนภูมิ หรือกราฟ หรือแผนภาพ เพื่อให้การนำเสนอที่น่าสนใจ ผู้ผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อความหรือคำสำคัญให้อยู่ในรูปของแผนภูมิ กราฟ หรือแผนภาพ

6) การใช้เครื่องหมายชี้หน้า (Sign Post) เครื่องหมายที่ประกอบด้วยตัวเลข หรือตัวอักษรที่มีข้อความสั้น มีลูกศรชี้พร้อมทั้งเส้นโยงไปที่ภาพเพื่ออธิบายแต่ละส่วนในภาพที่นำเสนอในสไลด์คอมพิวเตอร์ให้เข้าใจ

7) การจัดตำแหน่ง การจัดตำแหน่งตัวอักษรและภาพ เป็นสิ่งที่จะดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

8) การใช้เทคนิคในการนำเสนอ สไลด์คอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่เหมือนกันภาพหนึ่ง ผู้ผลิตสามารถเพิ่มความน่าสนใจโดยใช้เทคนิคมาช่วยในการผลิตและการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ได้ แต่ไม่ควรใช้มากเกินไปหลายรูปแบบ เพราะจะทำให้ผู้เรียนสับสน เวียนหัว

โดยสรุป สไลด์คอมพิวเตอร์ เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่นำเสนอผ่านจอภาพในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง และเสียง ใช้ประกอบการบรรยายสดจากผู้สอน หรือบันทึกเสียงลงในไฟล์เสียงเพื่อสื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจ สไลด์คอมพิวเตอร์มีความสำคัญต่อผู้เรียนทำให้เข้าใจเนื้อหาและประสบการณ์ที่ผู้สอนถ่ายทอดได้อย่างครบถ้วนไม่ตกหล่น ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย แนวทางในการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์ ครอบคลุม ข้อความหรือคำสำคัญ ตัวอักษร การให้สี ภาพ การใช้แผนภูมิ หรือกราฟ หรือแผนภาพ การใช้เครื่องชี้นำ การจัดตำแหน่ง และการใช้เทคนิคการนำเสนอ

4. หลักสูตรรายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรรายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ ครอบคลุม (1) ปรัชญาของหลักสูตร และ (2) คำอธิบายรายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2

4.1 ปรัชญาของหลักสูตร

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2555) ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นหลักสูตรระดับปริญญาตรี 4 ปี มีจำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร 149 หน่วยกิต

ปรัชญาของหลักสูตร คือ “ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้และทักษะในการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางวิศวกรรมไฟฟ้า โดยหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า เน้นผลิตบัณฑิตให้เป็นครูช่างอุตสาหกรรมในสถานศึกษาและสถานประกอบการที่มีทักษะในการสอน การถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ต่อผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิศวกรรมไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความสามารถในการสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี”

4.2 คำอธิบายรายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ

ทักษะการถ่ายทอดของนักศึกษาในหลักสูตรจำเป็นต้องเรียนและฝึกฝน ซึ่งปรากฏอยู่ในหลักสูตรคือ รายวิชา 020003209 การฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 (Professional Experience II) เป็นรายวิชาที่มีเนื้อหาสาระวิชาเรียนในหมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาการศึกษาศาสตร์ของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2555) โดยคำอธิบายรายวิชา มีรายละเอียด ดังนี้

การฝึกปฏิบัติการสอนวิชาชีพเพื่อให้ได้รับประสบการณ์ตรง การวางแผนการสอน และจัดทำแผนบทเรียนที่เหมาะสมกับหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย การใช้เทคนิคการสอน การแก้ปัญหา ขณะทำการสอน การฝึกประสบการณ์ จัดลำดับเริ่มจากการสัมมนาและการจัดเตรียมการสอน ปฏิบัติการซ่อมสอน การฝึกสอนกับสถานการณ์จริง และประเมินผลการสอนหลังการสอน ภายใต้ การควบคุมและแนะนำอย่างใกล้ชิดจากอาจารย์นิเทศก์ทุกชั้นตอน

5. การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล

ชุดการสอนทางไกลที่ยึดสื่อพิมพ์เป็นสื่อหลัก เป็นชุดการสอนที่บรรจุเนื้อหาสาระส่วนใหญ่ไว้ในสื่อหลัก คือ สิ่งพิมพ์ในรูปแบบของตำราทางไกล หรืออาจเรียกชื่ออย่างอื่น มีแบบฝึกปฏิบัติ และมีสื่อเสริมในรูปแบบต่าง ๆ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.10) เมื่อผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอดแล้ว จำเป็นต้องนำชุดการสอนทางไกลไปทดสอบหาประสิทธิภาพเพื่อ ตรวจสอบคุณภาพของชุดการสอนทางไกลก่อนนำไปใช้จริง วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ ประสิทธิภาพ ครอบคลุม (1) ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ (2) ความจำเป็นของการ ทดสอบประสิทธิภาพ (3) ขั้นตอนของการทดสอบประสิทธิภาพ และ (4) การกำหนดเกณฑ์ของการ ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล โดยยึดแนวทางการทดสอบประสิทธิภาพของ ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ โดยผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญของการทดสอบประสิทธิภาพ ดังนี้

5.1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล (Developmental Testing) เป็นการตรวจสอบคุณภาพของชุดการสอนทางไกล ซึ่งเป็นชุดการสอนที่บรรจุเนื้อหาสาระส่วนใหญ่ไว้ใน สื่อหลัก คือ สิ่งพิมพ์ในรูปแบบของตำราทางไกล เพื่อให้ทราบว่าชุดการสอนทางไกลที่เป็นสื่อหลักประเภท สิ่งพิมพ์ในรูปแบบของตำราทางไกลมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยนำชุดการสอนทางไกลไป ทดลองใช้เบื้องต้น (Tryout) จนแน่ใจว่าแต่ละหน่วยนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.79)

5.2 ความจำเป็นของการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล การทดสอบ ประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกล มีความจำเป็น 3 ประการ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.78) คือ

5.2.1 เพื่อประกันคุณภาพว่าชุดการสอนทางไกลมีคุณภาพ เหมาะสมที่จะลงทุนผลิต จำนวนมาก คู้มค่าในการลงทุน เกิดประโยชน์และไม่สิ้นเปลืองทั้งเงินและเวลา

5.2.2 เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนสามารถเรียนจากสื่อการสอนที่มีคุณภาพแล้ว ผู้เรียนสามารถเข้าถึงชุดการสอนทางไกล แบบฝึกหัด วัสดุการศึกษา และสื่อในทุกรูปแบบที่มีคุณภาพสูงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และศึกษาด้วยตนเองได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนกำหนดไว้

5.2.3 เพื่อให้ได้ข้อมูลในการปรับปรุงชุดการสอนทางไกล การทดสอบประสิทธิภาพทำให้ได้รับข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงชุดการสอนทางไกลได้อย่างตรงจุด ทำให้ประหยัดเงินและเวลา

โดยสรุป การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอดมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนได้ศึกษาชุดการสอนทางไกลที่มีคุณภาพ

5.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล งานวิจัยนี้มีแนวทางการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล โดยการทดลองใช้เบื้องต้นเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ มี 3 ขั้นตอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.80) คือ

ขั้นที่ 1 ทดลองแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการนำชุดการสอนทางไกลกับผู้เรียนจำนวน 3 คนแบบ 1:1 โดยผู้สอนทดลองกับผู้เรียนที่มีผลการเรียนในระดับดี ปานกลาง และอ่อน ซึ่งในขณะทำการทดลองผู้สอนต้องคอยสังเกตพฤติกรรมการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกลอย่างใกล้ชิด แล้วนำผลไปปรับปรุงให้ถึงเกณฑ์

ขั้นที่ 2 ทดลองแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดลองชุดการสอนทางไกลที่ปรับปรุงแล้วจากการทดลองแบบเดียวกับผู้เรียนอย่างน้อย 6-10 คน โดยผู้สอนสังเกตพฤติกรรมการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกลอย่างใกล้ชิด แล้วนำผลไปปรับปรุงให้ถึงเกณฑ์

ขั้นที่ 3 ทดลองแบบภาคสนาม (1:100) เป็นการทดลองชุดการสอนทางไกลที่ปรับปรุงแล้ว จากขั้นตอนการทดลองแบบกลุ่ม นำไปทดลองกับผู้เรียนส่วนที่เหลือตามสภาพความเป็นจริงของชั้นเรียน ซึ่งโดยทั่วไปควรมีประมาณ 40-100 คน

โดยสรุป ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอดที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ ใช้การทดสอบประสิทธิภาพโดยการทดลองใช้เบื้องต้นมี 3 ขั้นตอน คือ ทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม เพื่อนำผลการทดสอบแต่ละขั้นตอนมาปรับปรุงและสรุปผลที่ได้ศึกษา

5.4 การกำหนดเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล กำหนดเกณฑ์ทดสอบไว้ล่วงหน้า 2 เกณฑ์ คือ (1) เกณฑ์พัฒนาการของผู้เรียน และ (2) เกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการกับผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.79)

5.4.1 เกณฑ์พัฒนาการของผู้เรียน เป็นระดับความก้าวหน้าของผู้เรียนที่เกิดขึ้นหลังจากได้ศึกษาจากชุดการสอนทางไกล โดยพิจารณาว่าหลังจากศึกษาแล้วผู้เรียนมีความก้าวหน้าหรือมีความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ที่ระดับใด โดยพิจารณาความแตกต่างของคะแนน

การทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และการทดสอบหลังเรียน (Post test) ซึ่งควรจะกำหนดความเชื่อมั่น .01 หรือ .05 เป็นอย่างต่ำ โดยเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการแล้ว ผลการทดสอบหลังเรียนควรสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงจะถือว่าชุดการสอนทางไกล ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม

5.4.2 เกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการกับผลลัพธ์ การกำหนดเกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการกับผลลัพธ์ เป็นการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ด้านเกี่ยวกับ (1) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องหรือกระบวนการ (E_1) โดยพิจารณาจากกิจกรรมภาคปฏิบัติทุกอย่างที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำหลังจากศึกษาเนื้อหาสาระของแต่ละหัวเรื่องไปแล้ว และ (2) การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรือผลลัพธ์ (E_2) พิจารณาเป็นผลการทดสอบหลังเรียน ซึ่งการกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

1) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องหรือกระบวนการ (Transitional Behavior) เป็นการประเมินผลแบบต่อเนื่อง (Process) ที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมย่อย ๆ หลากหลายพฤติกรรมที่แสดงออกเป็นอย่างเป็นกระบวนการของผู้เรียน การประกอบกิจกรรมจากงานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นๆ ที่ผู้สอนกำหนดไว้

2) การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) เป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน เกณฑ์ระหว่างกระบวนการกับผลลัพธ์ ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย E_1/E_2 เมื่อ E_1 เป็นค่าร้อยละของประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นค่าร้อยละของประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นพุทธิพิสัยมักจะตั้งไว้ 90/90, 85/85, 80/80 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะพิสัยหรือจิตพิสัยอาจตั้งไว้คือ 80/80, 75/75 ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพที่ระดับเท่ากับเกณฑ์นั้นอาจเป็นการยากในการดำเนินการ เนื่องจากในระหว่างทดลองอาจมีตัวแปรแทรกซ้อนเกิดขึ้นได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน ความชำนาญในการใช้ชุดการสอนทางไกล เป็นต้น ซึ่งอาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดเกิดขึ้นได้ตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3) เกณฑ์ด้านคุณภาพชุดการสอนทางไกล เกณฑ์ด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล หาได้จากความพึงพอใจของผู้สอนและผู้เรียนที่ได้จากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล ได้แก่ (1) พัฒนาการในทางที่ดีของคุณลักษณะผู้เรียน เช่น การควบคุมตนเองหรือการมีวินัยของผู้เรียน การหาความรู้ด้วยตนเอง การสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียน การมีความรับผิดชอบ ฯลฯ (2) ด้านเทคนิคของชุดการสอนทางไกล เช่น ขนาด รูปแบบ ตำแหน่ง ความชัดเจน ความสอดคล้องของเนื้อหา ภาพต่าง ๆ ที่บรรจุในชุดการสอนทางไกล ฯลฯ และ (3) ความชอบและความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนทางไกล เกณฑ์ด้านคุณภาพชุดการสอนทางไกลที่ตั้งไว้ควรอยู่ในระดับดีมาก

(4.50-5.00) หรือ ดี (3.50-4.49) จากมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ หรือเกณฑ์ในรูปแบบอื่นที่สามารถตรวจสอบคุณภาพได้

โดยสรุป เกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด จะใช้ 3 เกณฑ์ คือ เกณฑ์พัฒนาการของผู้เรียน เกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการกับผลลัพธ์ และเกณฑ์ด้านคุณภาพชุดการสอนทางไกล โดย การยอมรับประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ มี 3 ระดับ คือ (1) สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่า ไม่เกิน 2.5% ขึ้นไป ต้องปรับกิจกรรมและแบบทดสอบและทดลองใหม่ หากค่ายังสูงเกินกว่า 2.5% ต้องปรับเกณฑ์ให้สูงขึ้น (2) เท่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกลเท่ากัน หรือสูงกว่า หรือต่ำกว่า เกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน $\pm 2.5\%$ และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกลต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกินกว่า 2.5% (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.11)

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการสอนทางไกล ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (1) งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอน และ (2) วิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนทางไกล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอน

วิสิฐ อุตมานนท์ (2553) วิจัยเรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อก ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนปฏิบัติการวิชาระบบการสื่อสาร 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.70/86.40 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 80/80 นักศึกษามีความพึงพอใจที่ได้เรียนจากชุดการสอนปฏิบัติการในระดับมาก ชุดการสอนนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน สำหรับการศึกษาในระดับปริญญาตรีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พิสิฐ สอนละ (2556) วิจัยเรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่อง วงจร เรโซแนนท์และวงจรรองความถี่ไมโครเวฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนแบบสื่อประสมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 82.56/82.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ร้อยละ 80/80 ผู้เรียนมีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียน มีความพึงพอใจต่อชุดการสอนระดับมากที่สุด

เอกพันธ์ พาเจริญ (2557) วิจัยเรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง สายอากาศไมโครสตริป สำหรับการศึกษาในระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอน

ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 79.11/78.33 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนในระดับมาก

วรรณิศา แก้วตาแสง (2559) วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง การออกแบบสายอากาศพื้นฐาน โดยใช้สื่อโปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.13/77.78 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 75/75 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นในระดับมาก

โดยสรุป งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนดังกล่าว พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี เพื่อให้มีความรู้และทักษะการลงมือปฏิบัติการในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนทางไกล

นัตยา แก้วใส (2549) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบและชุดการสอนทางไกล สาขาการบริหารและการจัดการอุตสาหกรรม สำหรับบุคลากรในโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน ผลการทดลองชุดการศึกษาทางไกล พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 82/92

Yogendra Joshi, Avram Bar-Cohen, and Sushi Bhavnani (1997) ทำวิจัยเรื่อง Distance Learning Paradigms in Electronics Packaging: A National Course on Thermal Design of Electronic Products ได้พัฒนาวัสดุอุปกรณ์ในชุดการสอนทางไกล วิชา อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อบูรณาการในสาขา electrical engineering ที่ต้องเรียนรู้ในศาสตร์เกี่ยวกับสหสาขาวิชาชีพ (multidisciplinary) ประกอบด้วย Videotaped lecture, Case studies and institution ใช้สอนร่วมกับการบรรยายในชั้นเรียน

Ian Jones, Anthony J. Handley, Richard Whitfield, Robert Newcombe, Douglas Chamberlain (2007) ทำวิจัยเรื่อง A preliminary feasibility study of a short DVD-based distance-learning package for basic life support ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างใช้เวลา 8 นาทีในการเรียนรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับการทำ CPR และการช่วยชีวิตพื้นฐาน ผ่าน Instructional DVD ที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครจำนวน 40 คน ภายหลังจากทดลองเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-instructional group) กับกลุ่มควบคุม ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ผ่านชุดการสอนทางไกลที่สร้างขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ด้วย DVD-based จากชุดการสอนทางไกลที่ใช้เรียนรู้ด้วยตนเองนี้สามารถใช้ในการฝึกอบรมได้เป็นอย่างดี รวมทั้งการเรียนทางไกล (Distance-learning) หรือ

การเพิ่มโอกาสทางการศึกษาในรูปแบบอื่นๆ และยังสามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้าได้อย่างไม่จำกัดอีกด้วย

Sushama P. Patil and Manisha Sawant (2010) ทำวิจัยเรื่อง Use of Multimedia Package & its Effectiveness in Teaching Programming Languages in Distance Learning of Undergraduate Students กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนทางไกลมีแนวโน้มที่จะบูรณาการเทคโนโลยี เพื่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายขึ้น โดยทำการพัฒนาชุดมัลติมีเดีย (Multimedia Package) สำหรับการสอน Programming Language ในรูปแบบของการสอนทางไกล ผลการทดลองพบว่าชุดการสอนทางไกลทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในแนวคิดของ Programming Language ได้ง่ายขึ้น

โดยสรุป งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนดังกล่าว พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี เพื่อให้มีความรู้และทักษะการลงมือปฏิบัติการในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรม ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการสอนทางไกล พบว่า (1) การใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นในรูปแบบการสอนทางไกลในปริญญาตรี พัฒนาขึ้นด้วยหลักการและทฤษฎีทางการศึกษาต่างๆ ที่มีความหลากหลายกัน (2) ชุดการสอนทางไกลประกอบด้วย แบบปฏิบัติแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน อุปกรณ์และวัสดุสำหรับใช้ในการเรียนการสอน (3) ประโยชน์ของชุดการสอนทางไกลสำหรับผู้สอน คือ สามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู วิทยากร ประหยัดเวลาและงบประมาณ (4) ประโยชน์ของชุดการสอนทางไกลสำหรับผู้เรียน คือ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักศึกษามีความพึงใจในรูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาสาระด้วยชุดการสอนรูปแบบการสอนทางไกล

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยครอบคลุมหัวข้อ (1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย (2) เครื่องมือการวิจัย (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

1.1 ประชากรในการวิจัย

ประชากรในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สังกัดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1,383 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สังกัดภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวนรวมทั้งสิ้น 36 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน มีดังนี้

1.2.1 เลือกแบบเจาะจงภาควิชา ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่มีการเปิดสอนหลักสูตรปริญญาตรีจำนวนทั้งสิ้น 4 ภาควิชา ได้แก่ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์โยธา และภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ผลการเลือกแบบเจาะจงได้ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า เหตุผลเนื่องมาจากหัวข้อเรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด เป็นพื้นฐานที่นักศึกษาทุกคน

ในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าต้องมีความรู้ เคยได้รับการศึกษามาตั้งแต่ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และยังได้ถูกสอนทบทวนเมื่อเข้ามาสู่การเรียนในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2

1.2.2 สุ่มนักศึกษาที่เรียนในหลักสูตรปริญญาตรี สังกัดภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า เปิดสอนระดับปริญญาตรี 2 หลักสูตร คือ (1) หลักสูตรปริญญาตรี 4 ปี และ (2) หลักสูตรเทียบโอน ผลการสุ่มนักศึกษาในหลักสูตร ได้นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี 4 ปี

1.2.3 สุ่มแขนงวิชาที่อยู่ภายในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรปริญญาตรี 4 ปี เปิดสอนอยู่ 2 แขนงวิชา คือ (1) แขนงวิชาไฟฟ้ากำลัง และ (2) แขนงวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ผลการสุ่มแขนงวิชา ได้นักศึกษาแขนงวิชาไฟฟ้ากำลัง

1.2.4 เลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี 4 ปี แขนงวิชาไฟฟ้ากำลัง ได้นักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 ได้จำนวน 36 คน จำนวน 1 ห้องเรียน เนื่องจากวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 ในปีการศึกษา 2560 นั้น เปิดสอนเฉพาะนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเท่านั้น

1.2.5 จำแนกผลการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ผลการเรียนที่ผ่านมาแล้วในรายวิชาที่มีลักษณะเนื้อหาวิชาที่ใกล้เคียงกับหัวข้องานวิจัย คือ รายวิชา 020213002 พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า (Fundamental of Electrical Engineering) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น จำแนกได้เป็นระบบ 8 เกรด ประกอบด้วย เกรด A (ค่าระหว่าง 80.00-100.00%) เกรด B+ (ค่าระหว่าง 75.00-79.99%) เกรด B (ค่าระหว่าง 70.00-74.99%) เกรด C+ (ค่าระหว่าง 65.00-69.99%) เกรด C (ค่าระหว่าง 60.00-64.99%) เกรด D+ (ค่าระหว่าง 55.00-59.99%) เกรด D (ค่าระหว่าง 50.00-54.99%) ซึ่งผลการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดสอบนี้ พบว่า มีเพียงเกรด A, B+, B, C+ และ C ไม่มีเกรด D+ และ D ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มนักศึกษาดังกล่าวออกเป็น 3 กลุ่ม เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างมี 3 เกณฑ์ คือ (1) นักศึกษาที่มีผลการเรียนตั้งแต่ B+ ขึ้นไป จำแนกได้ระดับเก่ง จำนวน 8 คน (2) นักศึกษาที่มีระดับคะแนน โดยมีผลการเรียนระดับ B จำแนกได้ระดับปานกลาง จำนวน 10 คน และ (3) นักศึกษาที่มีระดับคะแนนตั้งแต่ C และ C+ จำแนกได้ระดับอ่อน จำนวน 18 คน รวมทั้งสิ้น 36 คน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระดับผลการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง (n=36)

ระดับผลการเรียน	จำนวน (คน)
B+ ขึ้นไป ระดับเก่ง	8
B ระดับปานกลาง	10
C, C+ ระดับอ่อน	18

1.2.6 สุ่มนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 36 คน เข้ากลุ่มทดลอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ผลการสุ่มได้นักศึกษาจำนวน 3 คน ประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับเก่ง 1 คน นักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับปานกลางจำนวน 1 คน และ นักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับอ่อนจำนวน 1 คน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระดับผลการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (n=3)

ระดับผลการเรียน	จำนวน (คน)
B+ ขึ้นไป ระดับเก่ง	1
B ระดับปานกลาง	1
C, C+ ระดับอ่อน	1

1.2.7 สุ่มนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 33 คน เข้ากลุ่มทดลอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ผลการสุ่มได้นักศึกษาจำนวน 6 คน ประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับเก่ง 2 คน นักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับปานกลางจำนวน 2 คน และ นักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับอ่อนจำนวน 2 คน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ระดับผลการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (n=6)

ระดับผลการเรียน	จำนวน (คน)
B+ ขึ้นไป ระดับเก่ง	2
B ระดับปานกลาง	2
C, C+ ระดับอ่อน	2

1.2.8 เหลือนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาไฟฟ้ากำลัง ที่มีผลการเรียนคละกัน ได้นักศึกษาจำนวน 27 คน คือ ระดับเก่ง จำนวน 5 คน ระดับปานกลาง จำนวน 7 คน และ ระดับอ่อน จำนวน 15 คน จัดเข้ากลุ่มทดลองภาคสนาม ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระดับผลการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (n=27)

ระดับผลการเรียน	จำนวน (คน)
B+ ขึ้นไป ระดับเก่ง	5
B ระดับปานกลาง	7
C, C+ ระดับอ่อน	15

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ (1) เครื่องมือที่เป็นต้นแบบชิ้นงาน คือ ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด (2) เครื่องมือวัดผลลัพธ์ ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล และ (3) เครื่องมือทางสถิติ ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 การทดสอบค่าที ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในที่นี้ จะกล่าวเฉพาะเครื่องมือการวิจัย ได้แก่ (1) เครื่องมือที่เป็นต้นแบบชิ้นงาน และ (2) เครื่องมือวัดผลลัพธ์ ส่วนเครื่องมือทางสถิติได้กล่าวไว้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่เป็นต้นแบบชิ้นงาน

ต้นแบบชิ้นงานในการวิจัย คือ ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ยึดหลักการผลิตชุดการสอนทางไกลของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ประกอบด้วยสื่อหลัก คือ เอกสารการสอน และแบบฝึกปฏิบัติ มีสื่อเสริม คือ สไลด์คอมพิวเตอร์ ขอบข่ายเนื้อหาสาระจำนวน 2 ตอน ได้แก่ (1) สารกึ่งตัวนำ และ (2) ไดโอด โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน 4 ขั้นตอน คือ **ขั้นที่ 1** ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **ขั้นที่ 2** พัฒนาชุดการสอนทางไกล **ขั้นที่ 3** ตรวจสอบและปรับปรุง และ **ขั้นที่ 4** ทดลองใช้ชุดการสอนทางไกลเพื่อหาประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ (1) การศึกษาทางไกล (2) ชุดการสอนทางไกล (3) สื่อที่ใช้ในชุดการสอนทางไกล (4) หลักสูตรรายวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ

ขั้นที่ 2 พัฒนาชุดการสอนทางไกล ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ครอบคลุม (1) วิเคราะห์เนื้อหา (2) เขียนแผนการสอนประจำหน่วย และแผนการสอนประจำตอน (3) เขียนเนื้อหาสาระ (4) ผลิตเอกสารการสอนและแบบฝึกปฏิบัติ และ (5) ผลิตสื่อเสริม มีขั้นตอนดังนี้

2.1 วิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาสาระของวิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ ก่อนออกไปสอนจริงกับสถานศึกษา โดยหัวข้อการฝึกประสบการณ์การสอน ยึดคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหาสาระมีดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 เล่มที่ 2 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง เพื่อใช้สำหรับเป็นหัวข้อในการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพของนักศึกษา ก่อนออกไปสอนจริงกับสถานศึกษา

2) เลือกรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง เพราะเป็นหัวข้อที่นักศึกษาต้องนำไปใช้ฝึกสอนจริงในภาคเรียนถัดไป

3) ศึกษาคำอธิบายรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พบว่า จุดมุ่งหมายต้องการให้นักเรียนได้ทำการศึกษาและปฏิบัติ เกี่ยวกับโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N โครงสร้าง หลักการทำงาน สัญลักษณ์ ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า การต่อ การวัดและทดสอบไดโอด ไทริสเตอร์ วงจรรวมตั้งเวลารักษาแรงดันให้คงที่ และอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง วงจรเรียงกระแสด้วยไดโอด วงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ วงจรกำเนิดสัญญาณ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การทำแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบและบัดกรีอุปกรณ์ ทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่อง เมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาคำอธิบายรายวิชานี้แล้ว จึงทำการจำแนกหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ ในรายวิชาดังกล่าว ก่อนออกไปสอนจริงกับสถานศึกษา ตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรระดับ ปวช.

4) ผู้วิจัยจำแนกหน่วยการเรียนรู้จากคำอธิบายรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรระดับ ได้ 10 หน่วย ดังนี้ คือ

หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด ***

หน่วยที่ 2 วงจรเรียงกระแส

หน่วยที่ 3 วงจรรักษาและควบคุมแรงดันให้คงที่

หน่วยที่ 4 อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

หน่วยที่ 5 โครงสร้าง และสัญลักษณ์ และหลักการทำงานของไทริสเตอร์

หน่วยที่ 6 พื้นฐานวงจรรวมและวงจรตั้งเวลา

หน่วยที่ 7 วงจรกำเนิดสัญญาณ

หน่วยที่ 8 การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

หน่วยที่ 9 การทำแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบและบัดกรีอุปกรณ์

หน่วยที่ 10 การทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่อง

5) เลือกหน่วยการเรียนรู้เพื่อพัฒนาชุดการสอนทางไกล เพื่อให้ นักศึกษาได้ฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพนายวิชาดังกล่าว ก่อนออกไปสอนจริงกับสถานศึกษา ตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรระดับ ปวช. ซึ่งผู้วิจัยเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและ ไดโอด โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในการเรียน เกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของวัสดุสารกึ่งตัวนำ สำหรับนำไปประยุกต์ใช้งานในหน่วยอื่นต่อไปได้อย่างเข้าใจ

2.2 เขียนแผนการสอนประจำหน่วย และแผนการสอนประจำตอน

ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด วัตถุประสงค์ สื่อในชุดการสอนทางไกล กิจกรรมการเรียนรู้ และการ ประเมินผล เมื่อเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอดแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเขียน แผนการสอน ตามขั้นตอน คือ (1) กำหนดตอนที่ของหน่วยการเรียนรู้ (2) กำหนดหัวเรื่องและหัวเรื่อง ย่อยในแต่ละตอน (3) กำหนดแนวคิดประจำหน่วยการเรียนรู้ (4) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (5) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ (6) กำหนดสื่อในชุดการสอนทางไกล และ (7) กำหนดแนวทางการ ประเมิน ดังนี้

1) กำหนดตอนที่ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ได้ทั้งหมด 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ และ ตอนที่ 1.2 ไดโอด

2) กำหนดหัวเรื่องและหัวเรื่องย่อยในแต่ละตอน ดังตารางที่ 3.5

3) กำหนดแนวคิดประจำหน่วยการเรียนรู้ โดยศึกษาเนื้อหาในแต่ละหัว เรื่อง ใช้คำสำคัญ (Keyword) ของหัวเรื่องเขียนแนวคิดประจำหน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.6 และ ตารางที่ 3.7

4) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการระบุพฤติกรรมที่ต้องการ ให้นักศึกษามีพฤติกรรมที่กำหนด โดยผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนแต่ละหัวเรื่องที่ใช้ สำหรับฝึกประสบการณ์การสอน เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ดังตารางที่ 3.8

5) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดขั้นตอนการเรียนรู้ แบ่ง ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำแบบทดสอบตนเองก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารการสอนในชุดการสอนทางไกล ในรูปของ สิ่งพิมพ์ ซึ่งเป็นสื่อหลัก และใช้สไลด์คอมพิวเตอร์เป็นสื่อเสริม

ขั้นที่ 3 บันทึกสาระสำคัญและปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดให้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบจากแนวตอบ

ขั้นที่ 5 ทำแบบทดสอบตนเองหลังเรียน

6) กำหนดสื่อในชุดการสอนทางไกล ผู้วิจัยกำหนดสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อหลัก ได้แก่ เอกสารการสอน และแบบฝึกปฏิบัติ มีสื่อเสริม ได้แก่ สไลด์คอมพิวเตอร์

7) กำหนดแนวทางการประเมิน มีการประเมิน 2 ประเภท คือ (1) ประเมินผลจากกิจกรรมระหว่างเรียน มีลักษณะตอบคำถามสั้น และเติมคำ และ (2) ประเมินผลจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ตารางที่ 3.5 ตอนที่ หัวเรื่อง และหัวข้อย่อยของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

ตอนที่	หัวเรื่อง และหัวข้อย่อย
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ	<p>เรื่องที่ 1.1.1 สาร</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ความหมายของสารและสาร 2) เกณฑ์การจำแนกสาร 3) ปริมาณสารสัมพันธ์ 4) การเปลี่ยนสถานะของสาร <p>เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ความหมายของอะตอมและไอออน 2) แบบจำลองและโครงสร้างของอะตอม 3) พันธเคมี 4) สภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ
ตอนที่ 1.2 ไดโอด	<p>เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) กระบวนการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ 2) สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ 3) สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ 4) ผลของรอยต่อพีเอ็น <p>เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) โครงสร้างและสัญลักษณ์ 2) การทำงานของไดโอด 3) การตรวจสอบไดโอด 4) การประยุกต์ใช้งานไดโอด

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง	แนวคิดประจำตอน
เรื่องที่ 1.1.1 สสาร	สสาร คือ สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว เป็นสิ่งที่มีตัวตนและสัมผัสได้ สสาร คือ สิ่งที่มีมวล เป็นสสารที่มีลักษณะเฉพาะตน จำแนกสาร ได้ 4 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซและพลาสมา อนุภาคของสาร คือ ส่วนที่เล็กที่สุดของสารจำแนกได้ 3 ชนิด คือ อะตอม โมเลกุลและไอออน สารเปลี่ยนสถานะได้ 6 รูปแบบ คือ การระเหย การระเหิด การควบแน่น การแข็งตัว การตกผลึกและการหลอมเหลวหรือการละลาย
เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม	อะตอม คือ ส่วนที่เล็กที่สุดของสสารที่แสดงถึงลักษณะสมบัติของ ไอออน คือ กลุ่มอะตอมที่มีประจุสุทธิทางไฟฟ้า คือ ไอออนบวกและ ไอออนลบ โครงสร้างของอะตอมประกอบด้วย โปรตรอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยอะตอมของสารจะมีการเกาะกันด้วยแรงยึดเหนี่ยว เรียกว่า พันธะเคมี จำแนกเป็น พันธะโลหะ พันธะไอออนิก และ พันธะโควาเลนต์ สภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุเป็นสมบัติทางไฟฟ้า เป็นความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุ เป็นภาวะที่วัสดุยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนผ่านได้สภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ส่งผลต่อค่าความต้านทานของวัสดุ
เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	กระบวนการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ใช้วิธีการปลูกผลึกและการเจือสารลงในผลึกสารกึ่งตัวนำด้วยเทคนิคการปลูกผลึกแบบ Czochralski method (CZ) และเทคนิคแบบ Float Zone method (FZ) สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ (Intrinsic Semiconductor) มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 4 ตัว จับตัวแบบพันธะโควาเลนต์ มีสภาพการนำไฟฟ้าไม่ดี ต้องได้รับพลังงานกระตุ้นมากเพียงพอที่จะนำไฟฟ้า การเจือสารกลุ่มที่ 3 และ กลุ่มที่ 5 ทำให้เกิดเป็นสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ เกิดเป็นสารกึ่งตัวนำตัวนำชนิดพีและสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นผลของรอยต่อ P-N ไม่มีความต่างศักย์ เป็นบริเวณที่ปลอดภัย

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

เค้าโครงเนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด	โครงสร้างของไดโอด พิจารณาจากแถบพลังงานที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ คือ แถบวาเลนซ์ เมื่อได้รับพลังงานจากภายนอกเพียงเล็กน้อยมากกระตุ้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน ทำให้วาเลนซ์อิเล็กตรอนข้ามไปสู่ชั้นระดับพลังงานแถบนำกระแส คุณลักษณะของรอยต่อ P-N ของสารกึ่งตัวนำ Si และ Ge ทำให้ได้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ คือ ไดโอด มี 2 ขั้ว คือ แอนโอดและแคโทด ทำงานเป็นสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ เมื่อได้รับการไบอัสตรง ใช้มีเตอร์วัดหาแรงดันตกคร่อม คุณสมบัติ การจัดวงจรและสภาพการทำงานผิดปกติ
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ เรื่องที่ 1.1.1 สสาร เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม	<ol style="list-style-type: none"> 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “สสาร” แล้ว ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของสสารและสารได้ถูกต้อง 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “สสาร” แล้ว ผู้เรียนสามารถจำแนกสารได้ถูกต้อง 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “สสาร” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายอนุภาคของสารได้ถูกต้อง 4. หลังจากศึกษาเรื่อง “สสาร” แล้ว ผู้เรียนสามารถบอกการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารได้ถูกต้อง 5. หลังจากศึกษาเรื่อง “อะตอม” แล้ว ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของอะตอมและไอออนได้ถูกต้อง 6. หลังจากศึกษาเรื่อง “อะตอม” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายแบบจำลองและโครงสร้างของอะตอมได้ถูกต้อง 7. หลังจากศึกษาเรื่อง “อะตอม” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายพันธะเคมีของอะตอมได้ถูกต้อง 8. หลังจากศึกษาเรื่อง “อะตอม” แล้ว ผู้เรียนสามารถบอกสภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุได้ถูกต้อง

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

เค้าโครงเนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ตอนที่ 1.2 ไดโอด	1. หลังจากศึกษาเรื่อง “อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายกระบวนการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำได้ถูกต้อง
เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะสมบัติของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ได้ถูกต้อง
เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด	3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะสมบัติของสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ได้ถูกต้อง
	4. หลังจากศึกษาเรื่อง “อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะสมบัติของรอยต่อพีเอ็นได้ถูกต้อง
	5. หลังจากศึกษาเรื่อง “ลักษณะสมบัติของไดโอด” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและสัญลักษณ์ของไดโอดได้ถูกต้อง
ตอนที่ 1.2 ไดโอด	6. หลังจากศึกษาเรื่อง “ลักษณะสมบัติของไดโอด” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายการทำงานของไดโอดได้ถูกต้อง
เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	7. หลังจากศึกษาเรื่อง “ลักษณะสมบัติของไดโอด” แล้ว ผู้เรียนบอกวิธีการตรวจสอบไดโอดได้ถูกต้อง
เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด	8. หลังจากศึกษาเรื่อง “ลักษณะสมบัติของไดโอด” แล้ว ผู้เรียนสามารถบอกวิธีการประยุกต์ใช้งานไดโอดได้ถูกต้อง

2.3 เขียนเนื้อหาสาระ การเขียนเนื้อหาสาระ ประกอบด้วย การเกริ่นนำ การอธิบายเนื้อหา และการสรุป เนื้อหาที่เขียนมีจำนวน 2 ตอน แต่ละตอนมีหัวเรื่องดังนี้

ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ

เรื่องที่ 1.1.1 สสาร

- 1) ความหมายของสสารและสาร
- 2) เกณฑ์การจำแนกสาร
- 3) ปริมาณสารสัมพันธ์
- 4) การเปลี่ยนสถานะของสาร

เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม

- 1) ความหมายของอะตอมและไอออน
- 2) แบบจำลองและโครงสร้างของอะตอม

3) พันธเคมี

4) สภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ

ตอนที่ 1.2 ไดโอด

เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

1) กระบวนการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

2) สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์

3) สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์

4) ผลของรอยต่อพีเอ็น

เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด

1) โครงสร้างและสัญลักษณ์

2) การทำงานของไดโอด

3) การตรวจสอบไดโอด

4) การประยุกต์ใช้งานไดโอด

2.4 ผลิตเอกสารการสอนและแบบฝึกปฏิบัติ การผลิตสื่อหลักในชุดการ

สอนทางไกล ประกอบด้วย เอกสารการสอน และแบบฝึกปฏิบัติ

1) การผลิตเอกสารการสอน ยึดขั้นตอนย่อยในการผลิตตำราทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราชเป็นหลัก ดังนี้

(1) เขียนแผนผังแนวคิดในรูปแบบจำลอง

(2) เขียนแผนผังประจำหัวเรื่อง ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด และวัตถุประสงค์

(3) เขียนเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่อง ประกอบด้วย การเกริ่นนำเรื่อง การโปรยแนวคิดก่อนเข้าเรื่อง การนำเสนอเนื้อเรื่อง และการสรุป

(4) ตรวจสอบคุณภาพของเอกสารการสอน ชุดการสอนทางไกลโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

(5) ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

(6) จัดพิมพ์เอกสารการสอน

2) การผลิตแบบฝึกปฏิบัติ มีขั้นตอนย่อยในการผลิต ดังนี้

(1) เขียนแบบประเมินผลตนเองก่อนเรียนและหลังเรียนแบบประเมินตนเอง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบคู่ขนาน

(2) กำหนดหัวข้อในการบันทึกสาระสำคัญ และกำหนดที่ว่างสำหรับการบันทึกสาระสำคัญในแบบฝึกปฏิบัติ

- (3) เขียนกิจกรรม และกำหนดที่ว่างสำหรับการบันทึกสาระสำคัญ
- (4) เขียนแนวตอบสำหรับการบันทึกสาระสำคัญและกิจกรรม
- (5) เขียนแบบประเมินผลตนเองหลังเรียน
- (6) เฉลยคำตอบของแบบประเมินตนเองก่อนเรียน และหลังเรียน
- (7) ตรวจสอบคุณภาพของแบบฝึกปฏิบัติโดยผู้ทรงคุณวุฒิ
- (8) ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
- (9) จัดพิมพ์แบบฝึกปฏิบัติฉบับสมบูรณ์

2.5 ผลิตสื่อเสริม การผลิตสื่อเสริมในชุดการสอนทางไกล ประกอบด้วย สไลด์คอมพิวเตอร์ มีจำนวน 4 เรื่อง ที่เกี่ยวข้องกับสารกึ่งตัวนำและไดโอด ขั้นตอนการผลิตสไลด์คอมพิวเตอร์มีขั้นตอนย่อย ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารการสอนในแต่ละเรื่อง และหัวข้อย่อยแต่ละเรื่อง
- 2) สรุปสาระสำคัญแต่ละหัวข้อย่อย
- 3) กำหนดรูปแบบการนำเสนอในแต่ละกรอบ หรือเฟรม ครอบคลุมข้อความในรูปของแผนภูมิ แผนภาพ หรือกราฟแบบต่างๆ
- 4) จัดทำเนื้อหาแต่ละกรอบ หรือเฟรม
- 5) จัดทำการบรรยายให้เสียงแต่ละกรอบ หรือเฟรม
- 6) ใส่ภาพ เสียง และเทคนิคต่างๆ ในการนำเสนอเนื้อหา
- 7) ตรวจสอบคุณภาพ ความถูกต้อง และความชัดเจนของสไลด์คอมพิวเตอร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
- 8) ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และจัดทำสไลด์คอมพิวเตอร์ฉบับสมบูรณ์

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบและปรับปรุง ผู้วิจัยได้ผลิตสื่อหลักและสื่อเสริม นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ตรวจสอบคุณภาพของชุดการสอนทางไกล คือ เอกสารการสอน และแบบฝึกปฏิบัติ ด้วยแบบประเมินคุณภาพมีจำนวน 3 ฉบับ เพื่อประเมินคุณภาพในแต่ละด้าน ดังนี้ คือ

- (1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาตรวจสอบคุณภาพของเนื้อหาสาระ ในเอกสารการสอน กิจกรรม และแนวตอบในแบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น
- (2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา ตรวจสอบคุณภาพของสื่อในชุดการสอนทางไกล ได้แก่ เอกสารการสอน แบบฝึกปฏิบัติ และสไลด์คอมพิวเตอร์

(3) ผู้ทรงวุฒิด้านวัดและประเมินผล ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนทางไกล โดยภาพรวมของผู้ทรงวุฒิจำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน โดยภาพรวมผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าชุดการสอนทางไกลมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (แสดงในภาคผนวก ค) โดยมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงคุณภาพของชุดการสอนทางไกล ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง และแก้ไขตามคำแนะนำก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพ ดังนี้

(1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีความคิดเห็นว่าคุณภาพด้านเนื้อหาสาระที่ต้องรู้ (Must Know) และกิจกรรมในแต่ละเรื่องมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์การสอนดี แต่ปริมาณเนื้อหาสาระในเอกสารการสอนค่อนข้างมาก ควรสรุปเนื้อหาและเลือกเฉพาะส่วนสำคัญที่นักศึกษาจำเป็นต้องรู้และทำความเข้าใจ ส่วนเนื้อหาในด้านควรรู้ (Should Know) และน่าจะรู้ (Could Know) ให้พิจารณาตามสมควร

(2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีความคิดเห็นว่าคุณภาพด้านสื่อในชุดการสอนทางไกลอยู่ในระดับดี เพราะออกแบบตามการผลิตตำราทางไกล การใช้ภาษา อ่านง่ายเข้าใจง่าย และมีตัวอย่างประกอบ ควรปรับปรุงสไลด์คอมพิวเตอร์ให้มีความน่าสนใจและมีความชัดเจน สไลด์คอมพิวเตอร์ควรออกแบบขึ้นใหม่ ไม่ควรตัดเอาเนื้อหามาจากเอกสาร ควรออกแบบโดยนำเสนอเฉพาะในส่วนที่เป็นประเด็นที่สำคัญ ภาพบางภาพที่มีรายละเอียดมาก เช่น ตารางธาตุ อาจจะต้องตัดออกเป็นสไลด์ย่อยๆ ตามหมวดหมู่ของธาตุ เพื่อให้เห็นรายละเอียดได้ชัดเจน นอกจากนั้นสไลด์คอมพิวเตอร์ควรต้องออกแบบให้มีสีสัน การจัดวาง และการนำเสนอที่ช่วยกระตุ้นหรือดึงดูดความสนใจของผู้เรียนอีกด้วย

(3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล มีความคิดเห็นว่าคุณภาพด้านแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ข้อสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แต่มีคำผิดอยู่บ้าง ควรปรับปรุงแก้ไข ข้อสอบบางข้ออ่านแล้วสับสนว่าจะถามอะไร และภาพประกอบยังไม่สอดคล้องกับคำถาม

ขั้นที่ 4 ทดลองใช้ชุดการสอนทางไกลเพื่อหาประสิทธิภาพเบื้องต้น หลังจากผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงวุฒิแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากนั้นได้นำชุดการสอนทางไกลไปทดสอบหาประสิทธิภาพ โดยทดลองใช้ใน 3 ขั้นตอน คือ (1) ทดลองแบบเดี่ยว ซึ่งใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง 3 คน (2) ทดลองแบบกลุ่มซึ่งใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง 6 คน และ (3) ทดลองแบบภาคสนาม ซึ่งใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง โดยใช้จำนวนที่เหลือของห้องเรียนกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมา (รายละเอียดของการหาค่าประสิทธิภาพอยู่ในภาคผนวก ฉ)

2.2 เครื่องมือวัดผลลัพธ์

เครื่องมือวัดผลลัพธ์ ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ (2) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล มีดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

1) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ โดยกำหนดให้เป็นแบบทดสอบในภาคทฤษฎี ชนิดปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือกแบบคู่ขนานซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ

2) กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบวัดระดับพุทธิพิสัยชนิดปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือกแบบคู่ขนาน โดยยึดรูปแบบทฤษฎีการเรียนรู้ของ เบน จามิน บลูมและคณะ (Bloom's Taxonomy) (สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์, 2531) จัดแบ่ง เป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) โดยแบบทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มี 3 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ จำนวน 20 ข้อ ดังตารางที่ 3.9 (รายละเอียดของตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในภาคผนวก ข)

3) สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนวัดระดับพุทธิพิสัย ครอบคลุม 4 หัวเรื่อง คือ (1) สสาร (2) อะตอม (3) อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ และ (4) ลักษณะสมบัติของไดโอด ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมระดับพุทธิพิสัย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด	ระดับพุทธิพิสัย						รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
หน่วยที่ 1	2	15	3	-	-	-	20

4) พัฒนาแบบทดสอบตามตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ออกแบบเป็นชนิดปรนัย จำนวน 50 ข้อ แบบคู่ขนาน ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 25 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 25 ข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ไม่ถึงเกณฑ์คุณภาพออกให้เหลือ

เพียง 40 ข้อ แบบคู่ขนาน ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 20 ข้อ

5) ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนที่สร้างเสร็จแล้ว ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 1 คน และผู้ทรงวุฒิด้านวัดและประเมินผลจำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 3 คน (ดังรายชื่อที่แสดงในภาคผนวก ก) โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของแบบทดสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละคน ภาพรวมของแบบทดสอบอยู่ในระดับดี (รายละเอียดของการหาคุณภาพของแบบทดสอบอยู่ในภาคผนวก จ) มีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุง คือ (1) ผู้วิจัยได้ปรับปรุงคำผิดในข้อสอบบางข้อ (2) ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจยาก และ (3) ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อคำถามที่กำกวมยากต่อการตีความหมาย ทำให้นักศึกษาสับสนในการตัดสินใจตอบ ด้วยการปรับคำถามให้มีความกระชับชัดเจน และตรวจสอบคำตอบให้มีเพียงข้อเดียวที่ถูกต้องที่สุด

6) ทดสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่าง ๆ ไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้แบบทดสอบจำนวน 25 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงตรง โดยกลุ่มทดลองใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีคุณสมบัติคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย และเคยเรียน เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไอต์ผ่านมาแล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองได้ศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล และทำกิจกรรมที่กำหนดไว้จำนวน 2 วัน ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน จากนั้นนำผลจากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ

7) วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อจากการทดลองกับกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน ได้ข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวนทั้งสิ้น 40 ข้อ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน 20 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน 20 ข้อ (รายละเอียดการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ อยู่ในภาคผนวก จ) ผลการวิเคราะห์ สรุปได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 คุณภาพของแบบทดสอบของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

หน่วย การ เรียน ที่	ชนิด แบบทดสอบ	ความ เชื่อมั่น	ความยาก (p)			อำนาจจำแนก (r)		
			ค่าที่ควร เป็น	ค่าที่ คำนวณ ได้	สรุป ภาพ รวม	ค่าที่ควร เป็น	ค่าที่ คำนวณ ได้	สรุป ภาพ รวม
1	ก่อนเรียน 20 ข้อ	0.89	0.20-	0.40-	มี	0.20-	0.29-	มี
			0.80	0.76	คุณภาพ	1.00	0.55	คุณภาพ
	หลังเรียน 20 ข้อ	0.85	0.20-	0.24-	มี	0.20-	0.23-	มี
			0.80	0.64	คุณภาพ	1.00	0.74	คุณภาพ

(1) การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของข้อสอบด้วยวิธีการของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson, R_{KR-20}) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 และแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

(2) การวิเคราะห์ความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) ควรมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ผลปรากฏว่า แบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.40-0.76 และแบบทดสอบทดสอบหลังเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.24-0.64

(3) การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) ควรอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 ผลปรากฏว่า แบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.29-0.55 และแบบทดสอบทดสอบหลังเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.23-0.74

8) จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำชุดการสอนทางไกลไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นต่อไป

2.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ประกอบด้วย แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล เป็นแบบปลายปิด หรือแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert's scale) คือ ด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล จำนวน 15 ข้อ ด้านผลการได้รับการศึกษาด้วยชุดการ

สอนทางไกล จำนวน 9 ข้อ ตามลำดับ และแบบเขียนตอบหรือแบบปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม
- 2) กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม ประกอบด้วย แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ หรือแบบเขียนตอบหรือแบบปลายเปิด
- 3) กำหนดสิ่งที่จะสอบถามครอบคลุม คุณภาพของชุดการสอนทางไกล และผลที่ได้รับจากการใช้ชุดการสอนทางไกล
- 4) สร้างแบบสอบถาม จำนวน 3 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 ความพึงพอใจด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ
 - ตอนที่ 2 ความพึงพอใจด้านผลที่ได้รับของชุดการสอนทางไกล มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ
 - ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบเขียนตอบชนิดปลายเปิด
- 5) กำหนดลักษณะของแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แบบ Likert Rating Scale คือ
 - ระดับความพึงพอใจ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
 - ระดับความพึงพอใจ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก
 - ระดับความพึงพอใจ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
 - ระดับความพึงพอใจ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย
 - ระดับความพึงพอใจ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด
- 6) ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 1 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลจำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 3 คน (ดังรายชื่อที่แสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเที่ยงตรงของเนื้อหาผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ไม่มีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุง
- 7) ทดลองใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มทดลองที่มีคุณสมบัติคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผ่านการฝึกประสบการณ์การสอนมาแล้ว โดยให้นักศึกษาพิจารณาข้อความและภาษาด้วยการทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างที่เข้าใจและไม่เข้าใจ

ซึ่งในกรณีนี้นักศึกษากลุ่มทดลองไม่เข้าใจข้อคำถาม ให้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมลงในช่องว่าง เพื่อนำมาปรับปรุงให้เหมาะสมต่อไป ซึ่งพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลอง มีความเข้าใจคำถามในแบบสอบถามทุกข้อ ภาษาที่ใช้ในแบบสอบถาม มีความเข้าใจง่าย ไม่มีการแก้ไข

8) จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล ด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล ลักษณะเป็นแบบสอบถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อคำถาม ประกอบด้วย ด้านคุณภาพของเอกสารการสอนทางไกล จำนวน 5 ข้อ ด้านคุณภาพของแบบฝึกปฏิบัติ จำนวน 6 ข้อ และด้านคุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์ จำนวน 4 ข้อ (รายละเอียดของแบบสอบถามอยู่ในภาคผนวก ง)

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล ด้านผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ มีจำนวน 9 ข้อคำถาม ได้แก่ ระดับประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการเรียนวิชาอื่น การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง การมีโอกาสได้ศึกษาด้วยตนเอง การใช้ชุดการสอนนี้สร้างความมั่นใจให้กับนักศึกษา นักศึกษาชอบที่จะศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล นักศึกษาจะนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้กับบุคคลอื่นได้ นักศึกษาได้รับผลตามที่ตนคาดหวัง ควรสนับสนุนให้มีการใช้ชุดการสอนทางไกลในวิชาอื่น (รายละเอียดของแบบสอบถามอยู่ในภาคผนวก ง)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบเขียนตอบ ปลายเปิดจำนวน 1 คำถาม (รายละเอียดของแบบสอบถามอยู่ในภาคผนวก ง)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 36 คน มี 3 ขั้นตอน คือ (1) การทดลองแบบเดี่ยว จำนวน 3 คน (2) การทดลองแบบกลุ่ม จำนวน 6 คน และ (3) การทดลองแบบภาคสนาม จำนวน 27 คน คณะนักศึกษามีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน การเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

3.1 ขี้แจงการวิจัย ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ประโยชน์ของการวิจัย และการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ จากนั้นได้ทำการชี้แจงเกี่ยวกับส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล ขั้นตอนการใช้ชุดการสอนทางไกล และระยะเวลาการศึกษา แล้วแจกชุดการสอนทางไกล 1 ชุด ให้กับกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน ยกเว้นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลเบื้องต้น ผู้วิจัยนำชุดการสอนทางไกลไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ขั้นตอน คือ (1) การทดลองแบบเดี่ยว (2) การทดลองแบบกลุ่ม และ (3) การทดลองแบบภาคสนาม กำหนดให้นักศึกษาสามารถเรียนด้วยชุดการสอนทางไกลที่บ้านหรือสถานที่อื่นๆ ตามสะดวก การทดลองทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ มีลักษณะที่เหมือนกัน โดยขั้นตอนการศึกษาชุดการสอนทางไกล มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยดำเนินการก่อนเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นที่ 2 ศึกษาแผนการสอนประจำตอนและหัวเรื่อง และศึกษาเนื้อหาสาระในแต่ละหัวเรื่อง จากเอกสารการสอนและบันทึกสาระสำคัญลงในแบบฝึกปฏิบัติ

ขั้นที่ 3 ศึกษาสไลด์คอมพิวเตอร์ ประกอบหลังจากศึกษาเอกสารการสอนในชุดการสอนทางไกลเรียบร้อยแล้ว

ขั้นที่ 4 ทำกิจกรรมและตรวจสอบแนวตอบในแต่ละเรื่องของแบบฝึกปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน ภายหลังจากที่นักศึกษาได้ศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกลสิ้นสุดลง จึงให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน

3.3 วิเคราะห์ข้อมูล หลังจากการทดลองใช้ชุดการสอนทางไกลเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมแบบฝึกปฏิบัติที่นักศึกษาได้ทำกิจกรรมจากกระดาษคำตอบ และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 สัมภาษณ์นักศึกษาในการทดลองแบบเดี่ยว จำนวน 3 คน เกี่ยวกับคุณภาพของชุดการสอนทางไกลด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อนำมาปรับปรุงชุดการสอนทางไกลก่อนการทดลองแบบกลุ่ม

3.5 สัมภาษณ์นักศึกษาในการทดลองแบบกลุ่ม จำนวน 6 คน เกี่ยวกับคุณภาพของชุดการสอนทางไกลด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อนำมาปรับปรุงชุดการสอนทางไกลก่อนการทดลองแบบภาคสนาม

3.6 สอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาในการทดลองแบบภาคสนาม เกี่ยวกับคุณภาพของชุดการสอนทางไกล นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อรายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพในบทที่ 4 ต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ (1) ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 (2) ค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (t-test) (3) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกล เป็นการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในส่วนที่เป็นกระบวนการและเป็นผลลัพธ์ โดยการหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกล 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2560, น.80) โดยเกณฑ์ การยอมรับประสิทธิภาพ มี 3 ระดับ ดังนี้ (1) เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แต่ไม่เกิน 2.5% และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แต่ไม่เกิน 2.5% (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.18)

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N} \right]}{A} \times 100 \quad \text{และ} \quad E_2 = \frac{\left[\frac{\sum Y}{N} \right]}{B} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้	E_1	คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเป็นร้อยละ
	E_2	คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เป็นร้อยละ
	$\sum X$	คือ คะแนนรวมของกิจกรรมหรืองานทุกชิ้นที่นักศึกษาทำได้ถูกต้อง
	$\sum Y$	คือ คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน
	A	คือ คะแนนเต็มของกิจกรรมหรืองานทุกชิ้นที่นำมาประเมิน
	B	คือ คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน
	N	คือ จำนวนนักศึกษา

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทดสอบค่าที (t-dependent) ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน หรือค่าเฉลี่ย 2 ค่าที่ได้จากข้อมูล 2 ชุด ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน (ล้วน สายยศ, 2536, น.301) ดังนี้

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ } df = n-1$$

เมื่อกำหนดให้ n คือ จำนวนคู่
 D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
 ΣD คือ ผลรวมของ D
 ΣD^2 คือ ผลรวมของ D แต่ละตัวยกกำลังสอง

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักศึกษา ที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น.57 และ น.85) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยมีดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fx}{N}$$

เมื่อกำหนดให้ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนน้ำหนักราคำตอบ
 f คือ จำนวนนักศึกษาที่ตอบในแต่ละช่วง
 x คือ ค่าน้ำหนักราคำตอบเป็น 5, 4, 3, 2, 1
 N คือ จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma (x - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อกำหนดให้ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X คือ คะแนนแต่ละตัว
 \bar{X} คือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
 $\Sigma (x - \bar{X})^2$ คือ ผลรวมของค่าเบี่ยงเบนของคะแนนแต่ละตัว

จากค่าเฉลี่ย

n คือ จำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบสอบถาม

การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล
กำหนดช่วงคะแนนของลิเคอร์ท (Likert Rating Scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แปลความหมาย	ความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แปลความหมาย	ความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แปลความหมาย	ความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แปลความหมาย	ความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แปลความหมาย	ความพึงพอใจน้อยที่สุด



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากนำชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ไปทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น ในการทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองแบบภาคสนาม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น แบ่งเป็น 3 ตอน คือ

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล
 2. ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล
 3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล
- รายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น มีดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล

การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ครอบคลุม การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองแบบภาคสนาม ดังตารางที่ 4.1 – 4.3 (โดยมีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ฉ)

1.1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลจากการทดลองแบบเดี่ยว โดยคัดเลือกระหว่างนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนระดับเก่ง จำนวน 1 คน ระดับปานกลาง จำนวน 1 คน และผลการเรียนระดับอ่อน จำนวน 1 คน รวมมีนักศึกษาทั้งหมด 3 คน ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกลจากการทดลองแบบเดี่ยว ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลในการทดลองแบบเดี่ยว (n=3)

หน่วย การเรียนที่	ร้อยละของคะแนนแบบฝึกปฏิบัติ ระหว่างเรียน (E_1)	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน (E_2)	E_1 / E_2
1	65.00	63.30	65.00/63.30

จากตารางที่ 4.1 ในการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (E_1 / E_2) พบว่า ในการทดลองแบบเดี่ยว $E_1 / E_2 = 65.00 / 63.30$

หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ในการทดลองแบบเดี่ยวจำนวน 3 คน พบประเด็น ดังนี้ (1) ปริมาณเนื้อหาในเอกสารการสอนมีปริมาณค่อนข้างมาก และ (2) กิจกรรมระหว่างเรียนมีความหลากหลายดี แต่ข้อความบางข้อความความชัดเจน จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำผลการสัมภาษณ์ไปปรับปรุง ดังนี้คือ (1) ปรับเนื้อหาสาระในเอกสารการสอนให้สั้นกระชับ โดยตัดส่วนที่ไม่ใช่สาระสำคัญในเนื้อหาออก และ (2) ปรับข้อความในกิจกรรมระหว่างเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายขึ้น

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลจากการทดลองแบบกลุ่ม โดยผลผลการเรียนของนักศึกษาระดับเก่ง จำนวน 2 คน ผลการเรียนระดับปานกลาง จำนวน 2 คน และผลการเรียนระดับอ่อน จำนวน 2 คน รวมทั้งหมดมีนักศึกษาทั้งหมดในการทดลองแบบกลุ่มจำนวน 6 คน ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกลจากการทดลองแบบกลุ่ม ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลในการทดลองแบบกลุ่ม (n=6)

หน่วยการเรียนที่	ร้อยละของคะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน (E_1)	ร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน (E_2)	E_1 / E_2
1	74.58	72.50	74.58/72.50

จากตารางที่ 4.2 ในการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (E_1 / E_2) พบว่า ประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล ในการทดลองแบบกลุ่มกับนักศึกษา 6 คน $E_1 / E_2 = 74.58 / 72.50$

หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล ในการทดลองแบบกลุ่มจำนวน 6 คน พบประเด็น ดังนี้ (1) กิจกรรมการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกลมีปริมาณค่อนข้างมาก และ (2) สไลด์คอมพิวเตอร์กับเนื้อหายังไม่สอดคล้องกับเอกสารการสอน ผลการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุง ดังนี้ (1) ปรับกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติให้มีปริมาณลดลง และ (2) ปรับปรุงสไลด์คอมพิวเตอร์ให้ตรงเอกสารการสอน เพื่อให้นักศึกษาไม่สับสนในการเรียน

1.3 การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกลจากการทดลองแบบภาคสนาม ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับนักศึกษาจำนวน 27 คน ผลการเรียนของนักศึกษาระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกลจากการทดลองแบบภาคสนาม ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลในการทดลองแบบภาคสนาม (n=27)

หน่วยการ เรียนที่	ร้อยละของคะแนนแบบฝึกปฏิบัติ ระหว่างเรียน (E_1)	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน (E_2)	E_1 / E_2
1	81.67	81.30	81.67/81.30

จากตารางที่ 4.3 ในการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (E_1 / E_2) พบว่า ประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ในการทดลองแบบภาคสนามกับนักศึกษา 27 คน ได้ $E_1 / E_2 = 81.67 / 81.30$ มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการทดสอบแบบภาคสนามนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาถึงความก้าวหน้าของการเรียนในลำดับต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าของนักศึกษาในการทดลองแบบภาคสนาม (n=27)

หน่วยการเรียนที่ 1	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)		คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)		t-test (คำนวณ)
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
ภาคสนาม	9.37	2.87	16.26	2.49	24.25*

*df=26, t=1.706

จากตารางที่ 4.4 ผลที่ได้จากการทดลองแบบภาคสนาม นักศึกษาจำนวน 27 คน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 9.37 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.26 คะแนน สรุปได้ว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ (1) คุณภาพของชุดการสอนทางไกล และ (2) ผลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล ดังตารางที่ 4.5-4.6

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล (n=27)

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
คุณภาพของเอกสารการสอน			
1 เนื้อหาสาระในเอกสารการสอน ให้ความรู้เกี่ยวกับสารกึ่งตัวนำและไดโอดกับนักศึกษาเป็นอย่างดี	4.33	0.48	มาก
2 การนำเสนอตัวอย่างในเอกสารการสอน ทำให้นักศึกษาเข้าใจในเรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอดเป็นอย่างดี	4.26	0.45	มาก
3 เนื้อหาสาระที่เขียนใช้ภาษาที่อ่านแล้วนักศึกษาเข้าใจง่าย	4.37	0.49	มาก
4 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม	4.33	0.48	มาก
5 การจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่เชื่อมโยงกัน	4.33	0.48	มาก
เฉลี่ย	4.32	0.48	มาก
คุณภาพของแบบฝึกปฏิบัติ			
6 แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้เห็นแนวทางการเรียนรู้ ที่ใช้ควบคู่กับเอกสารการสอนเป็นอย่างดี	4.37	0.49	มาก
7 การบันทึกสาระสำคัญในแบบฝึกปฏิบัติช่วยให้มีโอกาสได้ทบทวนเนื้อหาสาระ	4.26	0.45	มาก
8 การจัดรูปแบบการนำเสนอในแบบฝึกปฏิบัติ ทำให้นักศึกษาสามารถทำกิจกรรมระหว่างเรียนได้เข้าใจง่าย	4.30	0.47	มาก
9 กิจกรรมในแต่ละเรื่อง สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ได้เรียน	4.33	0.48	มาก
10 ปริมาณของกิจกรรมที่มอบหมายมีความเหมาะสม	4.22	0.42	มาก
11 แนวตอบในกิจกรรมให้แนวทางการตรวจสอบได้ง่าย	4.37	0.49	มาก
เฉลี่ย	4.30	0.46	มาก

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปล ความหมาย	
คุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์				
12 การสรุปสาระสำคัญด้วยสไลด์คอมพิวเตอร์ในแต่ละเรื่อง ทำให้เข้าใจเนื้อหาสาระดียิ่งขึ้น	4.33	0.48	มาก	
13 ความชัดเจนของข้อความในสไลด์คอมพิวเตอร์	4.26	0.45	มาก	
14 ความชัดเจนของภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์	4.41	0.50	มาก	
15 การจัดรูปแบบการนำเสนอของสไลด์คอมพิวเตอร์	4.33	0.48	มาก	
	เฉลี่ย	4.33	0.48	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.32	0.47	มาก

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ในการทดสอบแบบภาคสนาม คุณภาพของชุดการสอนทางไกล โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.32$, S.D. = 0.47) โดยในแต่ละส่วนของชุดการสอนทางไกล มีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านคุณภาพของเอกสารการสอน พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อคำถาม โดยข้อคำถามที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เนื้อหาสาระที่เขียนใช้ภาษาที่อ่านแล้วนักศึกษาเข้าใจง่าย ($\bar{X}=4.37$, S.D.=0.49)

2) ด้านคุณภาพของแบบฝึกปฏิบัติ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อคำถาม โดยข้อคำถามที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้เห็นแนวทางการเรียนที่ใช้ควบคู่กับเอกสารการสอนเป็นอย่างดี ($\bar{X}=4.37$, S.D.=0.49) และแนวตอบในกิจกรรมให้แนวทางการตรวจสอบได้ง่าย ($\bar{X}=4.37$, S.D.=0.49)

3) ด้านคุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อคำถาม โดยข้อคำถามที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความชัดเจนของภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์ ($\bar{X}=4.41$, S.D.=0.50)

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจด้านผลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล (n=27)

รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
1 ระดับประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด	4.33	0.48	มาก
2 การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการเรียนวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง	4.26	0.45	มาก
3 การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง	4.33	0.48	มาก
4 การที่นักศึกษามีโอกาสได้ศึกษาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบและขั้นตอน	4.37	0.49	มาก
5 การสร้างความเชื่อมั่นในด้านวิชาการให้กับนักศึกษาฝึกสอน	4.26	0.45	มาก
6 นักศึกษาชอบที่จะศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล	4.33	0.48	มาก
7 นักศึกษาจะนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้กับบุคคลอื่นได้	4.37	0.49	มาก
8 นักศึกษาได้รับผลตามที่คาดหวัง	4.33	0.48	มาก
9 ควรมีการสอนในวิชาอื่นด้วยชุดการสอนทางไกล เช่น นวัตกรรมการศึกษาและสื่อการสอนวิชาชีพ ฯลฯ	4.26	0.45	มาก
เฉลี่ยรวม	4.32	0.38	มาก

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ในการทดสอบแบบภาคสนาม ด้านผลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกลของนักศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.32$, S.D.=0.38) เมื่อพิจารณารายชื่อ พบว่า ความพึงพอใจในด้านผลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกลที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากทุกข้อคำถาม โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}=4.37$, S.D.=0.49) คือ การที่นักศึกษามีโอกาสได้ศึกษาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบและขั้นตอน

บทที่ 5

ต้นแบบชิ้นงาน

ผู้วิจัยได้สร้างต้นแบบชิ้นงานชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอน วิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

ภาคที่ 1 คู่มือการใช้ชุดการสอนทางไกล

1. ชุดการสอนทางไกล
2. รายละเอียดของรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
3. ส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล
4. การเตรียมตัวของครูผู้สอน
5. บทบาทของครูและนักเรียน

ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนทางไกล

1. คำนำ
2. สารบัญ
3. ส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล
4. ขั้นตอนการใช้ชุดการสอนทางไกล
5. การเตรียมตัวของนักศึกษา
6. บทบาทของนักศึกษา

ภาคที่ 3 รายละเอียดชุดการสอนทางไกล

1. หน้าปก
2. คำนำ
3. สารบัญ
4. สารของหนังสือแต่ละหน้า
5. อ้างอิง

ภาคที่ 4 แบบฝึกปฏิบัติ

แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ และตอนที่ 1.2 ไดโอด
แนวตอบปฏิบัติ ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ และตอนที่ 1.2 ไดโอด



ภาคที่ 1
คู่มือการใช้ชุดการสอนทางไกล

ชุดการสอนทางไกล
วิชา การฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร



สำหรับใช้ในการฝึกประสบการณ์การสอน
นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

ชุดการสอนทางไกลฉบับนี้ เป็นสื่อการสอนที่สร้างขึ้นให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนของผู้เรียน และสนับสนุนการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้เป็นสื่อการสอนที่ถ่ายทอดความรู้จากอาจารย์นิเทศไปสู่ นักศึกษาวิชาชีพรู เพื่อเตรียมพร้อมก่อนการสอน ผ่านช่องทางการสื่อสารมวลชนที่สามารถส่งถึงผู้เรียนได้จำนวนมากในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามความสะดวกของแต่ละคน ตลอดจนการเรียนในต่างสถานที่กันซึ่งช่วยให้สามารถศึกษาเองได้

ชุดการสอนทางไกลนี้ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง สนองความแตกต่างระหว่างตนเอง ตามความสนใจ ความสามารถในการเรียนรู้ และความสะดวกของแต่ละคน โดยพึ่งพาผู้สอนน้อยที่สุด

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดการสอนทางไกลนี้จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ และตลอดจนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนและการทำงานได้

ผู้จัดทำ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
รายละเอียดของรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	1
ส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล	1
การเตรียมตัวของครูผู้สอน	2
บทบาทของครูและนักเรียน	3



1. รายละเอียดของรายวิชา

นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ต้องผ่านวิชาการฝึกประสบการณ์การสอน วิชาชีพ 2 (Professional Experience II) โดยในภาคเรียนนี้กำหนดให้นักศึกษาต้องวิเคราะห์หลักสูตร และกำหนดหัวข้อเรื่องสำหรับการฝึกปฏิบัติการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ซึ่งรายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ของระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งนักศึกษาต้องทำการวิเคราะห์ มีดังนี้

1.1 คำอธิบายรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ศึกษาและปฏิบัติ เกี่ยวกับโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N โครงสร้าง หลักการทำงาน สัญลักษณ์ ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า การต่อ การวัดและทดสอบไดโอด ทรานซิสเตอร์ วงจรรวมตั้งเวลา รักษาแรงดันให้คงที่ และอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง วงจรเรียงกระแสด้วยไดโอด วงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ วงจรกำเนิดสัญญาณ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การทำแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบและบัดกรีอุปกรณ์ ทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่อง

1.2 หน่วยการเรียนรู้ วิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร ตามสาระเนื้อหาได้ 10 หน่วย

หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด

หน่วยที่ 2 วงจรเรียงกระแส

หน่วยที่ 3 วงจรรักษาและควบคุมแรงดันให้คงที่

หน่วยที่ 4 อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง

หน่วยที่ 5 โครงสร้าง สัญลักษณ์และหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 6 พื้นฐานวงจรรวมและวงจรตั้งเวลา

หน่วยที่ 7 วงจรกำเนิดสัญญาณ

หน่วยที่ 8 การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

หน่วยที่ 9 การทำแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบและบัดกรีอุปกรณ์

หน่วยที่ 10 การทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่อง

2. ส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล

ชุดการสอนทางไกล รายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือประกอบด้วยรายการหลัก 6 รายการ ได้แก่ (1) หน้าปก (Front Cover) (2) คำนำ

(Introduction) (3) สารบัญ (Contents) (4) สารระของหนังสือแต่ละหน้า (Pages Contents) (5) อ้างอิง (Reference) และ (6) ปกหลัง (Back Cover) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 หน้าปก คือ ปกด้านหน้าของชุดการสอนทางไกลซึ่งจะอยู่ส่วนแรก ประกอบด้วย ประกอบด้วย ชื่อชุดการสอน ชื่อรายวิชา สำหรับใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.2 คำนำ คือ คำบอกกล่าวของเขียนเกี่ยวกับชุดการสอนทางไกล

2.3 สารบัญ คือ ตัวบ่งบอกหัวเรื่องสำคัญที่อยู่ภายในเล่มว่าประกอบด้วย คำนำ แผนผังแนวคิด แผนการสอน และชื่อแต่ละหัวเรื่อง ประกอบด้วย ข้อมูล และแหล่งข้อมูล

2.4 สารระของหนังสือแต่ละหน้า คือ ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้าที่ปรากฏภายในชุดการสอนทางไกล ประกอบด้วย วิธีการใช้ แผนผังแนวคิด แผนการสอนประจำหน่วย แผนการสอนประจำตอน หัวเรื่อง เนื้อหาและภาพประกอบในแต่ละหัวเรื่อง

2.5 อ้างอิง คือ แหล่งข้อมูลที่ใช้นำมาอ้างอิง ในรูปของเอกสาร ตำรา หรือ เว็บไซต์

2.6 ปกหลัง คือ ปกด้านหลังของหนังสือซึ่งจะอยู่ส่วนท้ายเล่ม

หมายเหตุ การทำแบบทดสอบก่อนเรียน การทำกิจกรรมระหว่างเรียน และการทำแบบทดสอบหลังเรียนให้นักศึกษาทำในแบบฝึกปฏิบัติ

3. การเตรียมตัวของครูผู้สอน

3.1 ก่อนการใช้ชุดการสอนทางไกล

- 1) ผู้สอนต้องศึกษาคู่มือการใช้ชุดการสอนทางไกลอย่างละเอียด
- 2) ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์การสอนในชุดการสอนทางไกล
- 3) จัดเตรียมคู่มือการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกลและแบบฝึกปฏิบัติสำหรับ

นักเรียนให้ครบ

3.2 ขณะใช้ชุดการสอนทางไกล

1) ปฐมนิเทศ โดยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล พร้อมทั้งแนะนำขั้นตอนการเรียน และแจกคู่มือการเรียนและใช้แบบฝึกปฏิบัติแก่นักศึกษา

- 2) ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลำดับ ดังนี้

(1) ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ ในกระดาษคำตอบ เวลา 15 นาที ในแบบฝึกปฏิบัติ

(2) ศึกษาตำราทางไกล เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละหัวเรื่อง หลังจากนั้นทำกิจกรรมและตรวจสอบแนวตอบในแบบฝึกปฏิบัติจนครบทุกเรื่อง

(3) ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ ในกระดาษคำตอบ เวลา 15 นาที ทำลงในแบบฝึกปฏิบัติ

3.3 หลังการใช้ชุดการสอนทางไกลในการสอน

- 1) เก็บแบบฝึกปฏิบัติของนักศึกษาไปตรวจสอบ เพื่อดูความก้าวหน้าทางการเรียน
- 2) ตรวจสอบสภาพวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนจัดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย
- 3) เก็บแบบสอบถามความพึงพอใจ

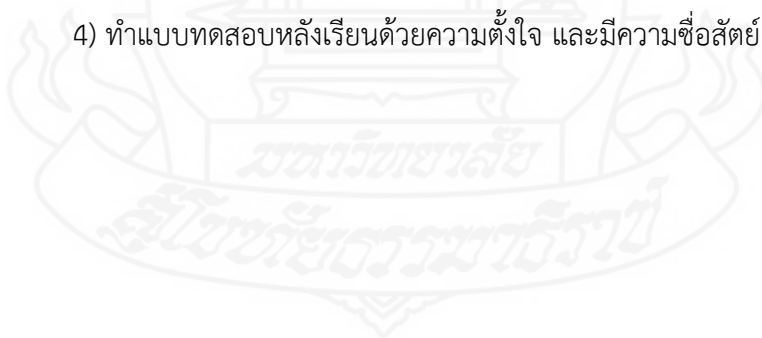
4. บทบาทของผู้สอนและนักศึกษา

4.1 บทบาทของครู การสอนด้วยชุดการสอนทางไกล มีบทบาท ดังนี้

- 1) กำกับดูแลการเรียนให้นักศึกษาทำการศึกษาค้นคว้าชุดการสอนทางไกลด้วยตนเอง
- 2) ให้คำแนะนำแก่เมื่อนักศึกษาพบปัญหาขณะเรียน นอกเวลาเรียนปกติหรือช่องทางอื่นที่นักศึกษาสะดวกในการติดต่อสื่อสาร
- 3) ตรวจสอบการทำกิจกรรมของนักศึกษา
- 4) ประเมินการเรียนของนักศึกษา

4.2 บทบาทของนักเรียน มีบทบาท ดังนี้

- 1) ทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยความตั้งใจ และมีความซื่อสัตย์
- 2) ศึกษาเนื้อหาในชุดการสอนทางไกลอย่างตั้งใจเรียน มีวินัยในการเรียน มีสมาธิไม่วอกแวกระหว่างเรียน และไม่ไปศึกษาในสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง
- 3) ทำกิจกรรมระหว่างเรียนและตรวจกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ
- 4) ทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยความตั้งใจ และมีความซื่อสัตย์





ภาคที่ 2

คู่มือการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนทางไกล

คู่มือการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนทางไกล
วิชา การฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร



สำหรับใช้ในการฝึกประสบการณ์การสอน

นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

ชุดการสอนทางไกลฉบับนี้ เป็นสื่อการสอนที่สร้างขึ้นให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนของผู้เรียน และสนับสนุนการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้เป็นสื่อการสอนที่ถ่ายทอดความรู้จากอาจารย์นิเทศไปสู่ นักศึกษาวิชาชีพรู เพื่อเตรียมพร้อมก่อนการสอน ผ่านช่องทางการสื่อสารมวลชนที่สามารถส่งถึงผู้เรียนได้จำนวนมากในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามความสะดวกของแต่ละคน ตลอดจนการเรียนในต่างสถานที่กันซึ่งช่วยให้สามารถศึกษาเองได้

ชุดการสอนทางไกลนี้ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง สนองความแตกต่างระหว่างตนเอง ตามความสนใจ ความสามารถในการเรียนรู้ และความสะดวกของแต่ละคน โดยพึ่งพาผู้สอนน้อยที่สุด

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดการสอนทางไกลนี้จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ และตลอดจนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนและการทำงานได้

ผู้จัดทำ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล	1
ขั้นตอนการใช้ชุดการสอนทางไกล	1
การเตรียมตัวของนักศึกษา	2
บทบาทของนักศึกษา	2



1. ส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล

ชุดการสอนทางไกล รายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือประกอบด้วยรายการหลัก 5 รายการ ได้แก่ (1) หน้าปก (Front Cover) (2) คำนำ (Introduction) (3) สารบัญ (Contents) (4) สารระของหนังสือแต่ละหน้า (Pages Contents) (5) อ้างอิง (Reference) และ (6) ปกหลัง (Back Cover) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) หน้าปก คือ ปกด้านหน้าของชุดการสอนทางไกลซึ่งจะอยู่ส่วนแรก ประกอบด้วย ประกอบด้วย ชื่อชุดการสอน ชื่อรายวิชา สำหรับใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2) คำนำ คือ คำบอกกล่าวของเขียนเกี่ยวกับชุดการสอนทางไกล

3) สารบัญ คือ ตัวบ่งบอกหัวเรื่องสำคัญที่อยู่ภายในเล่มว่าประกอบด้วย คำนำ แผนผังแนวคิด แผนการสอน และชื่อแต่ละหัวเรื่อง ประกอบด้วย ข้อมูล และแหล่งข้อมูล

4) สารระของหนังสือแต่ละหน้า คือ ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้าที่ปรากฏภายในชุด การสอนทางไกล ประกอบด้วย วิธีการใช้ แผนผังแนวคิด แผนการสอนประจำหน่วย แผนการสอน ประจำตอน หัวเรื่อง เนื้อหาและภาพประกอบในแต่ละหัวเรื่อง

5) อ้างอิง คือ แหล่งข้อมูลที่ใช้นำมาอ้างอิง ในรูปของเอกสาร ตำรา หรือ เว็บไซต์

หมายเหตุ การทำแบบทดสอบก่อนเรียน การทำกิจกรรมระหว่างเรียน และการทำแบบทดสอบหลัง เรียนให้นักศึกษาทำในแบบฝึกปฏิบัติ

2. ขั้นตอนการใช้ชุดการสอนทางไกล

1) เข้าปฐมนิเทศจากอาจารย์นิเทศ เพื่อฟังการชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยชุด การสอนทางไกล พร้อมทั้งแนะนำขั้นตอนการเรียน และแจกคู่มือการเรียนและใช้แบบฝึกปฏิบัติแก่นักศึกษา

2) ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลำดับ ดังนี้

(1) ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัยชนิด เลือกตอบจำนวน 20 ข้อ ในกระดาษคำตอบ เวลา 15 นาที ในแบบฝึกปฏิบัติ

(2) ศึกษาตำราทางไกล เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละหัวเรื่อง หลังจากนั้นทำกิจกรรม และตรวจสอบแนวตอบในแบบฝึกปฏิบัติจนครบทุกเรื่อง

(3) ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน แบบปรนัยชนิด เลือกตอบจำนวน 20 ข้อ ในกระดาษคำตอบ เวลา 15 นาที ในแบบฝึกปฏิบัติ

3. การเตรียมตัวของนักศึกษา

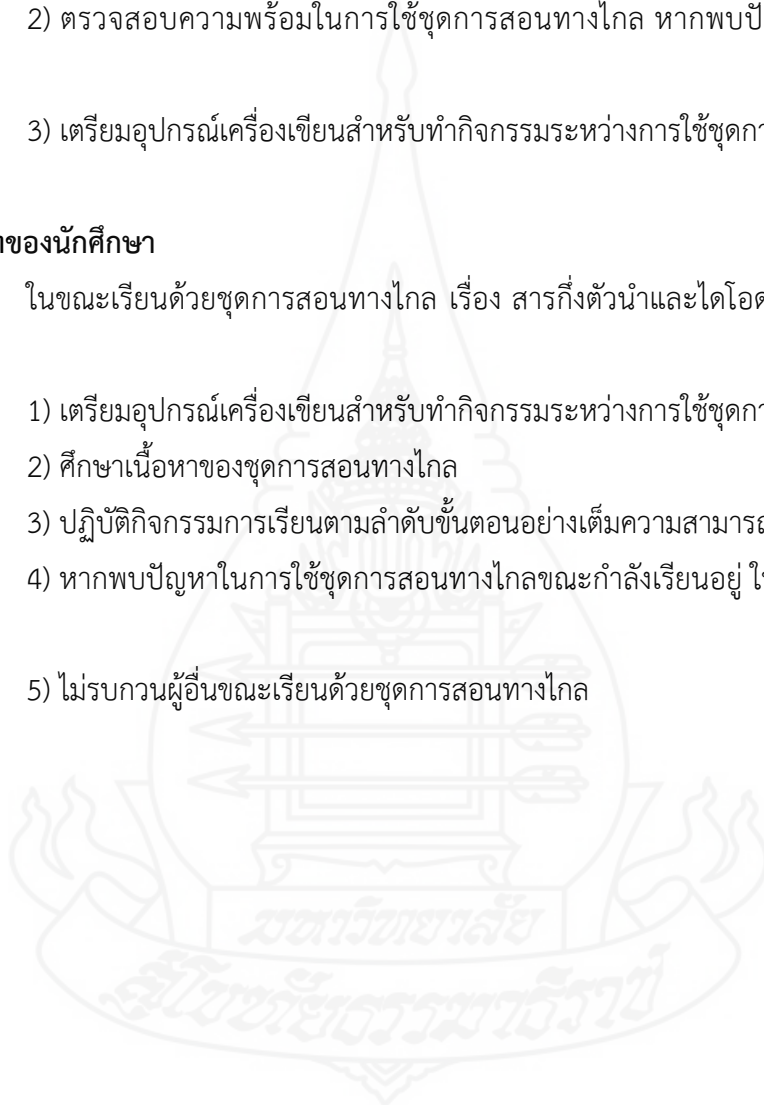
ในการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด นักศึกษาต้องเตรียมตัวในการเรียน ดังนี้

- 1) ศึกษารายละเอียดการใช้ชุดการสอนทางไกล ในคู่มือการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล อย่างละเอียด
- 2) ตรวจสอบความพร้อมในการใช้ชุดการสอนทางไกล หากพบปัญหาให้แจ้งอาจารย์ทันที
- 3) เตรียมอุปกรณ์เครื่องเขียนสำหรับทำกิจกรรมระหว่างการใช้ชุดการสอนทางไกล

4. บทบาทของนักศึกษา

ในขณะที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด นักศึกษามีบทบาท ดังนี้

- 1) เตรียมอุปกรณ์เครื่องเขียนสำหรับทำกิจกรรมระหว่างการใช้ชุดการสอนทางไกล
- 2) ศึกษาเนื้อหาของชุดการสอนทางไกล
- 3) ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนอย่างเต็มความสามารถ
- 4) หากพบปัญหาในการใช้ชุดการสอนทางไกลขณะกำลังเรียนอยู่ ให้รีบแจ้งอาจารย์โดยทันที
- 5) ไม่รบกวนผู้อื่นขณะเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล



ภาคที่ 3

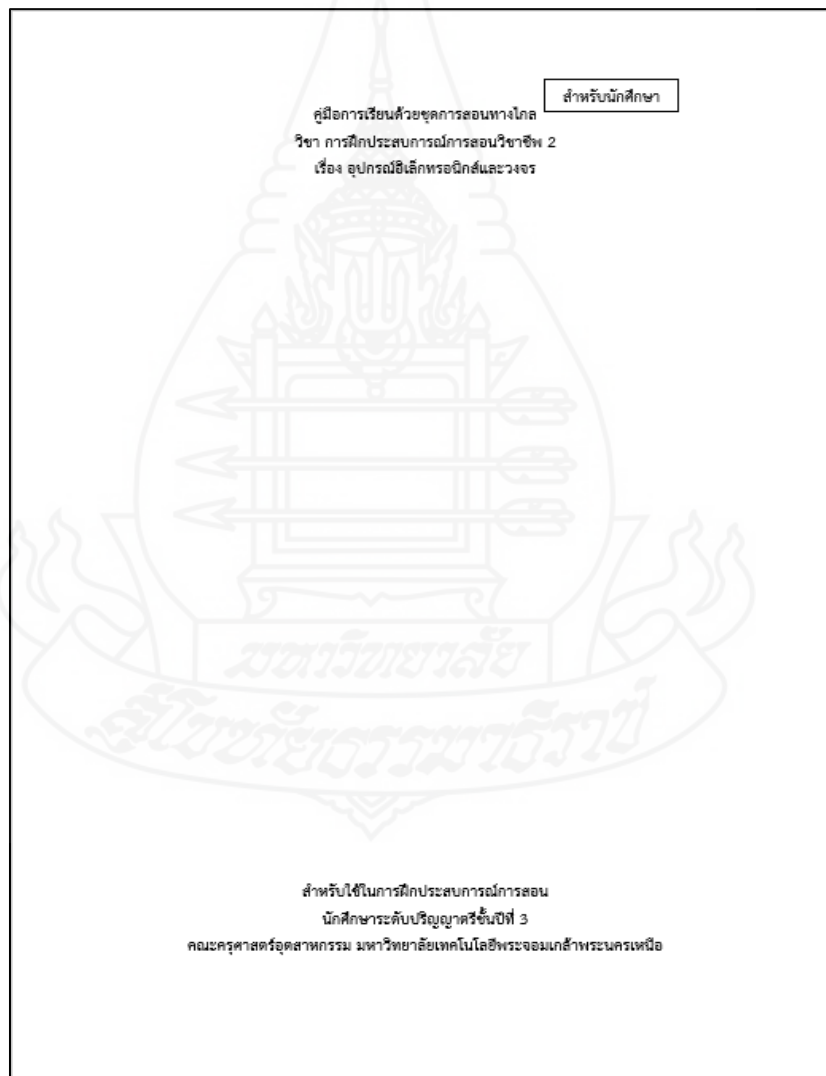
รายละเอียดชุดการสอนทางไกล



ส่วนประกอบของชุดการสอนทางไกล

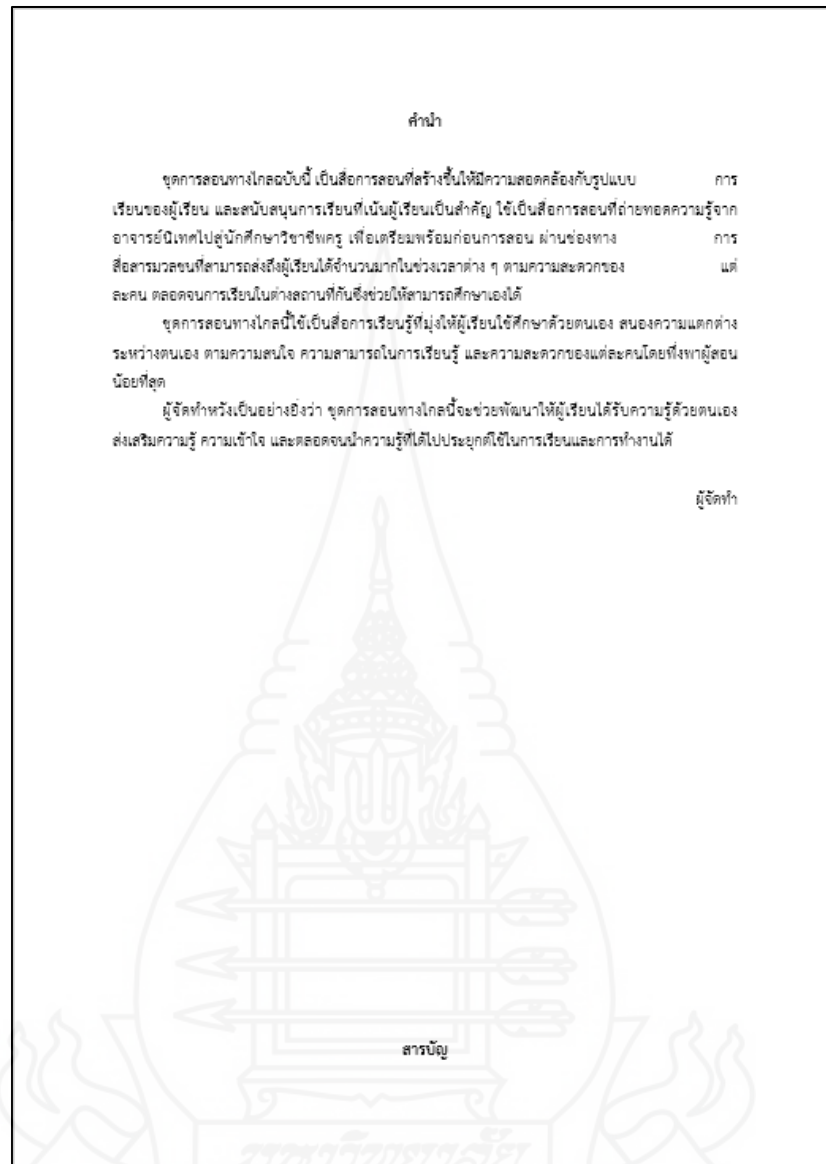
ชุดการสอนทางไกล รายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประกอบด้วยรายการหลัก 5 รายการ ได้แก่ (1) หน้าปก (Front Cover) (2) คำนำ (Introduction) (3) สารบัญ (Contents) (4) สารระของหนังสือแต่ละหน้า (Pages Contents) (5) อ้างอิง (Reference) และ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) หน้าปก คือ ปกด้านหน้าของชุดการสอนทางไกลซึ่งจะอยู่ส่วนแรก ประกอบด้วย ประกอบด้วย ชื่อชุดการสอน ชื่อรายวิชา สำหรับใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ภาพที่ 5.1 หน้าปกชุดการสอนทางไกล

2) คำนำ คือ คำบอกกล่าวของเขียนเกี่ยวกับชุดการสอนทางไกล



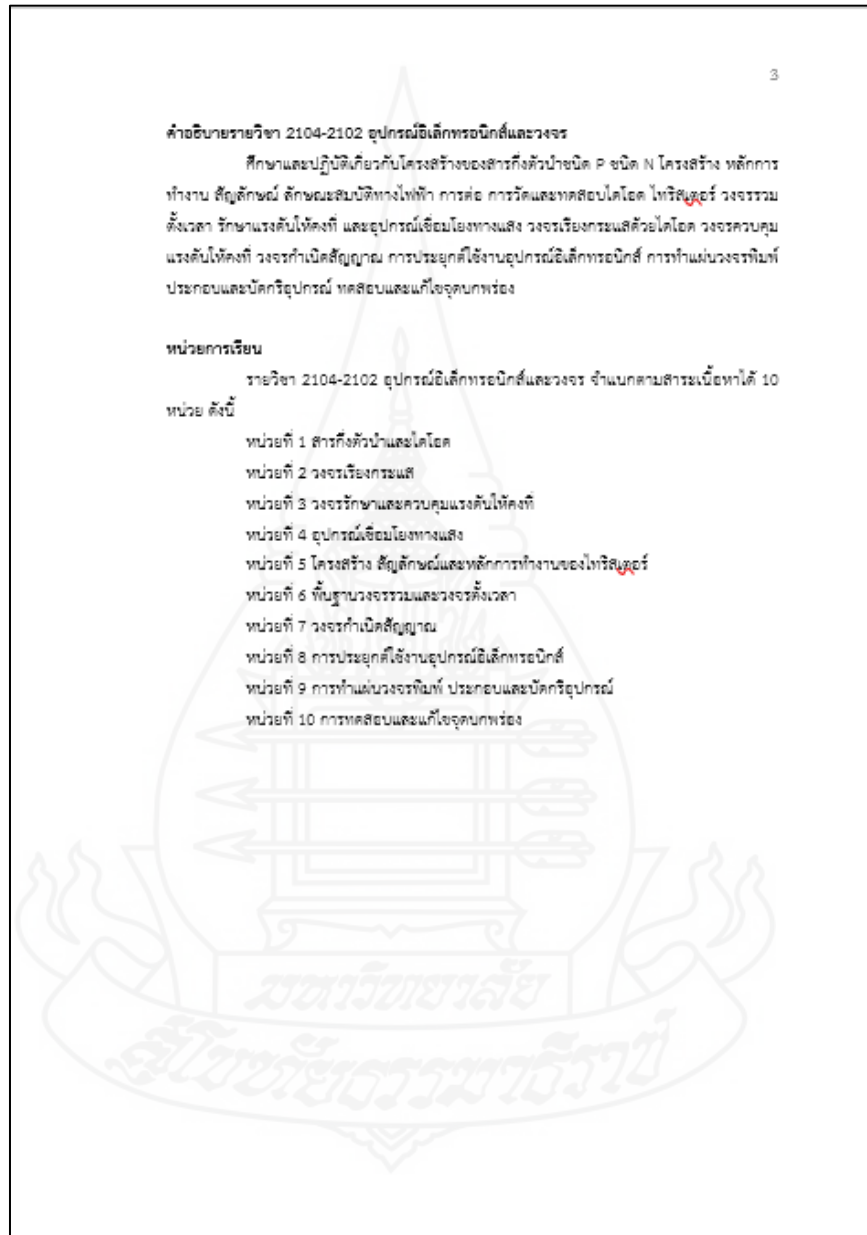
ภาพที่ 5.2 คำนำชุดการสอนทางไกล

3) สารบัญ คือ ตัวบ่งบอกหัวเรื่องสำคัญที่อยู่ภายในเล่มว่าประกอบด้วย คำนำ แผนผังแนวคิด แผนการสอน และชื่อแต่ละหัวเรื่อง ประกอบด้วย ข้อมูล และแหล่งข้อมูล

สารบัญ		2
เรื่อง	หน้า	
คำนำ		1
สารบัญ		2
คำอธิบายรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร		3
หน่วยการเรียน		3
วิธีการศึกษา		4
แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 1		5
รายชื่อหน่วยการสอน		5
แนวคิดประจำหน่วย		6
วัตถุประสงค์ประจำหน่วย		6
กิจกรรมประจำหน่วย		7
สื่อการเรียนประจำหน่วย		7
การประเมินการเรียนประจำหน่วย		7
หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ		8
แผนการสอนตอนที่ 1.1		9
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ เรื่องที่ 1.1.1 สาร		11
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ เรื่องที่ 1.1.2 ฉนวน		15
หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด ตอนที่ 1.2 ไดโอด		29
แผนการสอนตอนที่ 1.2		30
ตอนที่ 1.2 ไดโอด เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		32
ตอนที่ 1.2 ไดโอด เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด		33
บรรณานุกรม		54

ภาพที่ 5.3 สารบัญชุดการสอนทางไกล

4) สารของหนังสือแต่ละหน้า คือ ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้าที่ปรากฏภายในชุดการสอนทางไกล ประกอบด้วย วิธีการใช้ แผนผังแนวคิด แผนการสอนประจำหน่วย แผนการสอนประจำตอน หัวเรื่อง เนื้อหาและภาพประกอบในแต่ละหัวเรื่อง



ภาพที่ 5.4 คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ในชุดการสอนทางไกล

วิธีการศึกษา

การศึกษายุทธการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีว 2 ให้ได้ผลบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร นักศึกษาควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. การเตรียมตัวและการจัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษา
2. การทำความเข้าใจโครงสร้างเนื้อหาสาระ
3. การทำความเข้าใจขั้นตอนการศึกษา

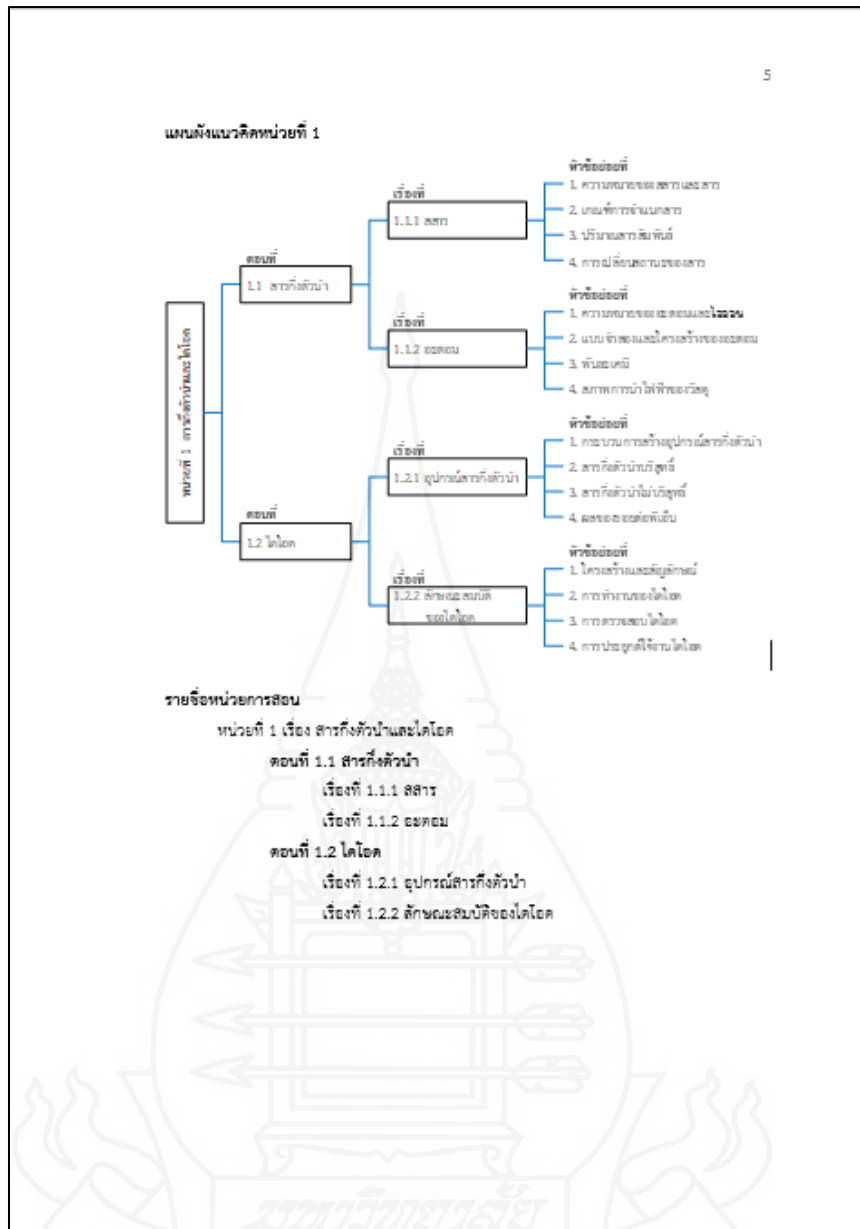
ในแต่ละหน่วยของชุดการสอนทางไกล นักศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ดังนี้

1. ประมวลสาระชุดวิชา เป็นเอกสารที่บรรจุเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับชุดวิชา
2. แบบประเมินตนเองก่อนเรียน เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการศึกษายุทธการสอนทางไกล

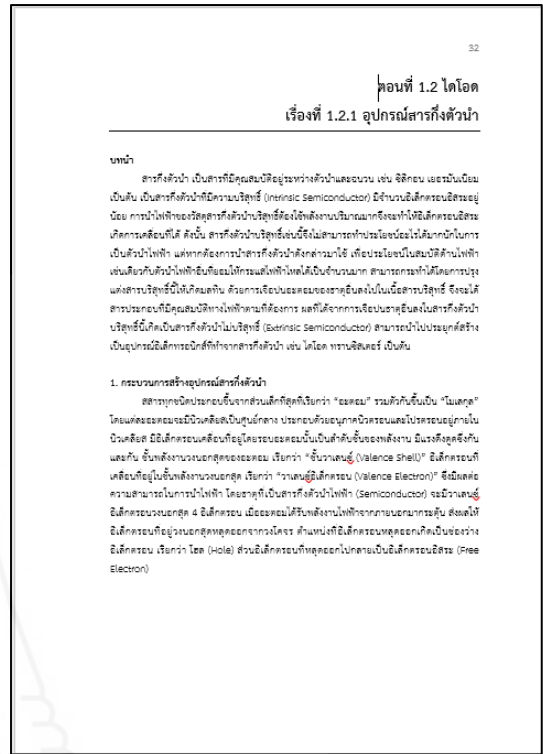
โดยให้นักศึกษาทำแบบประเมินตนเองก่อนเรียนด้วยตนเองจากประมวลสาระชุดวิชา กำหนดให้นักศึกษาทำกิจกรรมของแต่ละเรื่องและตรวจสอบคำตอบของทุกกิจกรรมท้ายหน่วย เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและทำกิจกรรมทุกเรื่องเรียบร้อยแล้ว โปรดทำแบบประเมินตนเองหลังเรียนด้วย เพื่อตรวจสอบตนเองว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของหน่วยนั้นเพียงพอหรือยัง

3. แบบฝึกปฏิบัติ (สำหรับผู้เรียน) เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการศึกษายุทธการสอนทางไกล กำหนดให้นักศึกษาทำกิจกรรมของแต่ละเรื่องและตรวจสอบคำตอบของทุกกิจกรรมท้ายหน่วย เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและทำกิจกรรมทุกเรื่องเรียบร้อยแล้ว โปรดทำแบบฝึกปฏิบัติหลังเรียนด้วย เพื่อตรวจสอบตนเองว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของหน่วยนั้นเพียงพอหรือยัง

ภาพที่ 5.5 วิธีการศึกษายุทธการสอนทางไกล



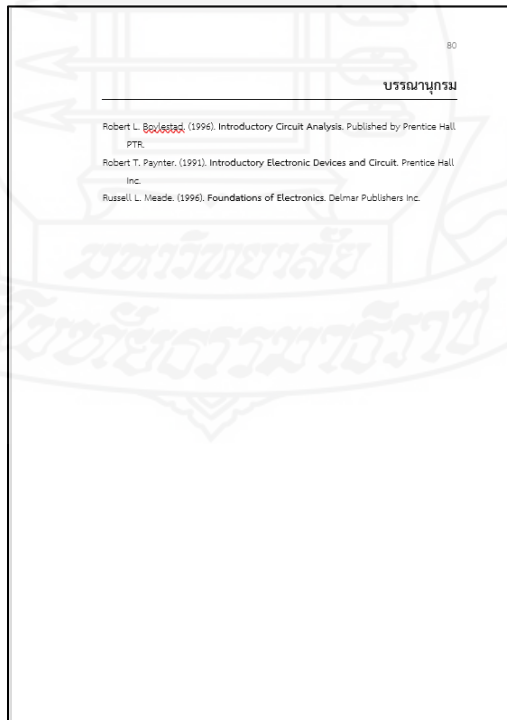
ภาพที่ 5.6 แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 1



ภาพที่ 5.11 หน้าปกหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.2 เรื่อง ไดโอด

ภาพที่ 5.12 หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.2 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

5) อ้างอิง คือ แหล่งข้อมูลที่ใช้นำมาอ้างอิง ในรูปของเอกสาร ตำรา หรือ เว็บไซต์



ภาพที่ 5.13 บรรณานุกรม

ภาคที่ 4
แบบฝึกปฏิบัติ



คู่มือการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนทางไกล
วิชา การฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

สำหรับนักศึกษา



แบบฝึกปฏิบัติ
หน่วยที่ 1
สารกึ่งตัวนำและไดโอด

สำหรับใช้ในการฝึกประสบการณ์การสอน

นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

ชุดการสอนทางไกลฉบับนี้ เป็นสื่อการสอนที่สร้างขึ้นให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน และสนับสนุนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้เป็นสื่อการสอนที่ถ่ายทอดความรู้จากอาจารย์นิเทศไปสู่ นักศึกษาวิชาชีพรู เพื่อเตรียมพร้อมก่อนการสอบ ผ่านช่องทางการสื่อสารมวลชนที่สามารถส่งถึงผู้เรียนได้จำนวนมากในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามความสะดวกของแต่ละคน ตลอดจนการเรียนรู้ในต่างสถานที่กันซึ่งช่วยให้สามารถศึกษาเองได้

ชุดการสอนทางไกลนี้ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเอง สนองความแตกต่างระหว่างตนเอง ตามความสนใจ ความสามารถในการเรียนรู้ และความสะดวกของแต่ละคน โดยพึ่งพาผู้สอนน้อยที่สุด

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดการสอนทางไกลนี้จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ และตลอดจนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนและการทำงานได้

ผู้จัดทำ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	1
สารบัญ	2
คำอธิบายรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	3
หน่วยการเรียนรู้	3
วิธีการศึกษา	4
แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 1	5
รายชื่อหน่วยการสอน	5
แนวคิดประจำหน่วย	6
วัตถุประสงค์ประจำหน่วย	6
กิจกรรมประจำหน่วย	7
สื่อการเรียนรู้ประจำหน่วย	7
การประเมินการเรียนรู้ประจำหน่วย	7
แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ	8
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ เรื่องที่ 1.1.1 สสาร	8
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม	12
แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด ตอนที่ 1.2 ไดโอด	17
ตอนที่ 1.2 ไดโอด เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	18
ตอนที่ 1.2 ไดโอด เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด	21
แนวตอบปฏิบัติ หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ	23
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ เรื่องที่ 1.1.1 สสาร	24
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม	27
แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด ตอนที่ 1.2 ไดโอด	32
ตอนที่ 1.2 ไดโอด เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	33
ตอนที่ 1.2 ไดโอด เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด	35

คำอธิบายรายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N โครงสร้าง หลักการทำงาน สัญลักษณ์ ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า การต่อ การวัดและทดสอบไดโอด ไทริสเตอร์ วงจรรวมตั้งเวลา รักษาแรงดันให้คงที่ และอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง วงจรเรียงกระแสด้วยไดโอด วงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ วงจรกำเนิดสัญญาณ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การทำแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบและบัดกรีอุปกรณ์ ทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่อง

หน่วยการเรียนรู้

รายวิชา 2104-2102 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำแนกตามสาระเนื้อหาได้ 10 หน่วย ดังนี้

- หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด
- หน่วยที่ 2 วงจรเรียงกระแส
- หน่วยที่ 3 วงจรรักษาและควบคุมแรงดันให้คงที่
- หน่วยที่ 4 อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง
- หน่วยที่ 5 โครงสร้าง สัญลักษณ์และหลักการทำงานของไทริสเตอร์
- หน่วยที่ 6 พื้นฐานวงจรรวมและวงจรตั้งเวลา
- หน่วยที่ 7 วงจรกำเนิดสัญญาณ
- หน่วยที่ 8 การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- หน่วยที่ 9 การทำแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบและบัดกรีอุปกรณ์
- หน่วยที่ 10 การทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่อง

วิธีการศึกษา

การศึกษาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาซีพี2 ให้ได้ผลบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร นักศึกษาควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. การเตรียมตัวและการจัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษา
2. การทำความเข้าใจโครงสร้างเนื้อหาสาระ
3. การทำความเข้าใจขั้นตอนการศึกษา

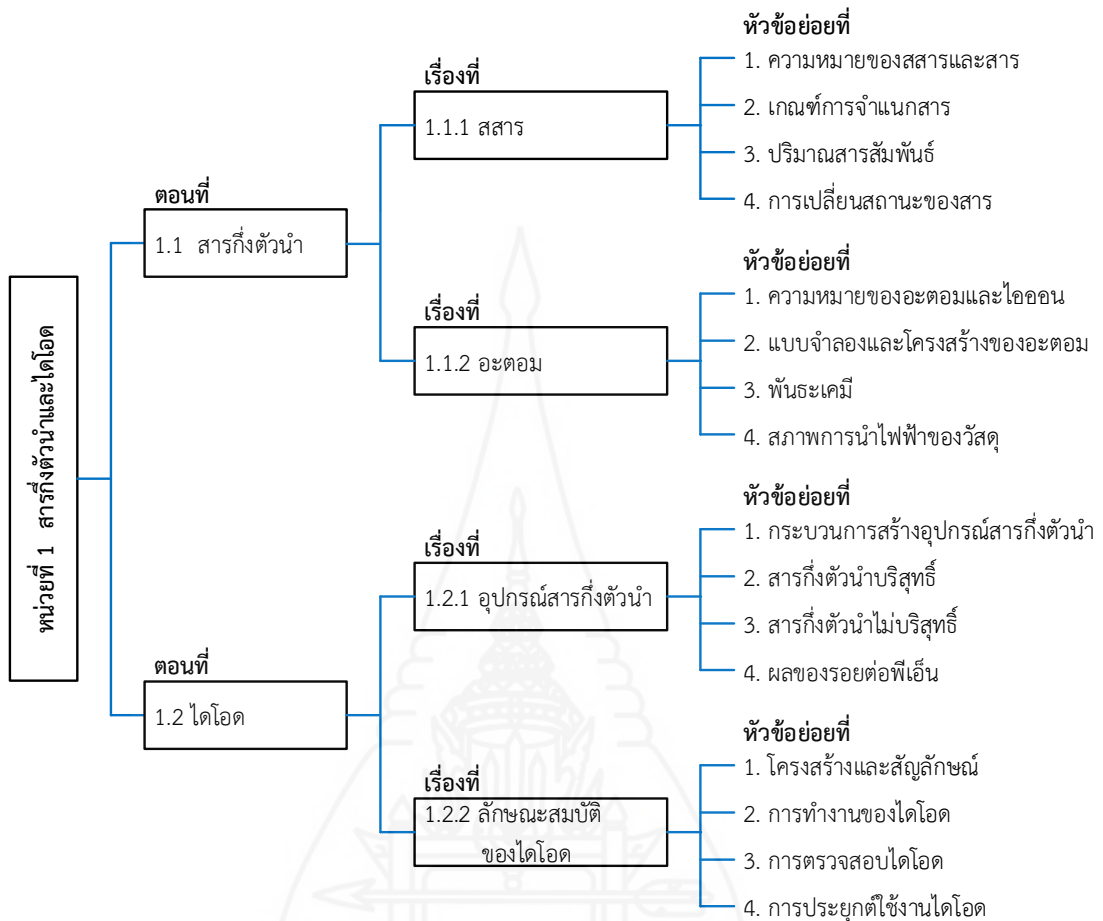
ในแต่ละหน่วยของชุดการสอนทางไกล นักศึกษาต้องศึกษาจากเอกสาร ดังนี้

1. ประมวลสาระชุดวิชา เป็นเอกสารที่บรรจุเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับชุดวิชา
2. แบบประเมินตนเองก่อนเรียน เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการศึกษาชุดวิชาการสอนทางไกล โดยให้นักศึกษาทำแบบประเมินตนเองก่อนเรียนรู้ด้วยตนเองจากประมวลสาระชุดวิชา กำหนดให้นักศึกษาทำกิจกรรมของแต่ละเรื่องและตรวจสอบดูแนวตอบของทุกกิจกรรมท้ายหน่วย เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและทำกิจกรรมทุกเรื่องเรียบร้อยแล้ว โปรดทำแบบประเมินตนเองหลังเรียนด้วย เพื่อตรวจสอบตนเองว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของหน่วยนั้นเพียงพอหรือยัง

3. แบบฝึกปฏิบัติ (สำหรับผู้เรียน) เป็นเอกสารที่ใช้ประกอบการศึกษาชุดวิชาการสอนทางไกล กำหนดให้นักศึกษาทำกิจกรรมของแต่ละเรื่องและตรวจสอบดูแนวตอบของทุกกิจกรรมท้ายหน่วย เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและทำกิจกรรมทุกเรื่องเรียบร้อยแล้ว โปรดทำแบบฝึกปฏิบัติหลังเรียนด้วย เพื่อตรวจสอบตนเองว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของหน่วยนั้นเพียงพอหรือยัง



แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 1



รายชื่อหน่วยการสอน

หน่วยที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ

เรื่องที่ 1.1.1 สาร

เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม

ตอนที่ 1.2 ไดโอด

เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด

แนวคิดประจำหน่วย

1. สาร คือ สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว เป็นสิ่งที่มีตัวตนและสัมผัสได้ สาร คือ สิ่งที่มีมวล เป็นสารที่มีลักษณะเฉพาะตน จำแนกสารได้ 4 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซและพลาสมา อนุภาคของสาร คือ ส่วนที่เล็กที่สุดของสารจำแนกได้ 3 ชนิด คือ อะตอม โมเลกุลและไอออน สารเปลี่ยนสถานะได้ 6 รูปแบบ คือ การระเหย การระเหิด การควบแน่น การแข็งตัว การตกผลึกและการหลอมเหลวหรือการละลาย

2. อะตอม คือ ส่วนที่เล็กที่สุดของสารที่แสดงถึงลักษณะสมบัติของ ไอออน คือ กลุ่มอะตอมที่มีประจุสุทธิทางไฟฟ้า คือ ไอออนบวกและไอออนลบ โครงสร้างของอะตอมประกอบด้วย โปรตรอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยอะตอมของสารจะมีการเกาะกันด้วยแรงยึดเหนี่ยว เรียกว่า พันธะเคมี จำแนกเป็น พันธะโลหะ พันธะไอออนิก และ พันธะโควาเลนต์ สภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ เป็นสมบัติทางไฟฟ้า เป็นความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุ เป็นภาวะที่วัสดุยอมให้ประจุไฟฟ้า เคลื่อนผ่านได้สภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงส่งผลต่อค่าความต้านทานของวัสดุ

3. กระบวนการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ใช้วิธีการปลูกผลึกและการเจือสารลงในผลึก สารกึ่งตัวนำด้วยเทคนิคการปลูกผลึกแบบ Czochralski method (CZ) และเทคนิคแบบ Float Zone method (FZ) สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ (Intrinsic Semiconductor) มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 4 ตัว จับตัวแบบพันธะโควาเลนต์ มีสภาพการนำไฟฟ้าไม่ดี ต้องได้รับพลังงานกระตุ้นมากเพียงพอที่จะนำไฟฟ้า การเจือสารกลุ่มที่ 3 และ กลุ่มที่ 5 ทำให้เกิดเป็นสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ เกิดเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพีและสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ผลของรอยต่อ P-N ไม่มีความต่างศักย์ เป็นบริเวณที่ปลอดภัย

4. โครงสร้างของไดโอด พิจารณาจากแถบพลังงานที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ คือ แถบวาเลนซ์ เมื่อได้รับพลังงานจากภายนอกเพียงเล็กน้อยกระตุ้นวาเลนซ์อิเล็กตรอน ทำให้วาเลนซ์อิเล็กตรอนเข้าไปสู่ชั้นระดับพลังงานแถบนำกระแส คุณลักษณะของรอยต่อ P-N ของสารกึ่งตัวนำ Si และ Ge ทำให้ได้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ คือ ไดโอด มี 2 ขั้ว คือ แอนโนดและแคโทด ทำงานเป็นสวิตช์ อิเล็กทรอนิกส์เมื่อได้รับการไบอัสตรง ใช้มิเตอร์วัดหาแรงดันตกคร่อม ดูสภาพปกติ การจัดวงจรและสภาพการทำงานผิดปกติ

วัตถุประสงค์ประจำหน่วย

1. หลังจากศึกษา “สาร” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายของสารและสารเกณฑ์การจำแนกสาร ปริมาณสารสัมพันธ์และการเปลี่ยนสถานะของสารได้ถูกต้อง

2. หลังจากศึกษา “อะตอม” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายของอะตอมและไอออนแบบจำลองและโครงสร้างของอะตอม พันธะเคมีและสภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุได้ถูกต้อง

3. หลังจากศึกษา “อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายกระบวนการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ชนิดของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ชนิดของสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์และผลของรอยต่อพีเอ็นได้ถูกต้อง

4. หลังจากศึกษา “ลักษณะสมบัติของไดโอด” แล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายโครงสร้างและสัญลักษณ์ การทำงานของไดโอด การตรวจสอบไดโอดและการประยุกต์ใช้งานไดโอด

กิจกรรมประจำหน่วย

1. ทำแบบทดสอบตนเองก่อนเรียนหน่วยที่ 1
2. ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ และตอนที่ 1.2 ไดโอด
3. บันทึกสาระสำคัญและปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดให้
4. ตรวจสอบคำตอบจากแนวตอบ
5. ทำแบบทดสอบตนเองหลังเรียน

สื่อการเรียนประจำหน่วย

1. เอกสารการสอน
2. สไลด์คอมพิวเตอร์
3. แบบฝึกปฏิบัติ
4. แบบทดสอบตนเองก่อนเรียนและแบบทดสอบตนเองหลังเรียน

การประเมินการเรียนรู้ประจำหน่วย

1. ประเมินจากแบบทดสอบตนเองก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน
2. ประเมินจากกิจกรรมที่กำหนดให้

แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ

IB		IIB		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII	IX	X	XI	XII																																																																
29	Cu	30	Zn	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn																																						
47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	X	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu																												
80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn	87	Fr	88	Ra	89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Mendelevium	102	Nobelium	103	Livermorium	104	Flerovium	105	Darmstadtium	106	Seaborgium	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og

แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ

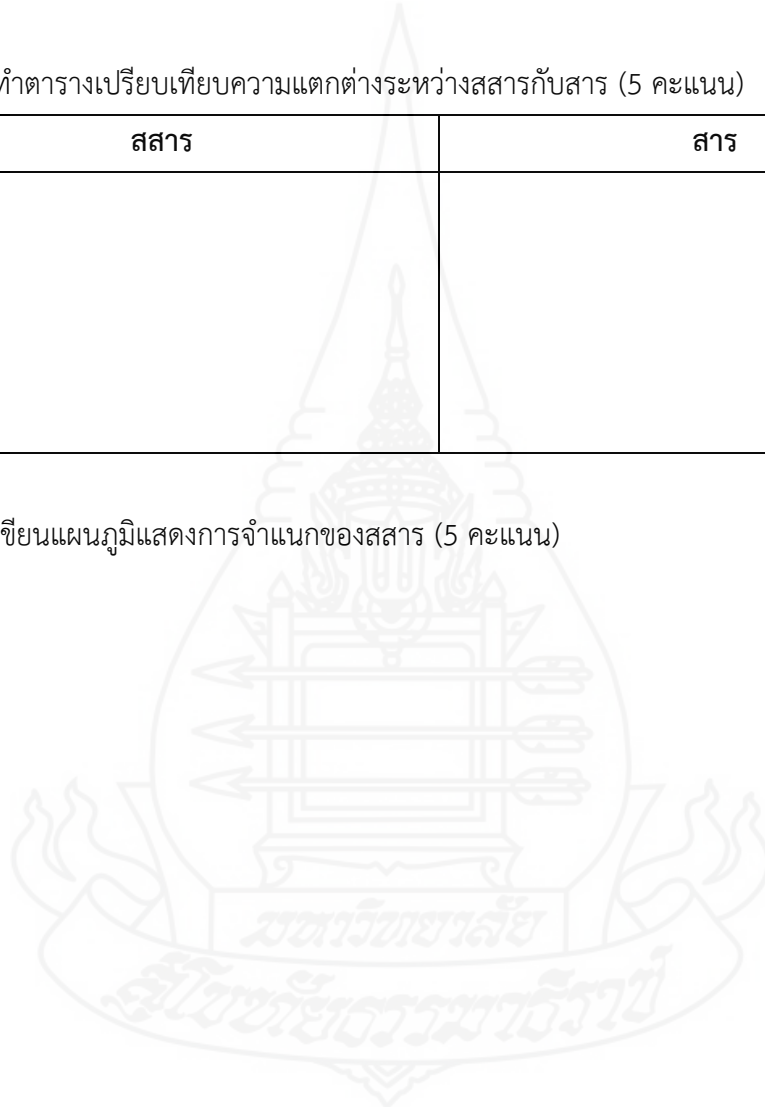
เรื่องที่ 1.1.1 สาร

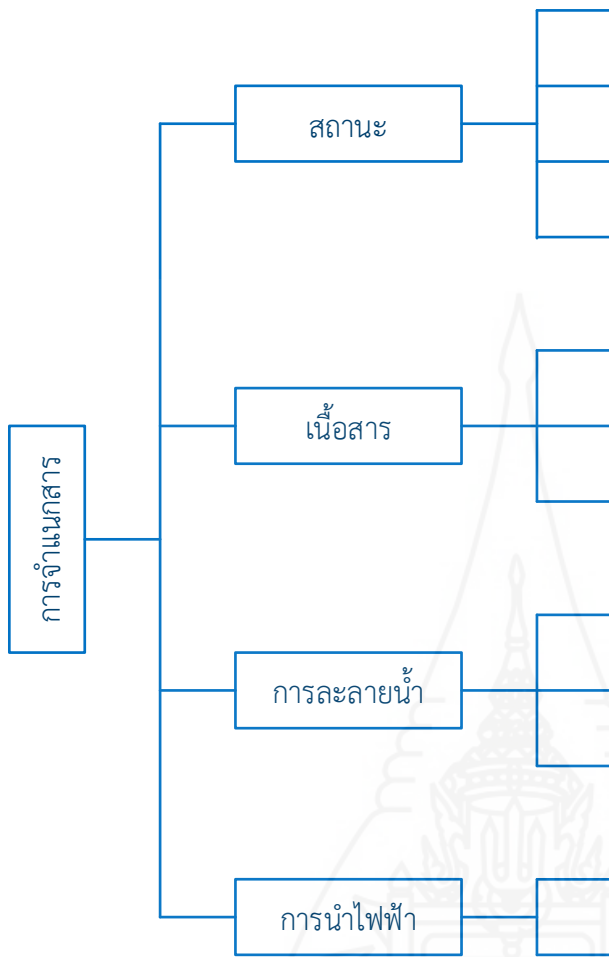
กิจกรรมที่ 1.1.1 โปรดเขียนคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติของหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่องที่ 1.1.1

ข้อ 1 จงทำตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสสารกับสาร (5 คะแนน)

สสาร	สาร

ข้อ 2 จงเขียนแผนภูมิแสดงการจำแนกของสสาร (5 คะแนน)





ข้อ 3 จงอธิบายความหมายและยกตัวอย่างสูตรเคมีของอนุภาคที่กำหนดให้ (5 คะแนน)

อนุภาค	ความหมาย	สูตรเคมี
อะตอม		
โมเลกุล		
ไอออน		

ข้อ 4 จงเลือกคำตอบให้ตรงกับคำถามที่สอดคล้องกับผลการแปรสภาพของสารเมื่อได้รับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (5 คะแนน)

คำถาม	คำตอบ
..... 1. กระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของ สสาร จากของแข็ง กลายเป็นของเหลว โดยมัก เกิดเมื่อของแข็งนั้น ๆ ได้รับความร้อนหรือ พลังงาน	ก. การแข็งตัว ข. การควบแน่น ค. การระเหย ง. การหลอมเหลว
..... 2. กระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของ สสาร จากของเหลว กลายเป็นของแข็ง โดยมัก เกิดเมื่อของเหลวนั้น ๆ สูญเสียความร้อนหรือ พลังงาน	จ. การระเหิด ฉ. การตกผลึก
..... 3. กระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของ สสาร จากของแข็ง กลายเป็นก๊าซ โดยไม่ผ่าน สถานะการเป็นของเหลว	
..... 4. กระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของ สสาร จากของเหลว กลายเป็นก๊าซ โดยมักเกิด เมื่อของเหลวนั้น ๆ ได้รับความร้อนหรือพลังงาน	
..... 5. กระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของ สสาร จากก๊าซ กลายเป็นของเหลว โดยมักเกิด เมื่อก๊าซนั้น ๆ สูญเสียความร้อนหรือพลังงาน	
..... 6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของ สสาร จากของเหลว กลายเป็นของแข็ง โดยมัก เกิดเมื่อของเหลวนั้น ๆ สูญเสียความร้อนหรือ พลังงาน	

แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ


เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม

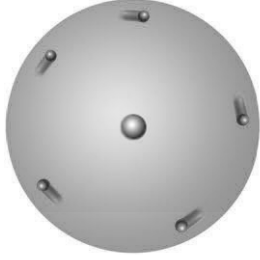
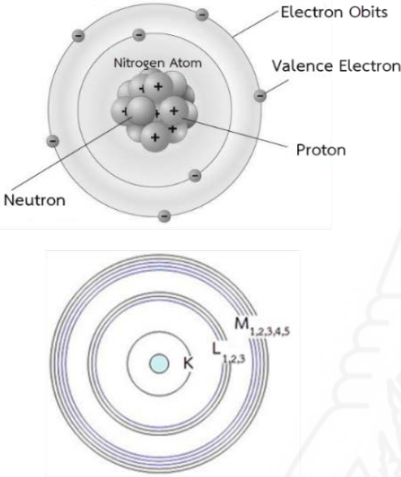
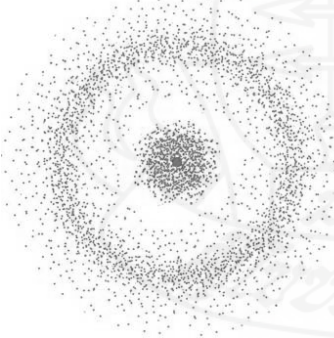
กิจกรรมที่ 1.1.2 โปรดเขียนคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติของหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่องที่ 1.1.2

ข้อ 1 ให้สรุปสาระสำคัญของอะตอมและไอออน (5 คะแนน)

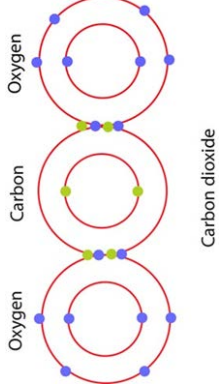
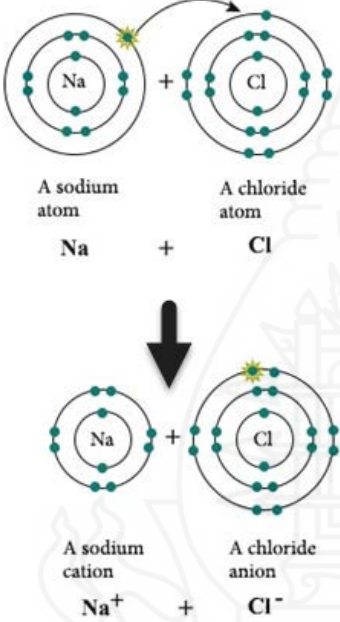
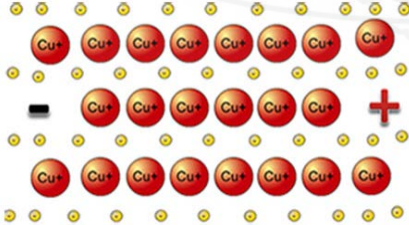
อะตอม	ไอออน

ข้อ 2 จงเขียนอธิบายภาพจำลองอะตอมที่กำหนดให้ (5 คะแนน)

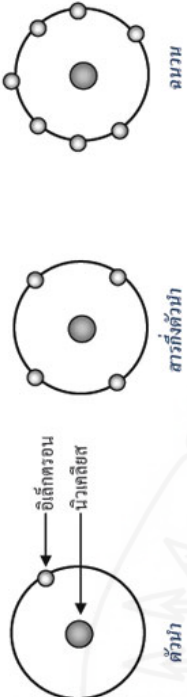
แบบจำลองอะตอม	ลักษณะของอะตอมตามแบบจำลอง
 แบบจำลองอะตอมของดาลตัน	
 แบบจำลองของจอห์น ทอมสัน	

แบบจำลองอะตอม	ลักษณะของอะตอมตามแบบจำลอง
 <p data-bbox="352 629 687 663">แบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ด</p>	
 <p data-bbox="384 1167 655 1200">แบบจำลองของนีล โบร์</p>	
 <p data-bbox="360 1632 679 1666">แบบจำลองของชเรอดิงเงอร์</p>	

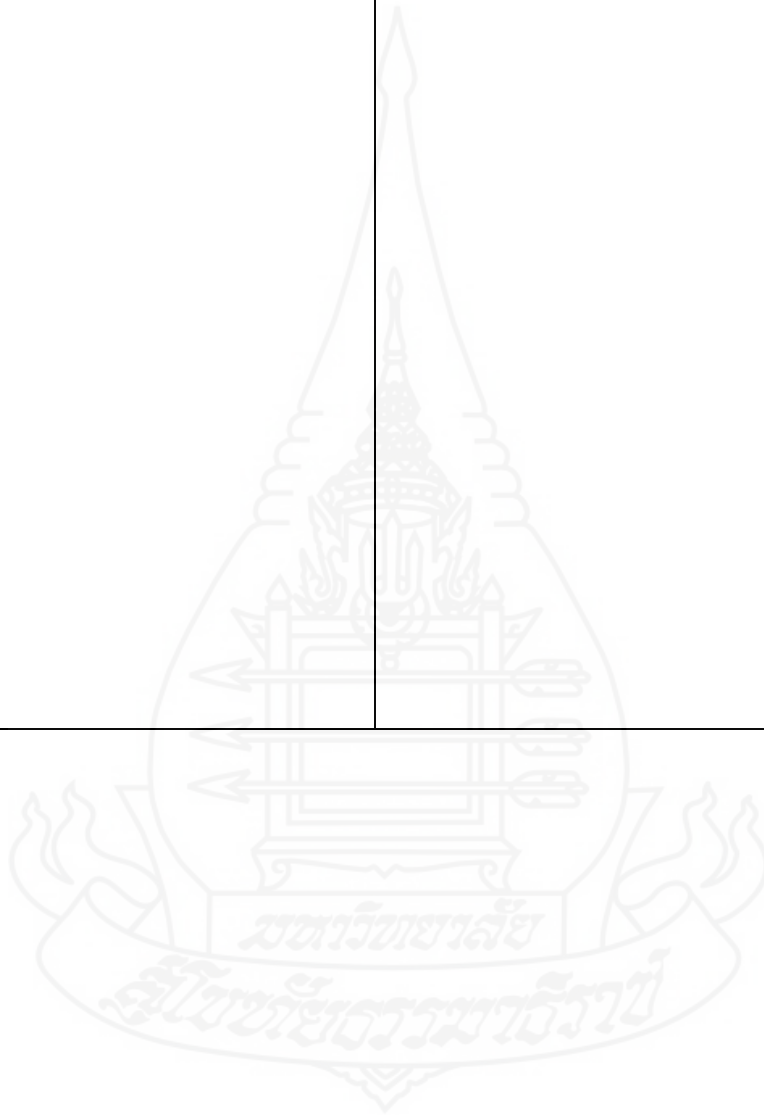
ข้อ 3 จงอธิบายความหมายให้ถูกต้องตามภาพแรงยึดเหนี่ยวที่กำหนด (5 คะแนน)

พันธะ	ชื่อพันธะ	ลักษณะ
		
		
		

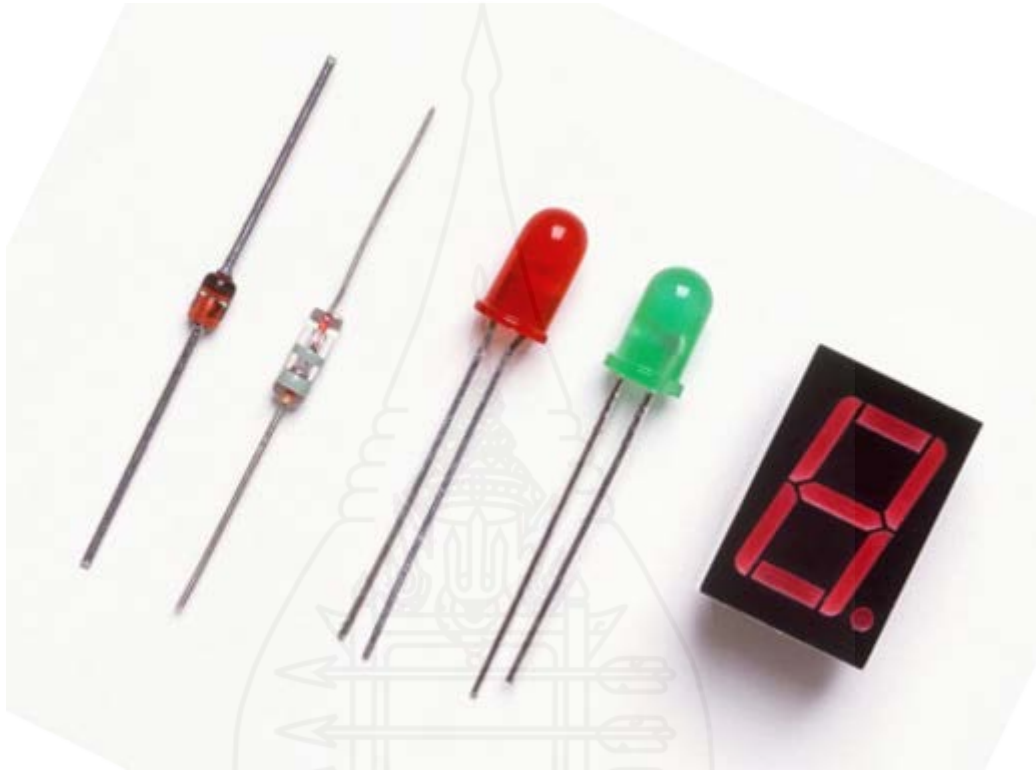
ข้อ 4 จงอธิบายสภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ (5 คะแนน)

ข้อ	สภาพการนำไฟฟ้า	สรุปลักษณะ
1	<p>คุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ</p> <p>-ตัวนำไฟฟ้า ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ</p> <p>-วาเลนซ์อิเล็กตรอน</p> 	
2	แบบจำลองแถบพลังงาน	

ชื่อ	สภาพการนำไฟฟ้า	สรุปลักษณะ
4	ผลของอุณหภูมิ -ตัวนำโลหะ สารกึ่งตัวนำ ฉนวน และตัวนำยิ่งยวด	



แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด
ตอนที่ 1.2 ไดโอด



แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.2 ไดโอด

เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

กิจกรรมที่ 1.1.2 โปรดเขียนคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติของหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่องที่ 1.1.2

ข้อ 1 อธิบายกระบวนการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำจากภาพที่กำหนดให้ (5 คะแนน)

1.1 เทคนิคการปลูกผลึกแบบ Czochralski Process (CZ)



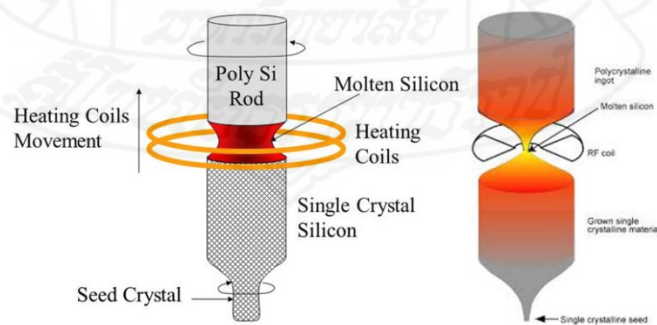
.....

.....

.....

.....

1.2 เทคนิคการปลูกผลึกแบบ Schematic setup for the Float Zone (FZ) process



.....

.....

.....

.....

2. อธิบายลักษณะของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ชนิด Si และ Ge (5 คะแนน)

2.1 จำนวนของอิเล็กตรอนในอะตอมของ Si และ Ge

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2.2 วาเลนซ์อิเล็กตรอนในอะตอมของ Si และ Ge

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. อธิบายลักษณะของสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ชนิด Si และ Ge (5 คะแนน)

3.1 กรรมวิธีสร้างสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type Semiconductor)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3.2 สารกึ่งตัวนำชนิด N (N – Type Semiconductor)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

แนวตอบปฏิบัติ หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด
ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ

IB		IIB		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
29	Cu	30	Zn	5	B	6	C	7	N
63.54		65.37		10.811		12.011		14.007	
47	Ag	48	Cd	13	Al	14	Si	15	P
870		112.40		26.982		28.086		30.974	
80	Hg	81	Tl	31	Ga	32	Ge	33	As
200.59		204.37		69.72		72.59		74.922	
				49	In	50	Sn	51	Sb
				114.82		118.69		121.75	
				82	Pb	83	Bi	84	Po
				207.19		208.980		127.60	
								52	Te
								78.96	
								53	I
								126.904	
								54	X
								79.909	
								35	Br
								35.453	
								17	Cl
								18	Ar
								18.998	
								9	F
								18.998	
								10	Ne
								20.183	
								8	O
								15.999	
								16	S
								32.064	

มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิถียุคใหม่

แนวตอบปฏิบัติ หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ

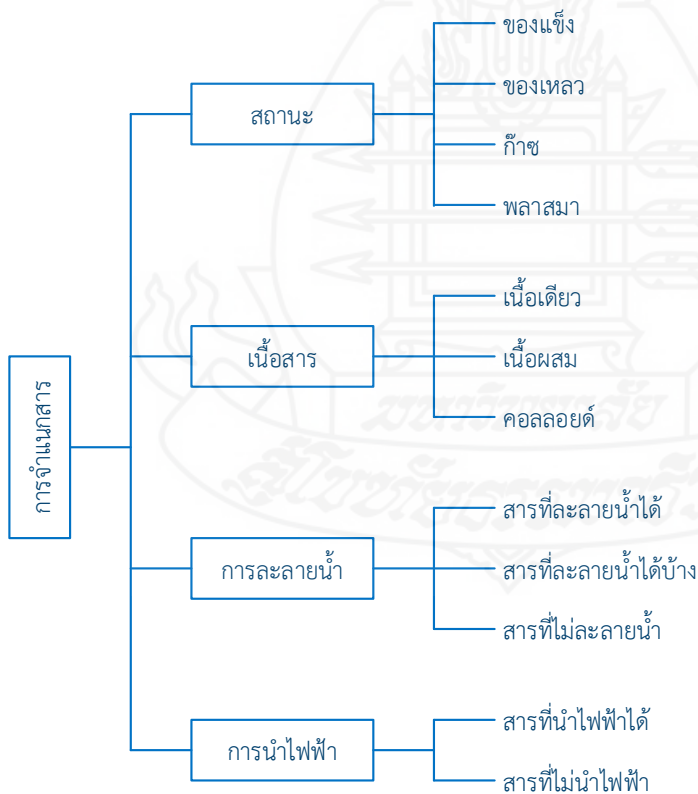
เรื่องที่ 1.1.1 สาร

กิจกรรมที่ 1.1.1 โปรดเขียนคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติของหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่องที่ 1.1.1

ข้อ 1 จงทำตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสารกับสาร (5 คะแนน)

สาร	สาร
สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เป็นสิ่งที่มีมวล มีตัวตน ต้องการที่อยู่ สัมผัสได้	สิ่งที่มีมวล ทราบคุณสมบัติเฉพาะเจาะจง มีสมบัติเฉพาะตัว ทราบชนิดแน่นอน

ข้อ 2 จงเขียนแผนภูมิแสดงการจำแนกของสาร (5 คะแนน)



ข้อ 3 จงอธิบายความหมายและยกตัวอย่างสูตรเคมีของอนุภาคที่กำหนดให้ (5 คะแนน)

อนุภาค	ความหมาย	สูตรเคมี
อะตอม	อนุภาคที่เล็กที่สุดของสารที่อยู่ลำพังได้ยาก ต้องรวมตัวกันเป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้น เรียกว่า “โมเลกุล”	อะตอมของออกซิเจน (O) อะตอมของไฮโดรเจน (H) อะตอมของคาร์บอน (C)
โมเลกุล	อนุภาคที่เล็กที่สุดของสารที่สามารถอยู่ในธรรมชาติได้อย่างอิสระ สามารถดำรงอยู่ได้ตามลำพังและทั้งยังคงรักษาสสมบัติต่าง ๆ ของสารนั้นไว้ได้ เกิดจากอะตอมตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไปรวมกันทางเคมี	โมเลกุลของก๊าซออกซิเจน (O ₂) โมเลกุลของน้ำ (H ₂ O)
ไอออน	กลุ่มอะตอมที่มีประจุไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ไอออนบวกและไอออนลบ	ไฮโดรเจนไอออน (H ⁻) โซเดียมไอออน (Na ⁺)

ข้อ 4 จงเลือกคำตอบให้ตรงกับคำถามที่สอดคล้องกับผลการแปรสภาพของสารเมื่อได้รับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (5 คะแนน)

	คำถาม	คำตอบ
ง. การหลอมเหลว	1. กระบวนการการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร จากของแข็ง กลายเป็นของเหลว โดยมักเกิดเมื่อของแข็งนั้น ๆ ได้รับความร้อนหรือพลังงาน	ก. การแข็งตัว ข. การควบแน่น ค. การระเหย ง. การหลอมเหลว
ฉ. การตกผลึก	2. กระบวนการการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร จากของเหลว กลายเป็นของแข็ง โดยมักเกิดเมื่อของเหลวนั้น ๆ สูญเสียความร้อนหรือพลังงาน	จ. การระเหิด ฉ. การตกผลึก
จ. การระเหิด	3. กระบวนการการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร จากของแข็ง กลายเป็นก๊าซ โดยไม่ผ่านสถานะการเป็นของเหลว	
ค. การระเหย	4. กระบวนการการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร จากของเหลว กลายเป็นก๊าซ โดยมักเกิดเมื่อของเหลวนั้น ๆ ได้รับความร้อนหรือพลังงาน	
ข. การควบแน่น	5. กระบวนการการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร จากก๊าซ กลายเป็นของเหลว โดยมักเกิดเมื่อก๊าซนั้น ๆ สูญเสียความร้อนหรือพลังงาน	
ก. การแข็งตัว	6. กระบวนการการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร จากของเหลว กลายเป็นของแข็ง โดยมักเกิดเมื่อของเหลวนั้น ๆ สูญเสียความร้อนหรือพลังงาน	

แนวตอบปฏิบัติ หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 สารกึ่งตัวนำ


เรื่องที่ 1.1.2 อะตอม

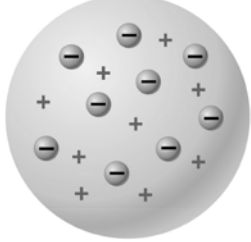
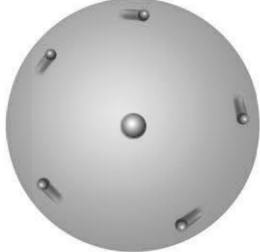
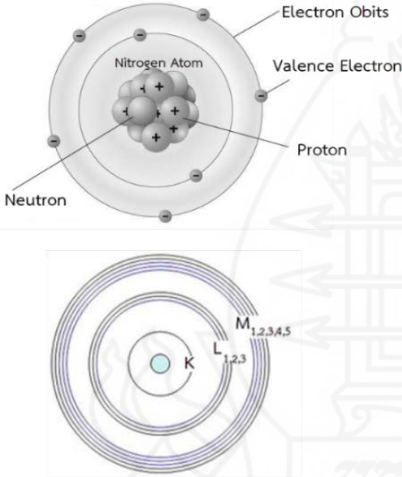
กิจกรรมที่ 1.1.2 โปรดเขียนคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติของหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่องที่ 1.1.2

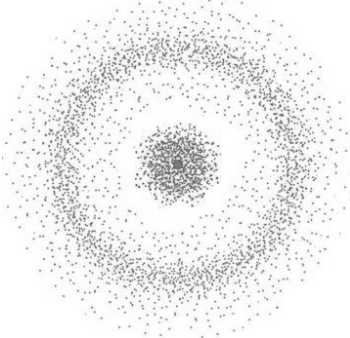
ข้อ 1 ให้สรุปสาระสำคัญของอะตอมและไอออน (5 คะแนน)

อะตอม	ไอออน
อะตอม (Atom) คือ สิ่งที่ไม่อาจตัดแบ่งแยกออกไปได้อีก เป็นส่วนที่เล็กที่สุดของสาร เป็นส่วนที่สามารถจะคงอยู่ได้ มีโครงสร้างที่เสถียร ไม่สามารถแบ่งออกทางเคมีได้	ไอออน (Ion) คือ กลุ่มอะตอมที่มีประจุสุทธิทางไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ไอออนบวกและไอออนลบ สภาพปกติของอะตอมจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า แต่ถ้าจำนวนของอิเล็กตรอนในอะตอมของสารมีการเปลี่ยนแปลง อะตอมนั้นจะเปลี่ยนเป็นอนุภาคที่มีสภาพทางไฟฟ้าเป็นบวกหรือลบเรียกว่า “ไอออน”

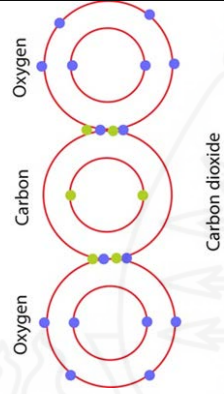
ข้อ 2 จงเขียนอธิบายภาพจำลองอะตอมที่กำหนดให้ (10 คะแนน)

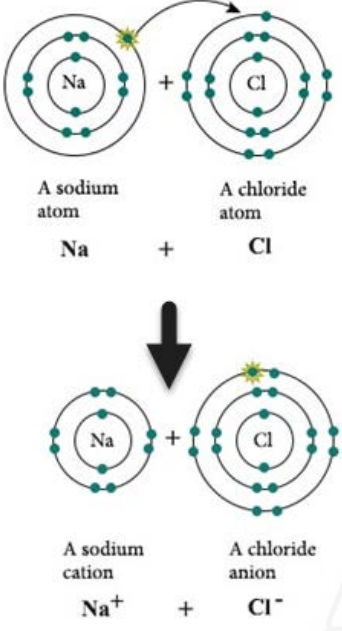
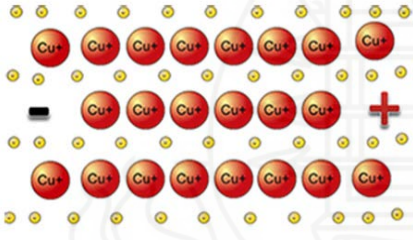
แบบจำลองอะตอม	ลักษณะของอะตอมตามแบบจำลอง
 แบบจำลองอะตอมของดาลตัน	มีลักษณะเป็นทรงกลม มีขนาดเล็กที่สุดจนไม่สามารถแยกออก อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีสมบัติที่เหมือนกัน ธาตุต่างชนิดกันจะมีสมบัติที่แตกต่างกัน

แบบจำลองอะตอม	ลักษณะของอะตอมตามแบบจำลอง
 <p>แบบจำลองของจอห์น ทอมสัน</p>	<p>อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลม ประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก และอนุภาคอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ กระจายอย่างสม่ำเสมอในอะตอมของสาร โดยอะตอมที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ</p>
 <p>แบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ด</p>	<p>อะตอมของสาร ประกอบด้วย นิวเคลียสที่มีโปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลาง นิวเคลียสมีขนาดเล็กแต่มีมวลมาก และมีประจุบวก ส่วนอิเล็กตรอนมีประจุลบและมีมวลน้อยมากวิ่งอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสเป็นบริเวณกว้าง</p>
 <p>แบบจำลองของนีล โบร์</p>	<p>อิเล็กตรอนจะอยู่กันเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละชั้นเรียกว่า “ระดับพลังงาน” และแต่ละระดับพลังงานจะมีอิเล็กตรอนบรรจุเป็นจำนวนอิเล็กตรอน $2n^2$ ลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบ ๆ นิวเคลียส แต่ละวงโคจรของอะตอมจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดและมีระดับพลังงานต่ำที่สุด อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานวงนอกสุดเรียกว่า วาเลนซ์อิเล็กตรอน (Valent Electron) เป็นอิเล็กตรอนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ส่วนอิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานวงในอยู่ใกล้ นิวเคลียสจะมีเสถียรมาก</p>

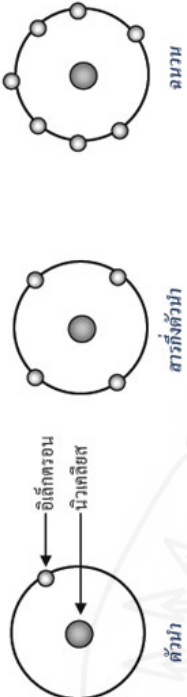
แบบจำลองอะตอม	ลักษณะของอะตอมตามแบบจำลอง
 <p data-bbox="363 705 678 739">แบบจำลองของชเรอดิงเงอร์</p>	<p data-bbox="766 353 1388 772">แบบจำลองอะตอมของโบร์ไม่สามารถอธิบายถึงกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนได้ เนื่องจากสมบัติบางอย่างของธาตุมีหลายอิเล็กตรอน แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกของชเรอดิงเงอร์นี้บอกได้ว่า ความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอนในบริเวณต่าง ๆ อยู่โดยรอบนิวเคลียส ดูเหมือนว่ามีกลุ่มหมอกอยู่โดยรอบนิวเคลียส ส่วนที่มีความหนาแน่นที่บ่งชี้โอกาสพบอิเล็กตรอนได้มากกว่าบริเวณที่กลุ่มหมอกมีความเจือจาง</p>

ข้อ 3 จงอธิบายความหมายให้ถูกต้องตามภาพแรงยึดเหนี่ยวที่กำหนด (5 คะแนน)

พันธะ	ชื่อพันธะ	ลักษณะ
	พันธะโควาเลนต์	<p data-bbox="1085 1025 1388 1288">เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่อะตอมของสาร ใช้วาเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ ๆ เป็นแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอน</p>

พันธะ	ชื่อพันธะ	ลักษณะ
 <p>A sodium atom + A chloride atom</p> <p>Na + Cl</p> <p>A sodium cation + A chloride anion</p> <p>Na^+ + Cl^-</p>	พันธะไอออนิก	เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่อะตอมของสารเป็นผู้ให้อิเล็กตรอนหรือรับอิเล็กตรอน เป็นแรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ
	พันธะโลหะ	เป็นแรงยึดเหนี่ยวที่อะตอมของสารใช้วาเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันทั้งก้อน

ข้อ 4 จงอธิบายสภาพการนำไฟฟ้าของวัสดุ (10 คะแนน)

ข้อ	สภาพการนำไฟฟ้า	สรุปลักษณะ
1	<p>คุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ</p> <p>-ตัวนำไฟฟ้า ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ</p> <p>-วาเลนซ์อิเล็กตรอน</p> 	<p>การนำไฟฟ้าของวัสดุ คือ การที่วัสดุสามารถยอมให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านเนื้อวัสดุได้ อิเล็กตรอนวงนอกสุดจะเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสารหรือธาตุต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ตัวนำไฟฟ้า จะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอนจำนวน 1 - 3 อิเล็กตรอน สารกึ่งตัวนำจะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอนจำนวน 4 อิเล็กตรอน และฉนวนไฟฟ้าจะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอนจำนวน 5 - 8 อิเล็กตรอน</p>
2	<p>แบบจำลองแถบพลังงาน</p>	<p>แถบพลังงานชั้นในที่อยู่ใกล้กับนิวเคลียสของกลุ่มอะตอมของสารจะมีพลังงานต่ำ เรียกว่า แถบวาเลนซ์ ส่วนแถบพลังงานชั้นนอกจะมีพลังงานสูงกว่าและมีอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่จำนวนมากในชั้นพลังงานนี้ เรียกว่า แถบนำไฟฟ้า</p>

ชื่อ	สภาพการนำไฟฟ้า	สรุปลักษณะ
4	ผลของอุณหภูมิ -ตัวนำโลหะ สารกึ่งตัวนำ ฉนวน และตัวนำยิ่งยวด	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตัวนำโลหะบริสุทธิ์ มีความต้านทานแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ (เคลวิน) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสภาพต้านทานจะเปลี่ยนไปน้อยมาก จึงนิยมนำโลหะผสมไปสร้างตัวต้านทานมาตรฐาน 2. สารกึ่งตัวนำ ทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด 3. ฉนวน เป็นวัตถุที่มีสภาพต้านทานสูงมาก เมื่ออุณหภูมิ 4. ตัวนำยิ่งยวด คือ ตัวนำที่นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด



แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด
ตอนที่ 1.2 ไดโอด



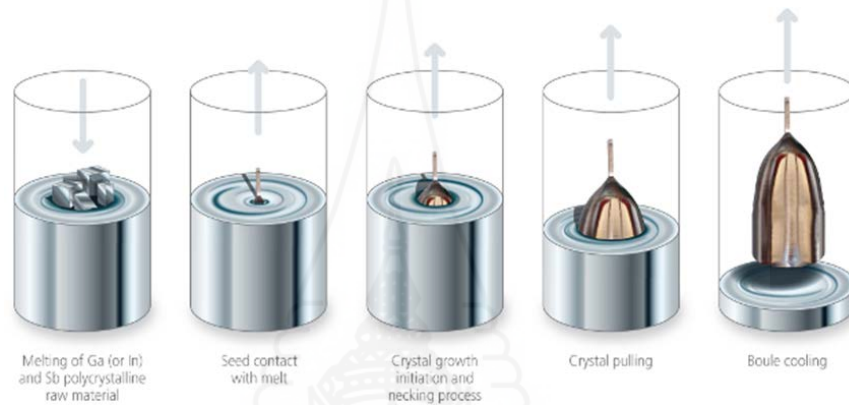
แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.2 ไดโอด

เรื่องที่ 1.2.1 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

กิจกรรมที่ 1.1.2 โปรดเขียนคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติของหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.1 เรื่องที่ 1.1.2

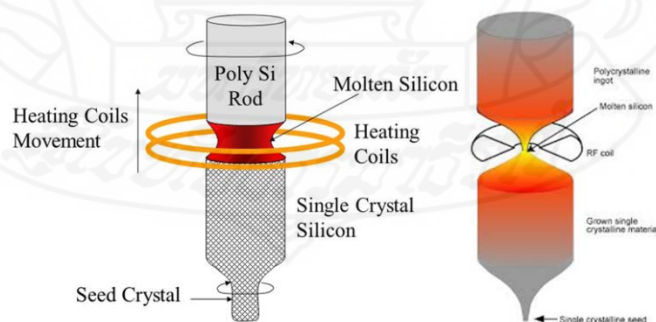
ข้อ 1 อธิบายกระบวนการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำจากภาพที่กำหนดให้ (5 คะแนน)

1.1 เทคนิคการปลูกผลึกแบบ Czochralski Process (CZ)



.....เทคนิคการปลูกผลึกแบบ Czochralski method (CZ) คิดค้นพัฒนาโดยนักวิทยาศาสตร์ชื่อ J. Czochralski เมื่อปี ค.ศ.1916 กรรมวิธีได้ปสารเจือปนกระทำได้โดยผสมสารเจือปนลงในอ่างซิลิกอนเหลว

1.2 เทคนิคการปลูกผลึกแบบ Schematic setup for the Float Zone (FZ) process



.....เทคนิคการปลูกผลึกแบบ Float Zone method (FZ) เป็นเทคนิคที่เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1962 โดยจะทำการผสมสารเจือปนลงใน Core wire หรือหดยดสารละลายของสารเจือปนลงในอ่างซิลิกอนตั้งต้น การได้ปสารเจือด้วยวิธีนี้ให้มีความเข้มข้นของสิ่งเจือปน (Doping concentration) ในอ่างซิลิกอนมากกว่า 20% ทั้งในแนวแกนและแนวรัศมีเมื่อเทียบกับวิธีการปลูกผลึกแบบ Czochralski method

2. อธิบายลักษณะของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ชนิด Si และ Ge (5 คะแนน)

2.1 จำนวนของอิเล็กตรอนในอะตอมของ Si และ Ge ประกอบด้วย ซิลิกอน มีอิเล็กตรอนทั้งหมด 14 อิเล็กตรอน และเจอร์เมเนียมมีอิเล็กตรอนทั้งหมด 32 อิเล็กตรอน

2.2 วาเลนซ์อิเล็กตรอนในอะตอมของ Si และ Ge สารกึ่งตัวนำทั้งสองนี้มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 4 อิเล็กตรอนต่อหนึ่งอะตอมเหมือนกัน โครงสร้างอะตอมของธาตุซิลิกอนและโครงสร้างอะตอมของธาตุเจอร์เมเนียม อะตอมจะจับกันเป็นผลึกแบบพันธะโควาเลนซ์ (Covalence Bond)

3. อธิบายลักษณะของสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ชนิด Si และ Ge (5 คะแนน)

3.1 กรรมวิธีสร้างสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type Semiconductor) สารเจือที่มีอิเล็กตรอนวงนอก 3 อิเล็กตรอน (Trivalent impurities) เช่น โบรอน (B) อะลูมิเนียม (Al) แกลเลียม (Ga) อินเดียม (In) หรือทาลเลียม (Tl) การจับคู่ของวาเลนซ์อิเล็กตรอนตามพันธะโควาเลนซ์ของสารที่เจือกับสารกึ่งตัวนำจะรวมกันได้ 7 ตัว ซึ่งยังไม่เสถียร ทำให้เกิดช่องว่างที่ขาดอิเล็กตรอน เรียกช่องว่างนี้ว่า โฮล (Hole) พร้อมจะรับอิเล็กตรอนภายนอกได้อีก 1 ตัว

3.2 สารกึ่งตัวนำชนิด N (N – Type Semiconductor) สารเจือที่มีอิเล็กตรอนวงนอก 5 อิเล็กตรอน (Pentavalent impurities) เช่น ฟอสฟอรัส (P) อาร์เซนิกหรือสารหนู (As) แอนติโมนีหรือพลวง (Sb) (นิยมใช้ P หรือ As) จะมีอิเล็กตรอนวงนอกเกินมา 1 อิเล็กตรอน ทำให้เกิดสถานะมีอิเล็กตรอนอิสระมากกว่าจำนวนประจุบวกในอะตอม ทำให้เหลืออิเล็กตรอน 1 ตัว ที่ไม่สามารถจับตัวกับอะตอมข้างเคียง เรียกอิเล็กตรอนตัวนี้ว่า อิเล็กตรอนอิสระ

4. อธิบายผลของรอยต่อพีเอ็น (P-N Junction) (5 คะแนน)

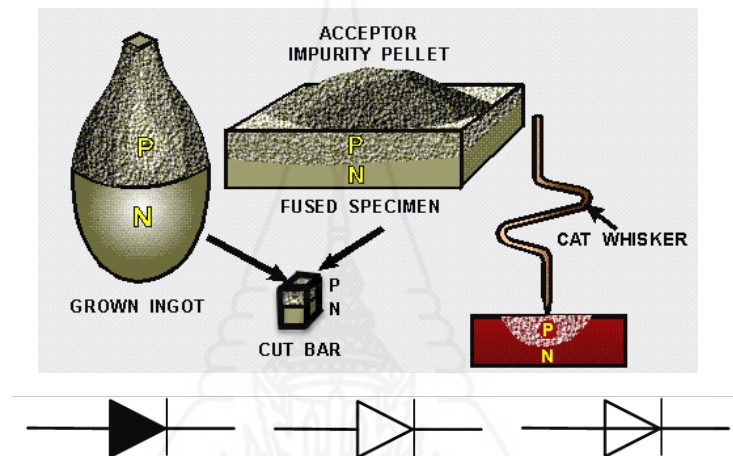
ผลของรอยต่อพีเอ็น (P-N Junction) จากสารกึ่งตัวนำชนิด P ซึ่งมีโฮลเป็นพาหะข้างมาก (Majority Carriers) และอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างน้อย (Minority Carriers) ในขณะที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมากแต่มีโฮลเป็นพาหะข้างน้อย บริเวณส่วนที่แคบใกล้กับรอยต่อ P-N นั้น เกิดแรงเหนี่ยวนำระหว่างประจุลบและประจุบวกที่สะสมในแต่ละสารกึ่งตัวนำจนเกิดศักย์ภายใน (Potential) แรงเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นระหว่างรอยต่อนี้ต้านการแพร่ของประจุทั้งสองฝั่งของสารกึ่งตัวนำแต่ละชนิด การแพร่ของอิเล็กตรอนและโฮล จะดำเนินไปจนกว่าระดับพลังงานเฟอร์มิทั้งสองฝั่งของสารกึ่งตัวนำจะอยู่ระดับเดียวกันจนเข้าสู่สภาวะสมดุลทางไฟฟ้า ไม่มีความต่างศักย์ ไม่เกิดการแพร่ของอิเล็กตรอนขึ้นอีกที่บริเวณแคบใกล้กับรอยต่อ P-N บริเวณที่ประจุบวกและประจุลบมีการเคลื่อนที่จนกระทั่งเข้าสู่สมดุลนี้ จึงเรียกว่า “บริเวณการพร่องหรือเขตปลอดพาหะ”

แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.2 ไดโอด

เรื่องที่ 1.2.2 ลักษณะสมบัติของไดโอด

กิจกรรมที่ 1.1.2 โปรดเขียนคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติของหน่วยที่ 1 ตอนที่ 1.2 เรื่องที่ 1.2.2

ข้อ 1 อธิบายโครงสร้างและสัญลักษณ์ของไดโอด (5 คะแนน)



1.1 โครงสร้างของไดโอด สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ Ge และ Si ผ่านกระบวนการโด๊ปสาร เกิดเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N และชนิด P ที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว และ 3 ตัว ตามลำดับ เมื่อให้พลังงานกับสารกึ่งตัวนำชนิด N นี้เพียงเล็กน้อย อิเล็กตรอนจะหลุดออกจากอะตอมกลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระ (Free electron) ทำให้สารกึ่งตัวนำชนิด N มีสภาพทางไฟฟ้าเป็นลบ ในขณะที่สารกึ่งตัวนำชนิด P เกิดจากการเติมสารเจือปนที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว เมื่อให้พลังงานกับสารกึ่งตัวนำชนิด P นี้เพียงเล็กน้อยจะเกิดสภาพที่เรียกว่า โฮล (Hole) ทำให้สารกึ่งตัวนำชนิด P มีสภาพทางไฟฟ้าเป็นบวก (Positive)

1.2 สัญลักษณ์ของไดโอด พิจารณาได้จากคุณลักษณะของรอยต่อ P-N ของสารกึ่งตัวนำ Si หรือ Ge ได้อุปกรณ์วัสดุสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า “ไดโอด (Diode)” ขั้วที่ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด P เรียกว่า “แอโนด (Anode)” และเรียกขั้วที่ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด N ว่า “แคโทด (Cathode)”

2. อธิบายการทำงานของไดโอด (5 คะแนน)

การไบอัสสารกึ่งตัวนำมีวัตถุประสงค์เพื่อให้วัสดุสารกึ่งตัวนำชนิด P-N สามารถนำกระแสได้เมื่อได้รับพลังงานในระดับที่เหมาะสมและถูกขั้วจากแหล่งจ่าย การจัดไบอัสตรง แต่เมื่อจัดไบอัสกลับ (Reward bias.) ให้กับสารกึ่งตัวนำชนิด P-N ซึ่งเป็นการต่อขั้วบวกของแหล่งจ่ายเข้ากับสารกึ่งตัวนำชนิด N และต่อขั้วลบเข้ากับสารกึ่งตัวนำชนิด P ทำให้วงจรรออยู่ในสภาวะการหยุดนำกระแส จนถึงช่วงระยะเวลาหนึ่งของการจัดไบอัสกลับ รอยต่อของสารกึ่งตัวนำชนิด P-N เกิดการพังทลายทำให้มีกระแสไหลย้อนกลับมากขึ้นทำให้ไดโอดเกิดความเสียหาย ลักษณะสมบัติของไดโอดที่เกิดจากการไบอัสตรง แรงดันตกคร่อมที่ได้ คือ $V_{Ge} \geq 0.3 \text{ V}$ และ $V_{Si} \geq 0.7$

3. การตรวจสอบไดโอด (5 คะแนน)

การใช้มิเตอร์ในการตรวจสอบ กระบวนการของตรวจสอบขั้วของไดโอดทำได้โดยอาศัยคุณสมบัติของการไบอัสไดโอดซึ่งได้มาจากแบตเตอรี่ภายในเครื่องมือวัด โดยถ้าเป็นมิเตอร์ของญี่ปุ่น เช่น SANWA หรือ KYORITSU ผู้ใช้ต้องปรับโหมดการวัดให้อยู่ในโหมดการวัดค่าความต้านทาน ถ้าเข็มมิเตอร์บ่ายเบนขึ้น 1 ครั้งและไม่ขึ้น 1 ครั้ง แสดงว่า ไดโอดอยู่ในสภาพใช้งานได้ ถ้าเข็มมิเตอร์บ่ายเบนขึ้นทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่า ไดโอดอยู่ในสภาพที่เกิดการลัดวงจร ถ้าเข็มมิเตอร์ไม่เกิดการบ่ายเบนเลย แม้ว่าจะสลับสายการวัด แสดงว่าไดโอดมีการทำงานผิดปกติหรือมีการรั่วไหล

4. จงยกตัวอย่างที่นอกเหนือจากใช้ไดโอดในวงจรเรียงกระแส ไดโอดสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานใดได้บ้าง (5 คะแนน)

นอกเหนือจากการใช้ไดโอดเป็นส่วนหนึ่งของวงจรที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง การประยุกต์ใช้งานไดโอดบางประเภทที่พบบ่อย ๆ ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ การใช้งานเป็นสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ วงจรเรียงกระแส วงจรป้องกันกระแสย้อนกลับ วงจร ทวีแรงดัน วงจรตัดสัญญาณทางไฟฟ้าและข้อควรระวังในการใช้งานไดโอด

บทที่ 6

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ครอบคลุม (1) สรุปการวิจัย (2) อภิปรายผล และ (3) ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

สรุปการวิจัยนี้ ครอบคลุม รูปแบบการวิจัย วัตถุประสงค์การวิจัย สมมติฐานการวิจัย วิธีการวิจัย และผลการวิจัย

1.1 รูปแบบการวิจัย การวิจัยและพัฒนา

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1) เพื่อพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สาร กึ่งตัวนำและไดโอด

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.3.2 นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มีความพึงพอใจต่อชุดการสอนทางไกลอยู่ในระดับมาก

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ประชากรการวิจัย เครื่องมือการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

1.4.1 ประชากรการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สังกัดคณะครุศาสตร์ อดุสากรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1,383 คน และ กลุ่มตัวอย่างการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สังกัดภาควิชา ครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อดุสากรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวนรวมทั้งสิ้น 36 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน

1.4.2 เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ (1) เครื่องมือที่เป็นต้นแบบชิ้นงาน คือ ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด และ (2) เครื่องมือวัดผลลัพธ์ ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล

1) **เครื่องมือที่เป็นต้นแบบชิ้นงาน ต้นแบบชิ้นงานในการวิจัย** คือ ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ยึดหลักการผลิตชุดการสอนทางไกล และการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ประกอบด้วย (1) สื่อหลัก คือ เอกสารการสอน และแบบฝึกปฏิบัติ และ (2) สื่อเสริม คือ สไลด์คอมพิวเตอร์ ชุดการสอนทางไกล มีจำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยขอบข่ายเนื้อหาสาระจำนวน 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำ และตอนที่ 2 เรื่อง ไดโอด ขั้นตอนการพัฒนาชุดการสอนทางไกล มีขั้นตอน ดังนี้ **ขั้นที่ 1** ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **ขั้นที่ 2** พัฒนาชุดการสอนทางไกล **ขั้นที่ 3** ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่า ชุดการสอนทางไกลมีคุณภาพอยู่ในระดับดี **ขั้นที่ 4** ทดลองใช้ชุดการสอนทางไกลเพื่อหาประสิทธิภาพเบื้องต้น

2) **เครื่องมือวัดผลลัพธ์** ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล โดยมีรายละเอียด ดังนี้ คือ (1) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ชนิด

เลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 20 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน 20 ข้อ คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40-0.76 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.29-0.55 และแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.24-0.64 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.74 และ (2) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ และแบบเขียนตอบ มีจำนวน 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ความพึงพอใจด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล ตอนที่ 2 ความพึงพอใจด้านผลที่ได้รับของชุดการสอนทางไกล ส่วนตอนที่ 3 เป็นข้อเสนอแนะ เป็นแบบสอบถามมีลักษณะแบบเขียนตอบชนิดปลายเปิด

1.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลองทั้ง 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองแบบภาคสนาม มีลักษณะเหมือนกัน โดยมีขั้นตอนการศึกษาชุดการสอนทางไกล ดังนี้ คือ (1) ชี้แจงการวิจัย (2) ทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกลเบื้องต้น โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ขั้นที่ 2 ศึกษาแผนการสอนประจำหัวตอน และเนื้อหาสาระในแต่ละหัวเรื่อง ขั้นที่ 3 ศึกษาสไลด์คอมพิวเตอร์ ขั้นที่ 4 ทำกิจกรรมและตรวจสอบแนวตอบในแต่ละเรื่องของแบบฝึกปฏิบัติ และขั้นที่ 5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน

1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ค่าการทดสอบค่าที่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.5 ผลการวิจัย

การพัฒนาชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล ปรากฏว่า ชุดการสอนทางไกล ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ คือ $E_1 / E_2 = 81.67 / 81.30$ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.5.2 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ปรากฏว่า นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 ผลความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ปรากฏว่า นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2. อภิปรายผล

ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากมีกระบวนการพัฒนาชุดการสอนทางไกลอย่างเป็นระบบ มีการออกแบบสื่อการเรียนการสอนในชุดการสอนทางไกล และกำหนดกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ที่มีเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะชุดการสอนได้รับการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองก่อนทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพเบื้องต้น ผลการใช้ชุดการสอนทางไกลนี้ ทำให้นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การหาประสิทธิภาพชุดการสอนทางไกล

ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผลปรากฏว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ (1) หลักการพัฒนาชุดการสอนทางไกลอย่างเป็นระบบ (2) การออกแบบสื่อการเรียนการสอนในชุดการสอนทางไกล และ (3) การกำหนดกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนทางไกล เป็นการจัดสภาพการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้

2.1.1 หลักการการพัฒนาชุดการสอนทางไกล ผลิตขึ้นตามหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลและการจัดประสบการณ์สำเร็จรูป และยึดแนวทางการทดสอบประสิทธิภาพของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น.18) ซึ่งได้กล่าวว่า การพัฒนาชุดการสอนทางไกลให้มีประสิทธิภาพและดำเนินการอย่างเป็นระบบ ควรผ่านกระบวนการควบคุมและประกันคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าต้นแบบชิ้นงานนั้นมีประสิทธิภาพ สำหรับการผลิตชุดการสอนทางไกลแบบยัดสื่อสิ่งพิมพ์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แนวทางการผลิตตำราทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.15) ได้กล่าวถึง การผลิตตำราทางไกล โดยตำราทางไกลจะมีการเขียนแผนการสอน การวิเคราะห์เนื้อหา และการเขียนแผนผังแนวคิด เพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณของเนื้อหาที่จะเสนอในชุดวิชา และในแต่ละหน่วยของวิชาให้มีความสมบูรณ์และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สนับสนุน ความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เรียนเองตามลำพัง โดยพึ่งพาผู้อื่นให้น้อยที่สุด มีกิจกรรมหรืองานให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ หลังจากได้ศึกษาเนื้อหาสาระต่าง ๆ ในชุดการสอนทางไกล กำหนดให้มีแนวคำตอบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความก้าวหน้าของตนในกิจกรรมระหว่างเรียน และประเมินผลผู้เรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อดูความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง

2.1.2 การออกแบบสื่อการเรียนการสอนในชุดการสอนทางไกล สื่อการเรียนการสอนในชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มีเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ทางไกล ประกอบด้วย สื่อหลัก คือ สื่อสิ่งพิมพ์ใช้เป็นเอกสารการสอน มีแบบฝึก

ปฏิบัติ และสื่อเสริม คือ สไลด์คอมพิวเตอร์ เนื้อหาสาระและสื่อที่เกี่ยวข้องกับสารกึ่งตัวนำและไดโอด มีคุณภาพในระดับดี เพราะผ่านกระบวนการวิเคราะห์และพัฒนาเนื้อหาสาระ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความสะดวกของตนผ่านช่องทางต่างๆ จัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนใหม่ให้สะดวกกับการเรียนรู้และความแตกต่างของผู้เรียน ปรับเปลี่ยนบทบาทผู้สอนให้เป็นผู้เตรียมเนื้อหาสาระและกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ เปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากวัสดุและสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด เป็นสื่อประสมที่มีความหลากหลาย บรรจุเนื้อหาที่ผ่านการวิเคราะห์และหาคุณภาพไว้พร้อมให้นักศึกษาได้ใช้ศึกษา ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560, น.7) ซึ่งกล่าวว่า ชุดการสอนทางไกลมีสื่อที่หลากหลาย และแต่ละสื่อทำหน้าที่ในการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้เป็นอย่างดีเพราะได้ผ่านระบบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบคุณภาพชุดการสอนมาอย่างเป็นระบบ อีกทั้งชุดการสอนทางไกลที่ใช้กันในสถาบันการสอนทางไกลส่วนใหญ่ยังเป็นชุดการสอนที่ยึดสื่อพิมพ์เป็นสื่อหลัก

2.1.3 การกำหนดกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนทางไกล เป็นการจัดสภาพการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกลเป็นวิธีการในการจัดการเรียนการสอนหรือกำหนดกิจกรรมให้แก่ผู้เรียน โดยไม่มีการเข้าชั้นเรียน ผู้เรียนจะไม่ได้รับการสอนจากครูในชั้นเรียน แต่เรียนจากสื่อประสมต่างๆ ได้แก่ ตำรา คู่มือการเรียน รายการวิทยุกระจายเสียง รายการวิทยุโทรทัศน์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และการสอนเสริม โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองที่บ้านหรือที่อื่นใดที่ผู้เรียนสะดวก โดยศึกษาจากสื่อประสมและทำกิจกรรมที่กำหนดให้ สอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2555, น.17, น.28) ซึ่งกล่าวว่า การศึกษาเล่าเรียนด้วยวิธีการศึกษาทางไกล เป็นระบบการศึกษาที่ผู้เรียนและผู้สอนอยู่ไกลกัน แต่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์โดยใช้ระบบการสอนทางไกล และสื่อการศึกษาทางไกลที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียน สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอาศัยความช่วยเหลือจากผู้สอนน้อยที่สุด สภาพการจัดการศึกษาทางไกลเป็นการจัดสภาพแวดล้อมอย่างหนึ่งเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้วยการศึกษาเล่าเรียน มีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อสำเร็จตามหลักสูตร

จากองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วน คือ (1) หลักการพัฒนาชุดการสอนทางไกลอย่างเป็นระบบ (2) การออกแบบสื่อการเรียนการสอนในชุดการสอนทางไกล และ (3) การกำหนดกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนทางไกล เป็นการจัดสภาพการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ทำให้ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอดมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล

ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด พบว่า นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะชุดการสอนทางไกลถูกพัฒนาขึ้น และดำเนินการตามขั้นตอน การผลิตชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช อย่างเป็นระบบ โดยองค์ประกอบในชุดการสอนทางไกลเอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน มีการออกแบบสื่อ และกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถสนับสนุนซึ่งกันและกัน เพราะได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ อีกทั้งยังมีกิจกรรมในรูปแบบฝึกปฏิบัติให้นักศึกษาได้ทำหลังจากศึกษาในแต่ละเรื่อง แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ เป็นชนิดปรนัยจำนวน 4 ตัวเลือกแบบคู่ขนาน กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ยึดรูปแบบทฤษฎีการเรียนรู้ของ เบนจามิน บลูม และคณะ (Bloom's Taxonomy) (สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์, 2531) ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทำการทดลองใช้เบื้องต้น คือ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองแบบภาคสนาม นำผลที่ได้ในแต่ละครั้งมาปรับปรุง ทำให้ชุดการสอนทางไกลมีคุณภาพ สามารถนำไปใช้วัดความก้าวหน้าทางการเรียนได้เป็นอย่างดี จึงเป็นเหตุผลสำคัญให้นักศึกษามีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน สูงกว่าการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการผลิตชุดการสอนทางไกลของ ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์

2.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล

ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด พบว่า คุณภาพของชุดการสอนทางไกลอยู่ในระดับมาก และผลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกลอยู่ในระดับมาก ดังนี้

2.3.1 ด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล คุณภาพของชุดการสอนทางไกลโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะเนื้อหาสาระในเอกสารการสอนเขียนด้วยภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักศึกษาทราบถึงแนวทางการเรียน และให้แนวตอบที่ทำให้นักศึกษาทราบถึงแนวทางการตรวจสอบผลที่ถูกต้อง สื่อเสริมที่เป็นสไลด์คอมพิวเตอร์มีความชัดเจนในด้านเนื้อหา ข้อความ และภาพ ที่สอดคล้องกันกับเอกสารการสอน ทำให้นักศึกษามีความพึงพอใจอย่างมากต่อคุณภาพของชุดการสอนทางไกล ทั้งนี้เพราะชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สร้างขึ้น เพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษา สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง กำหนดให้มีแหล่งวิทยบริการเป็นส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเอง มีสื่อที่หลากหลาย มีระบบการประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพของตนอย่างมีประสิทธิภาพ และพึ่งพาความช่วยเหลือจากผู้สอนน้อยที่สุด

2.3.2 ด้านผลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การที่นักศึกษามีโอกาสได้ศึกษาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบและ

ขั้นตอน ทั้งนี้เพราะการนำเสนอเนื้อหาที่มีการเรียบเรียงเป็นหัวข้อที่ชัดเจน มีสื่อการสอนในชุดการสอนทางไกลมีความหลากหลาย และทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้ได้อย่างดี มีโครงสร้างที่แตกต่างกันตามความพร้อมและโครงสร้างพื้นฐานของสถาบันการศึกษาทางไกล สังคม และผู้เรียน เพื่อการศึกษาเล่าเรียนด้วยตนเองผ่านสื่อในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปแบบของสื่อหลักและสื่อเสริม ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อโสตทัศน สื่อวิทยุ/โทรทัศน์ หรือสื่อคอมพิวเตอร์ เป็นต้น สำหรับถ่ายทอดเนื้อหาสาระสู่ผู้เรียน

3. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยและพัฒนาชุดการสอนทางไกล วิชาการฝึกประสบการณ์การสอนวิชาชีพ 2 เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีข้อเสนอแนะ 2 ประการ ดังต่อไปนี้

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 จากการทดลองใช้ชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด พบว่ามีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

3.1.2 การใช้ชุดการสอนทางไกลเป็นสื่อในการเรียนการสอนของนักศึกษา ควรให้เวลาผู้เรียนได้ศึกษาอย่างละเอียด และควรมีการให้ผู้เรียนได้พบปะกันระหว่างในชั้นเรียนกับอาจารย์ผู้สอนในการปฏิบัติในบางหัวเรื่อง และติดตามผลการเรียนของนักศึกษาอย่างต่อเนื่อง ด้วยการจัดสัมมนาย่อยในชั้นเรียน

3.1.3 เมื่อผู้เรียนนำชุดการสอนทางไกลไปใช้ศึกษาเองที่บ้าน ควรมีวินัยและความรับผิดชอบในการเรียน เนื่องจากเป็นการศึกษาด้วยตนเองควรเห็นความสำคัญของตนเองในฐานะผู้เรียนในอนาคตจะเป็นครูผู้สอน ผู้เรียนต้องมีความรู้อย่างลึกซึ้งก่อนทำการสอนจริง

3.1.4 การนำชุดการสอนทางไปใช้ควรมีความตระหนักในความแตกต่างของผู้เรียน มีการเสริมแรงใจในการเรียน โดยให้ผู้เรียนทราบผลการสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

3.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดการสอนทางไกลในหลักสูตรรายวิชาอื่น ให้มีความหลากหลายและครอบคลุมทุกวิชา

3.2.2 ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อการสอนของชุดการสอนทางไกลให้มีความหลากหลาย ในรูปแบบต่างๆ มากขึ้นเพื่อประโยชน์ต่อผู้เรียน

3.2.3 ควรมีการพัฒนาต่อยอดชิ้นงานให้สอดคล้องกับเทคโนโลยี รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และอาจมีการพัฒนาชุดการสอนทางไกลให้สามารถเรียนผ่านเครือข่ายได้



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2539). *อาชีวศึกษาปรัชญาหลักการและทฤษฎี*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชนิษฐา หินอ่อน. (2555). *ปัญหาและแนวทางพัฒนากระบวนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านการสอนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชนิษฐา หินอ่อน และสุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์. (2558). *ปัญหาและแนวทางพัฒนากระบวนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพด้านการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 6(1), น. 159-167.
- ครุศาสตร์ไฟฟ้า. (2555). *หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2555)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จรรย์รัตน์ เมฆจันทร์สม. (2546). *การสร้างสื่อการเรียนการสอนทางไกลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับนักศึกษาที่เรียนวิชา โทรทัศน์และวีดิทัศน์เพื่อการศึกษา สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- จันทร์จิรา ดีสี. (2549). *การใช้ประโยชน์และความพึงพอใจของนักศึกษาในการเรียนการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยรามคำแหง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, บุญเลิศ ส่องสว่าง และวาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2555). *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. (2520). *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2531). *การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในระดับอุดมศึกษา*. *วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช*, 1(1), น.1-18.
- _____. (2555). *การศึกษาทางไกลกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษากับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. หน่วยที่ 12 (ฉบับปรับปรุง) นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2555). สามัญทัศน์เทคโนโลยีการสอนและการฝึกอบรม. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีการสอนและการฝึกอบรม*. หน่วยที่ 1 (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 2) (น. 1-8). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- _____. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. 5(1), น.1-18.
- _____. (2560). เอกสารการสอนชุดวิชา 27103 สื่อการศึกษาพัฒนาสรร. *ชุดการสอนทางไกล*. หน่วยที่ 5. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธนพล กมลหัตถ์. (2551) *การสร้างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์บนเครือข่าย เรื่อง การใช้สื่อการสอนทางไกลเพื่อการศึกษาสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ธีรยุทธ พึ่งเที่ยร. (มปป). *คู่มือการพัฒนาวิชาชีพครู*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.
- นาคยา แก้วใส. (2549). การพัฒนาระบบและชุดการสอนทางไกล สาขาการบริหารและการจัดการอุตสาหกรรม. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 16(1), มกราคม – มีนาคม.
- นำโชค วัฒนานัย และคณะ. (2553). *การศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, น.736-741.
- ประเสริฐ ชั้นประเสริฐ. (2518). *แบบจำลองการสอนจุลภาคเรื่อง การรู้ความสนใจของนักเรียน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประสงค์ หอมสนิท. (2554). *วิธีการเรียนการสอน*. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการสอน*. หน่วยที่ 6 (พิมพ์ครั้งที่ 12) (น.220-269). นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เป็รื่อง กุ่มุท และ วาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2555). *การศึกษาทางไกลกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. ในประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษากับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. หน่วยที่ 6 (ฉบับปรับปรุง) (น. 6-15). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พิสิฐ เมธาภัทร และธีรพล เมธิกุล. (2531). *ยุทธวิธีวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- พิสิฐ สอนละ. (2556). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่อง วงจรเรโซแนนท์และวงจรกรองความถี่ไม่โครเวฟ สำหรับนักศึกษาาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.*
- ไพโรจน์ ตีระธนากุล. (2520). *การฝึกทักษะโดยการสอนแบบจุลภาค. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์ อดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.*
- ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. (มปป.). *คู่มืออาจารย์นิเทศการสอนจุลภาค. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2543). *การพัฒนารูปแบบการสอนทางไกลแบบสองทาง สำหรับสถาบันอุดมศึกษา สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย. (ดุฎฐิบัณฑิตการศึกษ). มหาวิทยาลัยวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- มานิต มานิตเจริญ. (2507). *พจนานุกรมไทย ฉบับของราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.*
- มานิต สิทธิชัย. (2555). *ศาสตร์การสอน วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.*
- ละออ การุณยะวินิช และคณะ. (มปป.). *วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ: แผนกฝึกสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- ลิขสิทธิ์ พุ่มเขียว. (2554). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางไกลเพื่อส่งเสริมการสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาทางไกล สถาบันการศึกษาทางไกล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.*
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสน.*
- วรรณิศา แก้วตาแสง. (2559). *การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง การออกแบบสายอากาศพื้นฐาน โดยใช้สื่อโปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาาระดับปริญญาตรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอดสาหกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.*
- วาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2552). *การผลิตชุดการสอน. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (อัดสำเนา).*
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). *กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน.*
- วิสิฐ อดุตมานนท์. (2553). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแอนาล็อก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอดสาหกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.*

- ศิริลักษณ์ สพานไตรภาพ. (2547). *การศึกษาสภาพปัญหาและความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนทางไกลแบบสองทางของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ).
- สุพัตรา ศรีสุวรรณ. (2545). การฝึกอบรมวิชาชีพด้วยการสอนทางไกลแบบสองทาง. *วารสารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยทักษิณ*. 1(2), น.41-46.
- สุมาลี สังข์ศรี. (2549). *การศึกษาทางไกล*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์. (2531). วิธีการสอน1. เอกสารประกอบการสอน (อัดสำเนา). ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อุไร อภิชาติบรรลือ. (2560). *เทคนิคการสอนวิชาชีพ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เอกพันธ์ พาเจริญ. (2557). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง สายอากาศไมโครสตริป สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ).
- Ian Jones, Anthony J. Handley, Richard Whitfield, Robert Newcombe, Douglas Chamberlain. (2007). A preliminary feasibility study of a short DVD-based distance-learning package for basic life support. TRAINING AND EDUCATIONAL PAPER: Elsevier. 75, (350-356).
- Sushama P Patil and Manisha Sawant. (2010). *Use of Multimedia Package & its Effectiveness in Teaching Programming Languages in Distance Learning of Undergraduate Students*. 4th International Conference on Distance Learning and Education (ICDIE).
- W. E., Wagener. (1975). *Model for Practical-Educational Counterpart Training*. German Agency for Technical Cooperation, Ltd. (GTZ).
- Yogendra Joshi, Avram Bar-Cohen, and Sushi Bhavnani. (1997). *Distance Learning Paradigms in Electronics Packaging: A National Course on Thermal Design of Electronic Products*. IEEE: Electronic Components and Technology Conference.



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

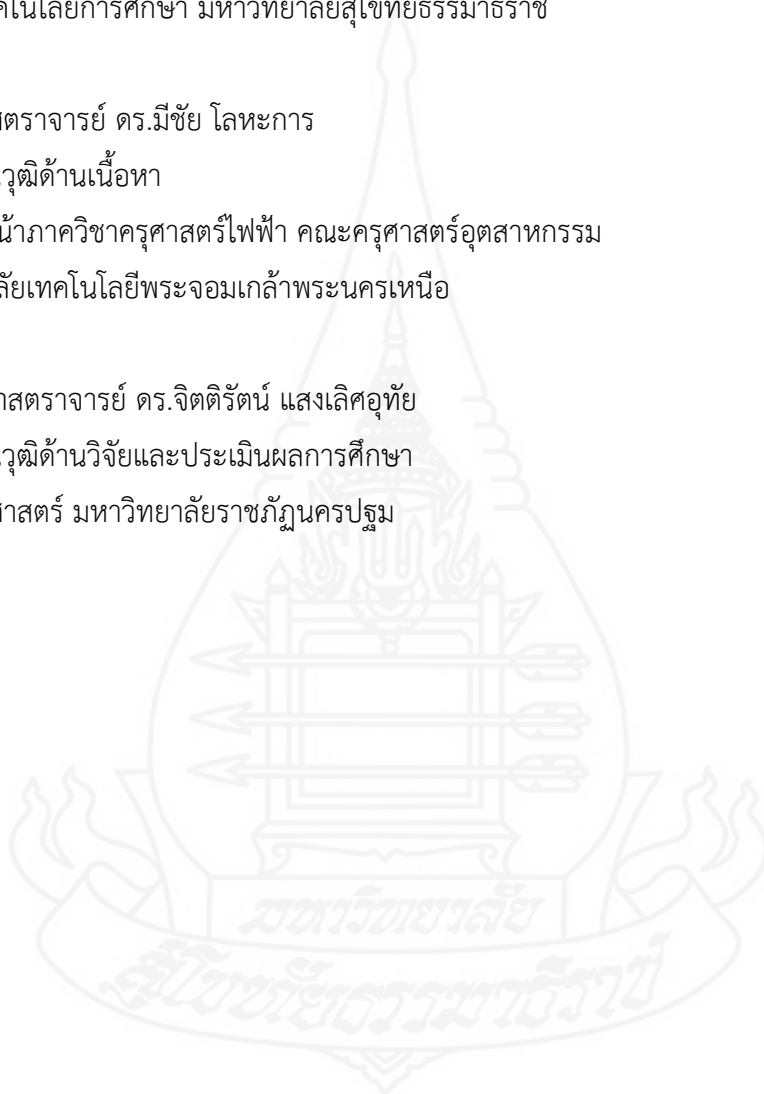


รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ภูศิริ
 - ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
 - ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ ระดับ 9
 - สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

2. รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ
 - ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
 - รองหัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย
 - ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา
 - คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม





ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางภาคผนวก ข-1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย						ข้อที่
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
1. นักศึกษาสามารถบอกความหมายของอะตอมได้	✓						1
2. นักศึกษาสามารถจำแนกชนิดของสารกึ่งตัวนำได้		✓					2
3. นักศึกษาสามารถอธิบายพันธะเคมีได้		✓					3
4. นักศึกษาสามารถบอกโครงสร้างของอะตอมได้	✓						4
5. นักศึกษาสามารถอธิบายการโต้ปสารได้		✓					5-7
6. นักศึกษาสามารถอธิบายผลของรอยต่อ P-N ได้		✓					8-10
7. นักศึกษาสามารถบอกความหมายของวัสดุสารกึ่งตัวนำได้		✓					11-13
8. นักศึกษาสามารถบอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของไดโอดได้		✓					14-15
9. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของไดโอดได้		✓					16-17
10. นักศึกษาสามารถตรวจสอบสภาพการใช้งานไดโอดได้			✓				18-19
11. นักศึกษาสามารถบอกวิธีการนำไดโอดไปใช้งานได้			✓				20
รวม	2	15	3	-	-	-	20



ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล

เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล

เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มี 2 ตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด
ด้านเนื้อหาและกิจกรรมในเอกสารการสอนทางไกล

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ โดยมีระดับการประเมินใน 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด ขอความกรุณาให้
ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อประโยชน์ต่อการวิจัย

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล
ด้านเนื้อหาและกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. คุณภาพของเนื้อหาสาระ						
1.1 เนื้อหาที่มีความถูกต้อง						
1.2 เนื้อหาที่มีความทันสมัย						
1.3 ปริมาณของเนื้อหาที่มีความเหมาะสม						
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหากับ วัตถุประสงค์						
1.5 การจัดลำดับของเนื้อหาจากง่ายไปหายาก						
1.6 เนื้อหาสาระเหมาะสมกับการนำไปใช้ ประโยชน์ในการเรียนของนักศึกษา						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1.7 เนื้อหาที่น่าสนใจ						
1.8. ภาษาในเนื้อหาอ่านแล้วเข้าใจง่าย						
1.9 การยกตัวอย่างประกอบเนื้อหา สอดคล้องและเปรียบเทียบกันช่วยให้เข้าใจ เนื้อหาดีขึ้น						
2. กิจกรรมในชุดการสอนทางไกล						
2.1 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์และเนื้อหา						
2.2 คำชี้แจงในการทำกิจกรรมมีความ ชัดเจน						
2.3 กิจกรรมเน้นการฝึกคิดวิเคราะห์และ สรุปรูปแนวคิดรวบยอดของเนื้อหาได้เป็น อย่างดี						
2.4 ปริมาณกิจกรรมมีความเหมาะสม						
3. แนวตอบในแบบฝึกปฏิบัติ						
3.1 ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการทำ กิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ						
3.2 แบบทดสอบก่อนเรียน มีคุณภาพ เหมาะสม						
3.3 แบบทดสอบหลังเรียน มีคุณภาพ เหมาะสม						
3.4 โดยภาพรวม คุณภาพของเนื้อหาและ กิจกรรมในชุดการสอนทางไกล เรื่อง สาร กิ่งตัวนำและไดโอด มีความเหมาะสม						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

คำชี้แจง

- แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มี 2 ตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด
ด้านเทคโนโลยีการศึกษาในเอกสารการสอนทางไกล
ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ
- โปรดทำเครื่องหมาย ✓ โดยมีระดับการประเมินใน 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด
หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด ขอความกรุณาให้
ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อประโยชน์ต่อการวิจัย

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล
ด้านเทคโนโลยีการศึกษา

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. เอกสารการฝึกอบรม						
1.1 การจัดรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสาระ						
1.2 ความเหมาะสมของส่วนต่าง ๆ ในแต่ละส่วนของเอกสารการสอน มีครบถ้วน						
1.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร						
1.4 เนื้อหามีความถูกต้อง						
1.5 เนื้อหามีความทันสมัย						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1.6 ปริมาณของเนื้อหา มีความเหมาะสม						
1.7 ความสอดคล้องของเนื้อหา กับวัตถุประสงค์						
18. การจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก						
1.9 เนื้อหาสาระเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ของนักศึกษา						
1.10 เนื้อหา มีความน่าสนใจ						
1.11 ภาษาในเนื้อหาอ่านแล้วเข้าใจง่าย						
1.12 การเปรียบเทียบและยกตัวอย่างประกอบ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาดีขึ้น						
2. แบบฝึกปฏิบัติ						
2.1 การออกแบบและการจัดรูปแบบของแบบฝึกปฏิบัติมีความชัดเจน เป็นหมวดหมู่ ใช้ง่าย						
2.2 การกำหนดหัวข้อพร้อมการเว้นที่ว่างสำหรับการบันทึกสาระสำคัญ มีความเหมาะสม						
2.3 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา						
2.4 คำชี้แจงในการทำกิจกรรม มีความชัดเจน						
2.5 กิจกรรม เน้นการได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง คิด วิเคราะห์และสรุปผล						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
2.6 ปริมาณของกิจกรรมมีความเหมาะสม						
2.7 ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ						
2.8 การกำหนดที่ว่างสำหรับการทำกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ มีความเหมาะสม						
3. สไลด์คอมพิวเตอร์						
3.1 ขนาดของตัวอักษร						
3.2 รูปแบบของตัวอักษร						
3.3 การจัดวางรูปแบบการนำเสนอ						
3.4 ความเหมาะสมของสีพื้น						
3.5 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร						
3.6 ความถูกต้องของการพิมพ์ตัวอักษรหรือข้อความ						
4. ภาพรวมของสื่อ						
4.1 คุณภาพของสื่อในชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

คำชี้แจง

- แบบประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มี 2 ตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด
ด้านวัดและประเมินผลในเอกสารการสอนทางไกล
ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ
- โปรดทำเครื่องหมาย ✓ โดยมีระดับการประเมินใน 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด
หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด ขอความกรุณาให้
ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อประโยชน์ต่อการวิจัย

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพชุดการสอนทางไกล
ด้านวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. แบบทดสอบก่อนเรียน						
1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
1.2 แบบทดสอบก่อนเรียน คู่ขนานกับแบบทดสอบหลังเรียน						
1.3 ข้อคำถามในแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีความชัดเจน						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1.4 ตัวเลือกมีประสิทธิภาพในการลวงผู้เรียนได้						
1.5 มีข้อถูกที่สุดเพียงข้อเดียว						
1.6 มีการจัดเรียงตัวเลือกในแต่ละข้ออย่างสวยงามเหมาะสม						
1.7 ตัวเลือกมีความเป็นเอกภาพ เป็นกลุ่มเดียวกัน						
1.8 ตัวเลือกที่ถูกต้อง มีความยาวไม่เกินกว่าตัวเลือกอื่น						
2. แบบทดสอบหลังเรียน						
2.1 แบบทดสอบก่อนเรียน มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
2.2 แบบทดสอบก่อนเรียน คู่ขนานกับแบบทดสอบหลังเรียน						
2.3 ข้อคำถามในแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีความชัดเจน						
2.4 ตัวเลือกมีประสิทธิภาพในการลวงผู้เรียนได้						
2.5 มีข้อถูกที่สุดเพียงข้อเดียว						
2.6 มีการจัดเรียงตัวเลือกในแต่ละข้ออย่างสวยงามเหมาะสม						
2.7 ตัวเลือกมีความเป็นเอกภาพ เป็นกลุ่มเดียวกัน						
2.8 ตัวเลือกที่ถูกต้อง มีความยาวไม่เกินกว่าตัวเลือกอื่น						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
3. ภาพของแบบทดสอบ						
3.1 คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนในชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด						
3.2 คุณภาพของแบบทดสอบหลังเรียนในชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

สำเนาสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

การประเมินคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพของแบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพของแบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ โดยมีระดับการประเมินใน 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด ขอความกรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อประโยชน์ต่อการวิจัย

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์						
2. ข้อคำถามมีความชัดเจน						
3. ใช้ภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย						
4. ปริมาณของข้อคำถามมีความเหมาะสม						
5. ข้อคำถามแต่ละข้อมีความเป็นเอกภาพ						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
6. ข้อคำถามแต่ละข้อมีความเป็นอิสระในการให้ระดับความพึงพอใจ						
7. การจัดลำดับการนำเสนอในแต่ละข้อคำถามมีความเหมาะสม						
8. ภาพรวม คุณภาพของแบบสอบถาม ความพึงพอใจ ของนักศึกษาที่เรียน ด้วยชุดการสอนทางไกล						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

สำเนาสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ



ภาคผนวก ง

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล

เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล
เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด มี 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความพึงใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล ด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล

ตอนที่ 2 ความพึงใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล ด้านผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

2. โปรดตอบทุกข้อของคำถาม

3. ระดับการประเมินใน 5 ระดับ คือ

ระดับความพึงพอใจ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับความพึงพอใจ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับความพึงพอใจ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับความพึงพอใจ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับความพึงพอใจ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล
ด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ โดยมีระดับการประเมินใน 5 ระดับ

หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด (1) ขอความกรุณาให้ข้อมูลเพิ่มเติม

ท่านมีความพึงพอใจต่อคุณภาพของสื่อในชุดการสอนทางไกลในระดับมากน้อยเพียงใด

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อมูลเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. คุณภาพของเอกสารการสอนทางไกล						
1.1 เนื้อหาสาระในเอกสารการสอนให้ความรู้ในเรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอดเป็นอย่างดี						
1.2 การนำเสนอตัวอย่างในเอกสารการสอน ทำให้นักศึกษาเข้าใจในเรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอดเป็นอย่างดี						
1.3 เนื้อหาสาระที่เขียนใช้ภาษาที่อ่านแล้วนักศึกษาเข้าใจง่าย						
1.4 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม						
1.5 การจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเรื่อง มีการเชื่อมโยงกัน						

ท่านมีความพึงพอใจต่อคุณภาพของสื่อในชุดการสอนทางไกลในระดับมากน้อยเพียงใด (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อมูลเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
2. คุณภาพของแบบฝึกปฏิบัติ						
2.1 แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้เห็นแนวทางการเรียนรู้ที่ใช้ควบคู่กับเอกสารการสอนเป็นอย่างดี						
2.2 การบันทึกสาระสำคัญในแบบฝึกปฏิบัติช่วยให้มีโอกาสได้ทบทวนเนื้อหาสาระ						
2.3 การจัดรูปแบบการนำเสนอในแบบฝึกปฏิบัติ ทำให้นักศึกษาสามารถทำกิจกรรมระหว่างเรียนได้เข้าใจง่าย						
2.4 กิจกรรมในแต่ละเรื่อง สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้						
2.5 ปริมาณของกิจกรรมที่มอบหมายมีความเหมาะสม						
2.6 แนวตอบในกิจกรรมให้แนวทางการตรวจสอบได้ง่าย						
3. คุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์						
3.1 การสรุปสาระสำคัญด้วยสไลด์คอมพิวเตอร์ในแต่ละเรื่อง ทำให้เข้าใจเนื้อหาสาระดียิ่งขึ้น						
3.2 ความชัดเจนของข้อความในสไลด์คอมพิวเตอร์						
3.3 ความชัดเจนของภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์						
3.4 การจัดรูปแบบการนำเสนอของสไลด์คอมพิวเตอร์						

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล
ด้านผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ โดยมีระดับการประเมินใน 5 ระดับ

หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด (1) ขอความกรุณาให้ข้อมูลเพิ่มเติม

ท่านมีความพึงพอใจต่อผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกลในระดับมากน้อยเพียงใด

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อมูลเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ระดับประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด						
2. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง						
3. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง						
4. การมีโอกาสได้ศึกษาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบและขั้นตอน						
5. การใช้ชุดการสอนนี้ สร้างความมั่นใจในด้านวิชาการให้กับนักศึกษา						
6. นักศึกษาชอบที่จะศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล						
7. นักศึกษาจะนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้กับบุคคลอื่นได้						
8. นักศึกษาได้รับผลตามที่ตนคาดหวังไว้						
9. ควรสนับสนุนให้มีการใช้ชุดการสอนทางไกลในวิชาอื่น						

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

โปรดให้ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

.....

.....

.....

.....

.....

สำเนาสำหรับนักศึกษา



ขอขอบคุณที่ตอบแบบสอบถาม



ภาคผนวก จ

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่วัดได้แต่ละครั้ง การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ (1) วิธีสอบซ้ำ เป็นการหาความเชื่อมั่นโดยหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันสองครั้ง ซึ่งทั้งระยะห่างให้เหมาะสมประมาณ 2 สัปดาห์ (2) วิธีทดสอบแบบคู่ขนาน เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการนำแบบทดสอบ 2 ฉบับที่เทียบเท่ากันไปสอบกับกลุ่มบุคคลเดียวกัน และ (3) วิธีหาความสอดคล้องภายใน ได้แก่ วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ วิธีหาจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา และวิธีหาจากสูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

การศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน เป็นการหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากการใช้แบบทดสอบฉบับเดียวและสอบเดียวครั้งเดียว โดยนำผลการสอบมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ มีระบบการใช้คะแนนเป็น 0 กับ 1 ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน สูตร KR-20 ใช้ในกรณีที่ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อไม่เท่ากัน ส่วนสูตร KR-21 ใช้ในกรณีที่ค่าความยากง่ายของข้อสอบทุกข้อเท่ากันหรือไม่แตกต่างกันมาก

$$R_{KR-20} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right], \quad \text{เมื่อ } S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อกำหนดให้	R_{KR-20}	คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	คือ จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ
	p	คือ สัดส่วนของผู้ตอบแต่ละข้อคำถามถูกหารด้วยจำนวน คนสอบทั้งหมด
	q	คือ สัดส่วนของผู้ตอบแต่ละข้อคำถามไม่ถูก มีค่าเท่ากับ $1 - p$
	S^2	คือ ความแปรปรวนของคะแนนของแบบทดสอบ
	$\sum X$	คือ คะแนนรวมของผู้ตอบแต่ละคน
	N	คือ จำนวนผู้ตอบ

ตารางภาคผนวก จ-1 ค่าความเชื่อมั่น (R_{KR-20}) ของแบบทดสอบก่อนเรียน
(กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบ 25 คน)

ข้อ คน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	\bar{X}	S.D.
1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	14	0.70	0.47
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0.15	0.37
3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	16	0.80	0.41
4	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	5	0.25	0.44
5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0.15	0.37
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	16	0.80	0.41
7	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	10	0.50	0.51
8	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	7	0.35	0.49
9	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	0.80	0.41
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	4	0.20	0.41
11	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0.20	0.41
12	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	11	0.55	0.51
13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0.15	0.37
14	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	16	0.80	0.41
15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0.15	0.37
16	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17	0.85	0.37
17	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	8	0.40	0.50
18	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	14	0.70	0.47
19	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	5	0.25	0.44
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	5	0.25	0.44
21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	0.15	0.37
22	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18	0.90	0.31
23	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	8	0.40	0.50
24	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	11	0.55	0.51
25	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	17	0.85	0.37

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) คือ KR-20 (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2549: 249)

$$R_{KR-20} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

ผลการวิเคราะห์คุณภาพ ปรากฏว่า ได้ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) KR-20 ของแบบทดสอบก่อนเรียน = 0.89

ตารางภาคผนวก จ-2 ค่าความเชื่อมั่น (R_{KR-20}) ของแบบทดสอบหลังเรียน
(กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบ 25 คน)

ข้อ คน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X	$\frac{\Sigma X}{N}$	S.D.
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	0.90	0.31
2	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	11	0.55	0.51
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	0.95	0.22
4	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	11	0.55	0.51
5	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	8	0.40	0.50
6	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	12	0.60	0.50
7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	9	0.45	0.51
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	0.95	0.22
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	0.95	0.22
10	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	9	0.45	0.51
11	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	9	0.45	0.51
12	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	11	0.55	0.51
13	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	0.95	0.22
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	7	0.35	0.49
15	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7	0.35	0.49
16	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	10	0.50	0.51
17	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	8	0.40	0.50
18	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	0.90	0.31
19	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	8	0.40	0.50
20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	8	0.40	0.50
21	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	14	0.70	0.47
22	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	9	0.45	0.51
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1.00	0.00
24	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	8	0.40	0.50
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	1.00	0.00

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) คือ KR-20 (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2549: 249)

$$R_{KR-20} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

ผลการวิเคราะห์คุณภาพ ปรากฏว่า ได้ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) KR-20 ของแบบทดสอบหลังเรียน = 0.85

2. การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ กระทำได้ดังนี้คือ

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนของนักศึกษาในด้านแบบทดสอบ เป็นการหาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงของแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2549: น. 249)

2.1 ความยากของข้อสอบ (Difficulty: p) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้องเปรียบเทียบกับจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้นทั้งหมด หรือหมายถึงจำนวนร้อยละของผู้ตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูก เช่น ถ้าค่า p มีค่าเท่ากับ 0.30 แสดงว่าจำนวนผู้ตอบ 100 คน มีผู้ที่ตอบข้อนั้นถูก 30 คน แบบทดสอบที่มีคุณภาพนั้นควรมีค่าความยากง่ายมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2549: 249)

$$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อกำหนดให้ p คือ ดัชนีความยากง่ายของข้อสอบรายข้อ

R_H คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มเก่งที่ตอบข้อสอบถูกต้อง

R_L คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มอ่อนที่ตอบข้อสอบถูกต้อง

N_H คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มเก่ง

N_L คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มอ่อน

เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าความยากของข้อสอบ พิจารณาดังนี้

0.81-1.00	หมายถึง ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60-0.80	หมายถึง ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40-0.59	หมายถึง ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20-0.39	หมายถึง ค่อนข้างยาก (ดี)
0.00-0.19	หมายถึง ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

2.2 อำนาจจำแนก (Discrimination: r) เป็นคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อที่สามารถจำแนกกลุ่มบุคคลออกจากกันตามลักษณะที่เป็นอยู่ หรือเป็นไปตามเกณฑ์ของความรอบรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อำนาจจำแนกเป็นความสามารถในการพยากรณ์หรือบ่งชี้ความแตกต่างที่เห็นชัดในด้านความสามารถจำแนกผู้สอบออกเป็นคนเก่งกับคนอ่อนได้ คนเก่งควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ในขณะที่คนอ่อนไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ถูก ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1

ซึ่งค่าอำนาจจำแนกที่ดีควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2549: 249) ในกรณีที่มีค่า r ติดลบ แสดงว่าข้อสอบข้อนั้น จำแนกกลับ หมายความว่าคนเก่งทำไม่ได้แต่คนอ่อนทำได้ ถือว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ดีให้ตัดทิ้ง นอกจากนั้นผู้สอนควรที่จะต้องตรวจสอบการจัดการเรียนการสอนของตนว่าเพราะสาเหตุใดผู้เรียน เก่งจึงไม่เข้าใจในเรื่องที่สอนจนทำให้เกิดการทำข้อทดสอบนั้นผิด ดังรายละเอียด ดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{ หรือ } N_L}$$

เมื่อกำหนดให้ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
 R_H คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มเก่งที่ตอบข้อสอบถูกต้อง
 R_L คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มอ่อนที่ตอบข้อสอบถูกต้อง
 N_H คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มเก่ง
 N_L คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มอ่อน

เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก พิจารณาดังนี้

0.61-1.00	หมายถึง อำนาจจำแนกดีมาก
0.40-0.59	หมายถึง อำนาจจำแนกดี
0.20-0.39	หมายถึง อำนาจจำแนกพอใช้
0.10-0.19	หมายถึง อำนาจจำแนกต่ำ (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
<0 - 0.09	หมายถึง อำนาจจำแนกต่ำมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ตารางภาคผนวก จ-3 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบก่อนเรียนรายข้อ
(กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบ 25 คน)

ข้อที่	คน	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	p	แปลผล	r	ตัดสินใจ
1	25	18	0.72	0.46	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.47	เลือก
2	25	10	0.40	0.50	0.40	ปานกลาง	0.31	เลือก
3	25	16	0.64	0.49	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.50	เลือก
4	25	14	0.56	0.51	0.56	ปานกลาง	0.50	เลือก
5	25	11	0.44	0.51	0.44	ปานกลาง	0.39	เลือก
6	25	17	0.68	0.48	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.32	เลือก
7	25	16	0.64	0.49	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.54	เลือก
8	25	15	0.60	0.50	0.60	ปานกลาง	0.40	เลือก
9	25	14	0.56	0.51	0.56	ปานกลาง	0.35	เลือก
10	25	12	0.48	0.51	0.48	ปานกลาง	0.29	เลือก
11	25	19	0.76	0.44	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.31	เลือก
12	25	18	0.72	0.46	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.37	เลือก
13	25	15	0.60	0.50	0.60	ปานกลาง	0.55	เลือก
14	25	17	0.68	0.48	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.30	เลือก
15	25	16	0.64	0.49	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.52	เลือก
16	25	14	0.56	0.51	0.56	ปานกลาง	0.51	เลือก
17	25	18	0.72	0.46	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.39	เลือก
18	25	16	0.64	0.49	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.50	เลือก
19	25	17	0.68	0.48	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.51	เลือก
20	25	18	0.72	0.46	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.39	เลือก

แบบทดสอบก่อนเรียน ทดสอบกับกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน ผลปรากฏว่า

ค่า p อยู่ระหว่าง 0.40-0.76

ค่า r อยู่ระหว่าง 0.29-0.55

ตารางภาคผนวก จ-4 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบหลังเรียนรายข้อ
(กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบ 25 คน)

ข้อที่	คน	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	p	แปลผล	r	ตัดสินใจ
1	25	11	0.44	0.51	0.44	ปานกลาง	0.52	เลือก
2	25	11	0.44	0.51	0.44	ปานกลาง	0.67	เลือก
3	25	13	0.52	0.51	0.52	ปานกลาง	0.50	เลือก
4	25	10	0.40	0.50	0.40	ปานกลาง	0.73	เลือก
5	25	12	0.48	0.51	0.48	ปานกลาง	0.32	เลือก
6	25	11	0.44	0.51	0.44	ปานกลาง	0.61	เลือก
7	25	8	0.32	0.48	0.32	ค่อนข้างยาก	0.52	เลือก
8	25	12	0.48	0.51	0.48	ปานกลาง	0.26	เลือก
9	25	13	0.52	0.51	0.52	ปานกลาง	0.41	เลือก
10	25	7	0.28	0.46	0.28	ค่อนข้างยาก	0.74	เลือก
11	25	14	0.56	0.51	0.56	ปานกลาง	0.61	เลือก
12	25	9	0.36	0.49	0.36	ค่อนข้างยาก	0.31	เลือก
13	25	14	0.56	0.51	0.56	ปานกลาง	0.35	เลือก
14	25	16	0.64	0.49	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.51	เลือก
15	25	13	0.52	0.51	0.52	ปานกลาง	0.67	เลือก
16	25	16	0.64	0.49	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.63	เลือก
17	25	6	0.24	0.44	0.24	ค่อนข้างยาก	0.35	เลือก
18	25	15	0.60	0.50	0.60	ปานกลาง	0.23	เลือก
19	25	12	0.48	0.51	0.48	ปานกลาง	0.48	เลือก
20	25	14	0.56	0.51	0.56	ปานกลาง	0.50	เลือก

แบบทดสอบหลังเรียน ทดสอบกับกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน ผลปรากฏว่า

ค่า p อยู่ระหว่าง 0.24-0.64

ค่า r อยู่ระหว่าง 0.23-0.74



ภาคผนวก ฉ

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ
(ทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม)

1. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ

การหาค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด เป็นการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในส่วนที่เป็นกระบวนการ (E_1) และเป็นผลลัพธ์ (E_2) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) โดยการหาค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกล 80/80 โดยเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพ ให้ถือค่าแปรปรวน 2.5-5% นั่นคือ ประสิทธิภาพของชุดการสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5% การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนทางไกลนี้มี 3 ระดับ ดังนี้ (1) เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แต่ไม่เกิน 2.5% และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แต่ไม่เกิน 2.5%

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N} \right]}{A} \times 100 \quad \text{และ} \quad E_2 = \frac{\left[\frac{\sum F}{N} \right]}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการเป็นร้อยละ

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์เป็นร้อยละ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของกิจกรรมระหว่างเรียน แบบฝึกปฏิบัติ หรืองานทุกชิ้นที่นักศึกษาทำได้ถูกต้อง ทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือออนไลน์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของกิจกรรม แบบฝึกปฏิบัติ หรืองานทุกชิ้นรวมกัน

B คือ คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน การประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียน และคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนนักศึกษา

1. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือแบบเดี่ยว

ตารางภาคผนวก ฉ-1 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (n=3)

ลำดับที่	คนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (80 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)
1	13	4	44	9
2	15	7	52	13
3	19	10	60	16
Σx		21	156	38
ค่าเฉลี่ย		$21/3=7.00$	$156/3=52.00$	$38/3=12.60$
ค่าประสิทธิภาพ			$E_1 = 65.00$	$E_2 = 63.30$

แทนค่า สูตร	แทนค่า สูตร
$E_1 = \frac{\left[\frac{\Sigma x}{N} \right]}{A} \times 100$ $= \frac{\left[\frac{156}{3} \right]}{80} \times 100$ $= 65.00$	$E_2 = \frac{\left[\frac{\Sigma y}{N} \right]}{B} \times 100$ $= \frac{\left[\frac{38}{3} \right]}{20} \times 100$ $= 63.30$
$E_1 / E_2 = 65.00 / 63.30$	

2. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือแบบกลุ่ม

ตารางภาคผนวก ฉ-2 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (n=6)

ลำดับที่	คนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (80 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)
1	6	14	70	17
2	11	11	54	16
3	12	9	55	13
4	17	6	56	11
5	20	8	59	12
6	27	15	64	18
Σx		63	358	87
ค่าเฉลี่ย		$63/6=10.50$	$358/6=59.66$	$87/6=14.50$
ค่าประสิทธิภาพ			$E_1 = 74.58$	$E_2 = 72.50$

แทนค่า สูตร	แทนค่า สูตร
$E_1 = \frac{\left[\frac{\Sigma x}{N} \right]}{A} \times 100$ $= \frac{\left[\frac{358}{6} \right]}{80} \times 100$ $= 74.58$	$E_2 = \frac{\left[\frac{\Sigma y}{N} \right]}{B} \times 100$ $= \frac{\left[\frac{87}{6} \right]}{20} \times 100$ $= 72.50$
$E_1 / E_2 = 74.58 / 72.50$	

3. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือแบบภาคสนาม

ตารางภาคผนวก ฉ-3 คะแนนประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (n=27)

ลำดับที่	คนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (80 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)
1	1	11	65	18
2	2	13	69	19
3	3	10	60	17
4	4	9	59	17
5	5	12	70	19
6	7	7	63	13
7	8	9	61	14
8	9	12	67	17
9	10	13	72	19
10	14	8	60	16
11	16	12	68	19
12	18	7	57	13
13	21	6	58	15
14	22	15	76	20
15	23	6	65	14
16	24	5	62	12
17	25	7	57	13
18	26	5	59	15
19	28	13	72	19
20	29	7	62	13
21	30	11	70	19
22	31	5	59	16
23	32	8	69	13
24	33	10	73	17
25	34	9	64	15

ตารางภาคผนวก ฉ-3 (ต่อ)

ลำดับที่	คนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (80 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)
26	35	11	76	18
27	36	12	71	19
Σx		253	1764	439
ค่าเฉลี่ย		$253/27=9.48$	$1764/27=65.33$	$439/27=16.26$
ค่าประสิทธิภาพ			$E_1 = 81.67$	$E_2 = 81.30$
แทนค่า สูตร			แทนค่า สูตร	
$E_1 = \frac{\left[\frac{\Sigma x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{1764}{27} \right]}{80} \times 100$ $= 81.67$			$E_2 = \frac{\left[\frac{\Sigma y}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{439}{27} \right]}{20} \times 100$ $= 81.30$	
$E_1 / E_2 = 81.67 / 81.30$				

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด ในการสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามนี้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทดสอบค่าที (t-dependent) หาค่าเฉลี่ย 2 ค่าที่ได้จากข้อมูล 2 ชุดซึ่งมีความสัมพันธ์กัน (ลัวิน สายยศ, 2536: 301) ดังนี้

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ } df = n-1$$

เมื่อ n คือ จำนวนนักศึกษา

D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคน

ΣD คือ ผลรวมของ D

ΣD^2 คือ ผลรวมของ D แต่ละตัวยกกำลังสอง

ตารางภาคผนวก ฉ-4 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน ทดสอบภาคสนาม (n=27)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	ความก้าวหน้า	
			D	D ²
1	11	18	7.00	49.00
2	13	19	6.00	36.00
3	10	17	7.00	49.00
4	9	17	8.00	64.00
5	12	19	7.00	49.00
6	7	13	6.00	36.00
7	9	14	5.00	25.00
8	12	17	5.00	25.00
9	13	19	6.00	36.00
10	8	16	8.00	64.00
11	12	19	7.00	49.00
12	7	13	6.00	36.00
13	6	15	9.00	81.00
14	15	20	5.00	25.00

ตารางภาคผนวก ฉ-4 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)	ความก้าวหน้า	
			D	D ²
15	6	14	8.00	64.00
16	5	12	7.00	49.00
17	7	13	6.00	36.00
18	5	15	10.00	100.00
19	13	19	6.00	36.00
20	7	13	6.00	36.00
21	11	19	8.00	64.00
22	5	16	11.00	121.00
23	8	13	5.00	25.00
24	10	17	7.00	49.00
25	9	15	6.00	36.00
26	11	18	7.00	49.00
27	12	19	7.00	49.00
รวม	253.00	439.00	186.00	1,338.00
ค่าเฉลี่ย (Mean)	9.37	16.26	6.88	49.55
Std. Deviation	2.87	2.49		
Std. Error Mean	0.55	0.48		

การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวที่มีความสัมพันธ์กัน

การวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบค่าที เพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน กรณีกลุ่มตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน (Paired Sample Statistics) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

H_0 : คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน ไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน

H_1 : คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน

ตารางภาคผนวก ฉ-5 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบกลุ่มตัวอย่างเดี่ยวเก็บข้อมูล 2 ครั้ง

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ก่อนเรียน	27	9.37	2.87	0.55
หลังเรียน	27	16.26	2.49	0.48

$$\sum D = 186.00, \quad \sum D^2 = 1,338.00$$

$$n\sum D^2 = 36,126.00$$

$$(\sum D)^2 = 34,596.00$$

$$n-1 = 27-1 = 26$$

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} = \frac{186.00}{\sqrt{\frac{36,126.00 - 34,596.00}{26}}} = 24.25$$

ตารางภาคผนวก ฉ-6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบทีและระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบ

	N	คะแนนเต็ม	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	t (คำนวณ)	df	Sig. (1-tailed)
ก่อนเรียน	27	20	9.37	2.87	6.89	1.48	24.25*	26	0.00**
หลังเรียน	27	20	16.26	2.49					

* df = 26

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การแปลผล

1. Mean หมายถึง คะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 9.37 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 16.26 คะแนน
2. N หมายถึง กลุ่มตัวอย่างเดี่ยวที่มีการเก็บข้อมูล 2 ครั้ง ๆ ละ 27 คน
3. Std. Deviation หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 2.87 คะแนน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 2.49 คะแนน

4. Std. Error Mean หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 0.55 คะแนน และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 0.48 คะแนน

จากตารางภาคผนวก ฉ-5 และ ฉ-6 พบว่า การทดสอบคะแนนของนักศึกษา มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 9.37 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.26 คะแนน การคำนวณค่า t ได้เท่ากับ 24.25 มีองศาแห่งความอิสระ df เท่ากับ 26 เทียบค่าที่ได้จากการคำนวณกับการเปิดค่าวิกฤตจากตาราง t แบบ one-tail ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ได้ค่า 1.706 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง ผลปรากฏว่า ค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง สรุปได้ว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

cum. prob one-tail two-tails	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
Z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	Confidence Level										

ภาพภาคผนวก ฉ-1 ตารางที่
(ที่มา : <https://goo.gl/b6XNDC>)

ภาคผนวก ข

คะแนนความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล

เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด



การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางไกล คือ ค่าเฉลี่ยมัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (บุญชม ศรีสะอาด, 2541: 57, 85) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยมีดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อกำหนดให้	\bar{X}	คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนน้ำหนักราคำตอบ
	f	คือ จำนวนนักศึกษาที่ตอบในแต่ละช่วง
	x	คือ ค่าน้ำหนักราคำตอบเป็น 5, 4, 3, 2, 1
	N	คือ จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด กำหนดช่วงคะแนนของริเคอร์ (Likert Rating Scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	แปลความหมาย	ความพึงพอใจระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	แปลความหมาย	ความพึงพอใจระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	แปลความหมาย	ความพึงพอใจระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	แปลความหมาย	ความพึงพอใจระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	แปลความหมาย	ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

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

เมื่อกำหนดให้	$S.D.$	คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	คือ คะแนนแต่ละตัว
	\bar{X}	คือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum (x - \bar{X})^2$	คือ ผลรวมของค่าเบี่ยงเบนของคะแนนแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ย
	n	คือ จำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบสอบถาม

ตารางภาคผนวก ข-1 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล
ในการทดลองแบบภาคสนาม ด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล (n=27)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. คุณภาพของเอกสารการสอน					
1.1 เนื้อหาสาระในเอกสารการสอนให้ความรู้ในเรื่อง สารกึ่งตัวนำ และได้สอดคล้องกับนักศึกษาเป็นอย่างดี					
1.2 การนำเสนอตัวอย่างในเอกสารการสอน ทำให้นักศึกษาเข้าใจในเรื่อง สารกึ่งตัวนำและได้อัดเป็นอย่างดี					
1.3 เนื้อหาสาระที่เขียนใช้ภาษาที่อ่านแล้วนักศึกษาเข้าใจง่าย					
1.4 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม					
1.5 การจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเรื่อง มีการเชื่อมโยงกัน					
2. คุณภาพของแบบฝึกปฏิบัติ					
2.1 แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้เห็นแนวทางการเรียนรู้ที่ใช้ควบคู่กับเอกสารการสอนเป็นอย่างดี					
2.2 การบันทึกสาระสำคัญในแบบฝึกปฏิบัติช่วยให้มีโอกาสได้ทบทวนเนื้อหาสาระ					
2.3 การจัดรูปแบบการนำเสนอในแบบฝึกปฏิบัติ ทำให้นักศึกษาสามารถทำกิจกรรมระหว่างเรียนได้เข้าใจง่าย					
2.4 กิจกรรมในแต่ละเรื่อง สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้					
2.5 ปริมาณของกิจกรรมที่มอบหมาย มีความเหมาะสม					
2.6 แนวตอบในกิจกรรมให้แนวทางการตรวจสอบได้ง่าย					
3. คุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์					
3.1 การสรุปสาระสำคัญด้วยสไลด์คอมพิวเตอร์ในแต่ละเรื่อง ทำให้เข้าใจเนื้อหาสาระดียิ่งขึ้น					
3.2 ความชัดเจนของข้อความในสไลด์คอมพิวเตอร์					
3.3 ความชัดเจนของภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์					
3.4 การจัดรูปแบบการนำเสนอของสไลด์คอมพิวเตอร์					
เฉลี่ยรวม					

ตารางภาคผนวก ข-2 ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล
ในการทดลองแบบภาคสนาม ด้านคุณภาพของชุดการสอนทางไกล (n=27)

รายการประเมิน	ข้อที่	จำนวน คน	คะแนน รวม	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
1. คุณภาพของเอกสาร การสอน							
1.1 เนื้อหาสาระ	1	27	117	4	5	4.33	0.48
1.2 การนำเสนอ	2	27	115	4	5	4.26	0.45
1.3 เนื้อหาสาระ	3	27	118	4	5	4.37	0.49
1.4 ปริมาณของเนื้อหา	4	27	117	4	5	4.33	0.48
1.5 การจัดลำดับ	5	27	117	4	5	4.33	0.48
2. คุณภาพของแบบฝึก ปฏิบัติ							
2.1 แบบฝึกปฏิบัติ	6	27	118	4	5	4.37	0.49
2.2 การบันทึก สาระสำคัญ	7	27	115	4	5	4.26	0.45
2.3 การจัดรูปแบบ	8	27	116	4	5	4.30	0.47
2.4 กิจกรรม	9	27	117	4	5	4.33	0.48
2.5 ปริมาณของกิจกรรม	10	27	114	4	5	4.22	0.42
2.6 แนวตอบในกิจกรรม	11	27	118	4	5	4.37	0.49
3. คุณภาพของสไลด์ คอมพิวเตอร์							
3.1 การสรุปสาระสำคัญ	12	27	117	4	5	4.33	0.48
3.2 ความชัดเจนของ ข้อความ	13	27	115	4	5	4.26	0.45
3.3 ความชัดเจนของ ภาพ	14	27	119	4	5	4.41	0.50
3.4 การจัดรูปแบบการ นำเสนอ	15	27	117	4	5	4.33	0.48
เฉลี่ยรวม						4.32	0.47

ตารางภาคผนวก ข-3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล
ในการทดลองแบบภาคสนาม ด้านผลการได้รับจากการศึกษาด้วยชุดการสอน
ทางไกล (n=27)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ระดับประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอด					
2. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง					
3. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง					
4. การมีโอกาสได้ศึกษาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบและขั้นตอน					
5. สร้างความเชื่อมั่นใจในด้านวิชาการให้กับนักศึกษาฝึกสอน					
6. นักศึกษาชอบที่จะศึกษาด้วยชุดการสอนทางไกล					
7. นักศึกษาจะนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้กับบุคคลอื่นได้					
8. นักศึกษาได้รับผลตามที่คาดหวัง					
9. ควรมีการสอนในวิชาอื่น ด้วยชุดการสอนทางไกล เช่น นวัตกรรม การศึกษาและสื่อการสอนวิชาชีพ					
เฉลี่ยรวม					

ตารางภาคผนวก ข-4 ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล
ในการทดลองแบบภาคสนาม ด้านผลการได้รับการศึกษาด้วยชุดการสอน
ทางไกล (n=27)

รายการประเมิน	ข้อที่	จำนวน คน	คะแนน รวม	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
1. ระดับประโยชน์ที่ได้รับ	1	27	117	4	5	4.33	0.48
2. การนำความรู้ไปใช้	2	27	115	4	5	4.26	0.45
3. การนำความรู้ไปใช้	3	27	117	4	5	4.33	0.48
4. การมีโอกาสได้ ศึกษาด้วยตนเอง	4	27	118	4	5	4.37	0.49
5. สร้างความเชื่อ มั่นใจ	5	27	115	4	5	4.26	0.45
6. นักศึกษาชอบที่จะ ศึกษาด้วยชุดการสอน ทางไกล	6	27	117	4	5	4.33	0.48
7. นักศึกษาจะนำ ความรู้ที่ได้รับไป เผยแพร่	7	27	118	4	5	4.37	0.49
8. นักศึกษาได้รับผล ตามที่คาดหวัง	8	27	117	4	5	4.33	0.48
9. ควรมีการสอนใน วิชาอื่น	9	27	115	4	5	4.26	0.45
เฉลี่ยรวม						4.32	0.38



ภาคผนวก ซ

แบบสัมภาษณ์แบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม

แบบสัมภาษณ์ผู้เรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม
ของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนทางไกล เรื่อง สารกึ่งตัวนำและไดโอด

1. เอกสารการสอน

1.1 ปริมาณเนื้อหา.....

.....

1.2 ความเข้าใจในเนื้อหา.....

.....

2. การออกแบบชุดการสอน

2.1 ตัวอักษร.....

.....

2.2 ภาพประกอบ.....

.....

2.3 การเชื่อมโยงเนื้อหา.....

.....

3. คู่มือการใช้ชุดการสอน

3.1 ขั้นตอนการเรียนรู้.....

.....

3.2 ภาพประกอบ.....

.....

4. แบบฝึกปฏิบัติ

4.1 คำสั่ง.....

.....

4.2 ช่องว่างในการบันทึกสาระสำคัญ.....

.....

4.3 พื้นที่ว่างสำหรับตอบคำถาม.....

.....

4.4 แนวตอบ.....

.....

5. อื่น ๆ (เพิ่มเติม)

.....

.....

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายนำโชค วัฒนานัย
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ค.อ.บ. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
สถานที่ทำงาน	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่ง	พนักงานมหาวิทยาลัย

