



การออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับ
การศึกษาวิชาชีพ

นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับ
การศึกษาวิชาชีพ



นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

โดย นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณี น้อยยิ่ง)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ อัสวานวัตร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนานัย)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ)

ชื่อ : นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิง
 ประสพการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษา
 วิชาชีพ
 สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนานัย
 ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยการออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสพการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสพการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสพการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 จำนวน 19 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ โมดูลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมิน ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้ รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลการประเมินประสิทธิภาพแบบเดี่ยว E_1/E_2 เท่ากับ 71.67/70.83 ผลการประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่ม E_1/E_2 เท่ากับ 75.47/75.01 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

(มีจำนวนทั้งสิ้น 106 หน้า)

คำสำคัญ : โมดูลการเรียนรู้เชิงประสพการณ์

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Miss Supapon Reangsang
Independent Study Title : Design and Evaluation of an Experiential Learning
Module on Three-Phase Transformers for Vocational
Education
Major Field : Electrical Engineering
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok
Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Numchoke Wattananaiya
Academic Year : 2024

ABSTRACT

The research on the design and evaluation of an Experiential Learning Module on Three-Phase Transformers for Vocational Education aimed to: 1) design and evaluate an Experiential Learning Module on Three-Phase Transformers for Vocational Education, and 2) examine student satisfaction with Experiential Learning Module on Three-Phase Transformers for Vocational Education. The target group consisted of 19 second-year vocational certificate students majoring in electrical power at Uthai Thani Technical College. The research instruments included the developed learning module, pre- and post-tests, and a student satisfaction evaluation form. Data were collected and analyzed using statistical methods.

The research findings revealed that: 1) the target group students demonstrated significantly higher post-learning achievement compared to their pre-learning achievement at the .05 level, the individual performance evaluation results for E_1/E_2 were 71.67/ 70.83, respectively. the group performance evaluation results for E_1/E_2 were 75.47/75.01, respectively. Both individual and group performance evaluations for both E_1/E_2 exceeded the established criteria. and 2) the student satisfaction assessment regarding the quality of the media in the learning module showed an average of 4.40 with a standard deviation of 0.52, indicating a high level of satisfaction. Additionally, the student satisfaction assessment concerning the outcomes of learning with the learning module showed

an average of 4.33 with a standard deviation of 0.49, also indicating a high level of satisfaction.

(Total 106 Pages)

Keywords: Experiential Learning Module

Advisor



กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนานัย อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ เทคนิค และวิธีการ ในการออกแบบและประเมินผลการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ท่านผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมิน เครื่องมือการวิจัย แสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณ ท่านคณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ และอาจารย์ ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหา งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติ ที่สนับสนุน และให้กำลังใจในการทำ การค้นคว้าอิสระมาโดยตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน

สุภาภรณ์ เรืองสังข์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 วิธีการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 หลักสูตรรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า	6
2.2 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส	7
2.3 การสร้างโมดูลการเรียนรู้	12
2.4 การประเมินผล	19
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
3.1 ประชากรและการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย	33
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	40
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	45
4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	45
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้	48
4.3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	50
4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน	50
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุป	55
5.2 อภิปรายผล	55
5.3 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก ก	58
ตัวอย่างคู่มือผู้สอน	59
ตัวอย่างคู่มือผู้เรียน	66
ภาคผนวก ข	69
ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์	70
ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้	78
ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน	85
หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือการวิจัย	90
ภาคผนวก ค	96
ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์	97
ผลการประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ	99
ภาพประกอบการสร้างและการทดลองชุดโมดูลการเรียนรู้	103
ประวัติผู้วิจัย	106

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4-1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว	48
4-2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม	49
4-3 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	50
4-4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้	51
4-5 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้	53
ค-1 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์	97
ค-2 ผลการประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ	99
ค-3 ผลการประเมินคุณภาพด้านการวัดและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ	101

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ลักษณะของขดลวดที่พันบนแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส	7
2-2 หม้อแปลงสามเฟสแบบขดลวดล้อมแกน หรือแบบคอร์	8
2-3 ไดอะแกรมการต่อแบบเดลต้า - เดลต้า	9
2-4 ไดอะแกรมการต่อแบบวาย - ยาย	9
2-5 ไดอะแกรมการต่อแบบเดลต้า - ยาย	9
2-6 ไดอะแกรมการต่อแบบวาย - เดลต้า	10
2-7 ส่วนประกอบภายในหม้อแปลงสามเฟส	11
3-1 แบบร่างหม้อแปลงไฟฟ้าและแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส	35
3-2 ตัวอย่างรูปแบบใบเนื้อหา	36
3-3 ตัวอย่างรูปแบบใบปฏิบัติงาน	37
3-4 ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)	38
3-5 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ	39
3-6 ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้เรียน	40
4-1 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสและแหล่งจ่ายไฟฟ้า	46
4-2 ตัวอย่างใบเนื้อหาประกอบโมดูลการเรียนรู้	46
4-3 ตัวอย่างใบปฏิบัติงานประกอบโมดูลการเรียนรู้	47
ค-1 แบบร่างสามมิติหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสด้วยโปรแกรม Auto CAD	103
ค-2 แบบร่างชุดหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส	103
ค-3 การสร้างชุดหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส	103
ค-4 การทดลองใช้ชุดโมดูลการเรียนรู้ภาคทฤษฎีกับกลุ่มเป้าหมาย	104
ค-5 การทดลองใช้ชุดโมดูลการเรียนรู้ภาคปฏิบัติกับกลุ่มเป้าหมาย	104

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง [1] มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ในงานอาชีพที่สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ มุ่งหวังให้นำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานอาชีพได้ จึงได้จัดการเรียนการสอนและกำหนดรายวิชาชีพ ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก หนึ่งในรายวิชาดังกล่าว ได้แก่ วิชาหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อนักเรียน ปวช. เนื่องจากเป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลไฟฟ้า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในหลายสาขาอาชีพที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนักเรียนสาขาช่างไฟฟ้ากำลัง ช่างอิเล็กทรอนิกส์ หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องและต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าในการปรับเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อใช้ในวงจรที่ต้องการ ดังนั้น นักเรียน ปวช. จำเป็นต้องมีความรู้และเข้าใจหลักการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าที่ถูกต้อง ซึ่งมีความสืบเนื่องในรายวิชา 30104 -2032 การส่งและจ่ายไฟฟ้าที่นักเรียนต้องเรียนต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

ทักษิณ โสภากปิยะ [2] ได้กล่าวถึงระบบการส่งและจำหน่ายไฟฟ้าว่า หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบที่ใช้ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าในการส่งไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าตามสถานที่ต่าง ๆ โดยทั้งหมดล้วนแต่เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟส จากการสังเกต วิเคราะห์ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาญณรงค์ พงศ์กรธรรม และคณะ [3] ได้ทำการวิจัยการออกแบบและสร้างชุดทดลองหม้อแปลงเตสลาขึ้นเพื่อประสิทธิภาพการเรียนรู้สำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง นำไปใช้กับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย ผลที่ได้คือคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยที่ผู้เรียนทุกคนมีคะแนนเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิธิศ คุ่มเดช และ วราภรณ์ ช้างเขียว [4] ได้ทำการวิจัยด้วยการพัฒนาสื่อการสอน เรื่อง การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าร่วมกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ซึ่งพบว่าผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติมีคะแนนเฉลี่ยลดลงทุกปี จึงมีแนวคิดปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และใช้วิธีการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สร้างชุดการทำงานหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาฟิสิกส์ขึ้น และนำไปใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความก้าวหน้าทางการเรียน

อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีความพึงพอใจในรูปแบบการสอนและสื่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในรายวิชา 20104-2105 หม้อแปลงไฟฟ้า ระดับ ปวช. 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ในภาคเรียนที่ 1/2567 จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนพบว่านักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสเข้ากับระบบไฟฟ้า ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ค่อนข้างต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อได้ทำการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการพบว่านักเรียนไม่ได้ฝึกปฏิบัติโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการต่อหม้อแปลงไฟฟ้า สามเฟสเข้ากับระบบไฟฟ้า ถือว่าเป็นปัญหาในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มดังกล่าว จึงได้ทำการสืบหาวิธีการแก้ไขโดยใช้คำสำคัญ “หม้อแปลงไฟฟ้า” และ “หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส” จากฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์และรายงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยและวิทยาลัยในประเทศไทย (Thai Digital Collection, TDC) วารสารอิเล็กทรอนิกส์กลางของประเทศไทย (Thai Journals Online, ThaiJO) และ Google Scholar เป็นเครื่องมือของ Google ในการค้นหาข้อมูลทางวิชาการจากหลากหลายแหล่งทั่วโลก โดยภาพรวมของการสืบค้น พบว่า งานวิจัยเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นการออกแบบ การคำนวณค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง การประเมินประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า การวางแผน การตรวจสอบและทดสอบงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและการสื่อสาร และการทำแผนการจัดการความเสี่ยงของอุปกรณ์ในระบบส่งจ่ายไฟฟ้า แต่เท่าที่พบมีเพียง งานวิจัยเท่านั้น ที่ดำเนินการวิจัยในทางการศึกษา ได้แก่ สุวิทย์ ฉุนฉาย [5] การวิจัยนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสตามหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.70/81.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี และสื่อประเภทบทเรียนโมดูลเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้า จากการศึกษา งานวิจัย สมศักดิ์ เจริญสุข [6] พบว่าการสร้างโมดูลหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กชนิด 1 เฟส นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนระดับ ปวช. ผลการวิจัยพบว่าทุกหน่วยเรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 โดยสรุป คือ บทเรียนโมดูลมีความยืดหยุ่น สามารถนำไปใช้ได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งการเรียนรู้แบบออนไลน์ การเรียนรู้แบบตัวต่อตัว หรือการเรียนรู้แบบผสมผสาน และสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและบริบทการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ข้อดีของการใช้บทเรียนโมดูลคือช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ที่สะดวก และยังช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากสามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่จัดการได้ง่ายและสามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน โดยสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนหม้อแปลงไฟฟ้าที่กล่าวถึงในข้างต้นเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และบทเรียนโมดูลหม้อแปลงขนาดเล็ก

ชนิด 1 เฟส นอกจากนั้นการเลือกใช้สื่อการสอนหม้อแปลงไฟฟ้าดังกล่าวในการศึกษาระดับสูงกว่า ปวช. ซึ่งเป็นหม้อแปลงเตสลา เท่าที่สืบค้นงานวิจัยเกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟสพบว่ายังมีอยู่น้อยมาก และดำเนินการวิจัยมากกว่า 5 ปี

จากสภาพที่พึงประสงค์ของการเรียนรู้ รายวิชา 2104-2105 หม้อแปลงไฟฟ้า สำหรับนักเรียน ปวช. และปัญหาหรือข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี สอดคล้อง กับปัญหาที่ผู้วิจัยได้สืบค้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สำหรับหม้อแปลงสามเฟสสำหรับนักเรียนอาชีวศึกษา ด้วยเห็นว่า รายวิชา 2104-2105 หม้อแปลง ไฟฟ้า ไม่เพียงแต่เป็นวิชาที่สำคัญในหลักสูตร ปวช. เท่านั้น แต่ยังเป็นพื้นฐานสำคัญที่ช่วยให้นักเรียน มีความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ การเรียนรู้เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับเรียนต่อในระดับ ปวส. และสามารถนำความรู้ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยเมื่อสำเร็จการศึกษาเพื่อการประกอบอาชีพ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลง สามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

1.2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับ หม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายที่เรียนด้วยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลง สามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 ประสิทธิภาพของการทดสอบแบบเดี่ยว E_1/E_2 อยู่ที่ 70/70 ประสิทธิภาพของการทดสอบ แบบกลุ่ม E_1/E_2 อยู่ที่ 75/75

1.3.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลง สามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 โมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

1.4.2 คู่มือ ใบงานและเฉลยใบงาน

1.4.3 แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

1.4.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้

1.5 วิธีการวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
- 1.5.2 กำหนดประชากรและกลุ่มเป้าหมาย
- 1.5.3 ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส ประกอบด้วย เนื้อหา คู่มือ
ใบงาน แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน
- 1.5.4 ประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 1.5.5 นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดแล้วเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.5.6 วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัย
- 1.5.7 ดำเนินการเขียนรายงานการวิจัย

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

- 1.6.1 ผู้เรียนมีความรู้ และทักษะการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส
- 1.6.2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ได้โมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
- 1.6.3 อาจารย์และผู้สนใจภายนอกได้แนวทางการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับใช้สอนหรือฝึกอบรมหัวข้อที่เกี่ยวข้อง

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 โมดูลการเรียนรู้ (Learning Module) หมายถึง หน่วยการเรียนการสอนที่ครบถ้วน
ในตัวเอง เป็นสื่อการเรียนการสอนในลักษณะของชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้น
โดยมุ่งเน้นหัวข้อหรือทักษะเฉพาะสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระ
ออกแบบบทเรียนให้มีโครงสร้างดังนี้ คือ (1) วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objectives) ระบุ
สิ่งที่ผู้เรียนควรเรียนรู้หรือสามารถทำได้หลังจากเรียนจบโมดูลนี้ เขียนเป็นประโยคที่วัดผลได้
(Measurable) (2) เนื้อหา (Content) เป็น ข้อมูล แนวคิด หรือทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อ อาจมี
การใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ประกอบการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น ข้อความ ภาพ วีดิโอ
หรือแบบจำลอง (3) กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities) เป็นกิจกรรมต่าง ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียน
มีส่วนร่วม เช่น แบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย การทดลอง การอภิปราย การศึกษาค้นคว้า หรือ
การทำงานกลุ่ม เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและทักษะที่เกี่ยวข้อง (4) การประเมินผล (Assessment)
เป็นวิธีการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น แบบทดสอบ แบบฝึกหัด การส่งงาน หรือการนำเสนอ
ผลงาน เพื่อประเมินว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ และ (5) แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

(Resources) เป็นเอกสาร เว็บไซต์ หรือสื่อ อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติมหรือเพื่อการศึกษาเพิ่มเติมได้

1.7.2 แบบทดสอบ (Test) หมายถึง ชุดของคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์ที่ระบุในโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ใช้สำหรับเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของผู้เรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า
- 2.2 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส
- 2.3 การสร้างโมดูลการเรียนรู้
- 2.4 การประเมินผล
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า

การศึกษาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา [1] มีจุดมุ่งหมายของหลักสูตรคือ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รายวิชารหัสวิชา 20104 – 2105 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) ได้กำหนดชั่วโมงการเรียนรู้ 1 ชั่วโมง และชั่วโมงปฏิบัติ 3 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ จำนวนหน่วยกิต 2 หน่วยกิต มีรายละเอียดดังนี้

- 2.1.1 จุดประสงค์รายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.1.1.1 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้าง หลักการทำงาน ชนิดและขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.1.1.2 เพื่อให้มีทักษะการพันหม้อแปลง การนำไปใช้งานและการบำรุงรักษา
 - 2.1.1.3 เพื่อให้มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ และมีความรับผิดชอบ
- 2.1.2 สมรรถนะรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.1.2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง และหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.1.2.2 ปฏิบัติงานถอด พันขดลวดต่อวงจร ประกอบชิ้นส่วน และทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 2.1.2.3 ซ่อมบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

2.1.3 คำอธิบายรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้าง ชนิด ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าและหม้อแปลง ความถี่สูง หลักการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้า อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง หม้อแปลงประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า การออกแบบหม้อแปลงขนาดเล็ก งานถอดประกอบชิ้นส่วนและ แปลงไฟฟ้า งานออกแบบและสร้างบ๊อบบี้แปลงไฟฟ้า งานต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์-เดลต้า งานทดสอบหาค่าการสูญเสียและแปลงไฟฟ้า งานกำหนดขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า งานขนานหม้อแปลง ไฟฟ้า งานบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

2.2 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

2.2.1 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ณรงค์ ขอนตะวัน [7] หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส เป็นลักษณะของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ที่ประกอบอยู่ในชุดเดียวกัน โดยประกอบแกนหลัก 3 แกนยึดติดกันที่ด้านบนและด้านล่าง แกนแต่ละแกนจะพันด้วยขดลวดแรงดันสูง และขดลวดแรงดันต่ำซ้อนทับกัน การต่อขดลวดเข้าด้วยกันจะต่อ อยู่ภายในตัวหม้อแปลงไฟฟ้าเลยซึ่งอาจจะเป็นการต่อแบบเดลต้า - เดลต้า หรือ วาย - วาย หรือ เดลต้า - วาย หรือ วาย - เดลต้า ส่วนปลายสาย ที่จะนำออกมาต่อกับ ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าและ ต่อเข้ากับโหนดนั้นจะถูกนำออกมาโดยใช้ บุชชิ่ง (bushing) ลักษณะของขดลวดที่พันอยู่บนแกน หม้อแปลงไฟฟ้าสาม เฟส ดังภาพที่ 2-1 ทั้งชุดจะนำไปบรรจุลงในถังหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีน้ำมันบรรจุอยู่

หม้อแปลงไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ หม้อแปลงไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ส่งแรงดัน ไปตามระบบสายส่ง เรียกว่า เพาเวอร์ทรานส์ฟอร์เมอร์ (Power Transformers) หม้อแปลงไฟฟ้า แบบนี้ จะเป็นชนิดเพิ่มแรงดันให้สูงขึ้น ส่วนหม้อแปลงไฟฟ้าอีกแบบหนึ่งก็คือ รับพลังงานมาแล้วจะ ลดแรงดันให้มีขนาดต่ำลงพอเหมาะกับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผู้ขอใช้ไฟฟ้ามีอยู่ ตามมาตรฐานสากล หม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้เรียกว่า ดิสทริบิวชันทรานส์ฟอร์เมอร์ (Distribution Transformers)



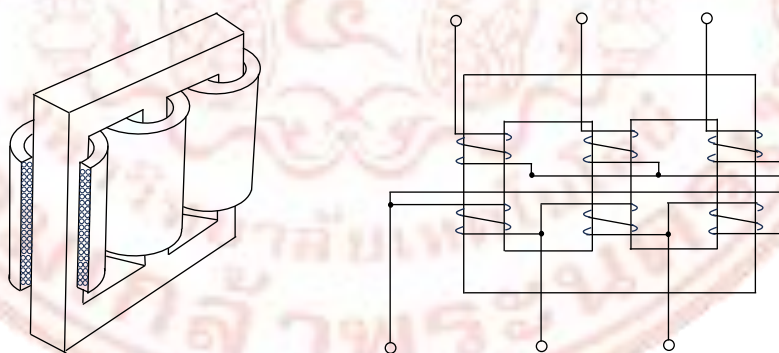
ภาพที่ 2-1 ลักษณะของขดลวดที่พันบนแกนหลักหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

(ที่มา : ณรงค์ ขอนตะวัน, 2562 : 163)

2.2.2 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ธวัชชัย อรรถวิบูลย์กุล [8] การต่อหม้อแปลงสามเฟส (Three phase transformer connection) ในปัจจุบันระบบไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจำหน่ายให้การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นระบบไฟฟ้าสามเฟสทั้งสิ้น ดังนั้นการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าจึงส่งจ่ายด้วยแรงดันไฟฟ้าสามเฟส วิธีที่นิยมกระทำกันก็คือ ใช้หม้อแปลงสามเฟส หรือ ใช้หม้อแปลงเฟสหนึ่งเฟสจำนวนสามตัวมาต่อเข้าด้วยกันเป็นหม้อแปลงสามเฟส

การใช้หม้อแปลงหนึ่งเฟสสามตัว มาต่อกันรวมกันเป็นหม้อแปลงสามเฟส มีข้อเสียดังนี้ คือ หม้อแปลงมีขนาดใหญ่สิ้นเปลืองพื้นที่ในการติดตั้ง มีน้ำหนักมากกว่า และราคาสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหม้อแปลงสามเฟสตัวเดียว ที่มีพิกัดกำลังเอาต์พุตเท่ากัน โดยแกนกลางที่ไม่ได้พันขดลวดจะเป็นแกนต่อรวมกันเพื่อให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส แต่ละเฟสเดินครบวงจร ขดลวดปฐมภูมิสามชุดต่อรวมกันเป็นแบบสตาร์ ถ้านำกระแสชั่วขณะที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสามชุด นำมารวมกันทางเวกเตอร์จะเท่ากับศูนย์ ดังนั้นเส้นแรงแม่เหล็กที่ขาของแกนเหล็ก ที่ต่อรวมกันจะมีค่าเท่ากับศูนย์ด้วย จึงไม่จำเป็นต้องมีขาของแกนเหล็กมาต่อรวมกัน เมื่อนำขากลางของแกนเหล็ก ออกแล้ว เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดที่พันรอบขา ของแกนเหล็กเฟสหนึ่ง เมื่อเคลื่อนที่ไปในแกนเหล็กก็จะอาศัยขาของแกนเหล็กอีกสองขา หรือ สองเฟสเคลื่อนที่กลับเพื่อให้ครบวงจร ดังนั้น จึงได้มีการออกแบบแกนเหล็กให้เหมาะสมมากขึ้น เป็นแกนเหล็กและขดลวดของหม้อแปลงสามเฟสแบบขดลวดล้อมแกน หรือแบบคอร์



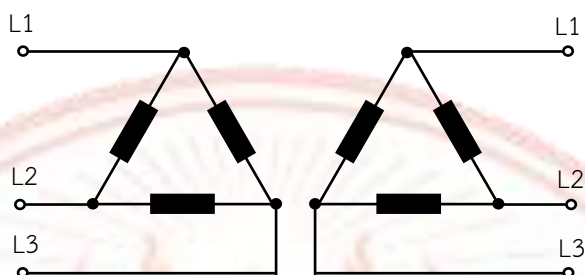
ภาพที่ 2-2 หม้อแปลงสามเฟสแบบขดลวดล้อมแกน หรือแบบคอร์

(ที่มา : ธวัชชัย อรรถวิบูลย์กุล, 2556 : 166)

เสถียร โพธิ์รัตน์ [9] การการต่อขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส (Three phase Transformer Connection) เนื่องจากโครงสร้าง ของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ประกอบด้วยขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าจำนวน 6 ชุด โดยเป็นขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าด้านปฐมภูมิจำนวน 3 ชุด และด้าน

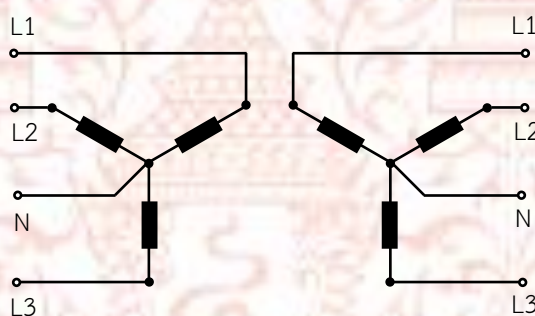
ทุติยภูมิจำนวน 3 ชุด ดังนั้น จึงมีปลายสาย จำนวนทั้งสิ้น 12 ปลาย สาย เมื่อนำขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้า มาต่อเข้าด้วยกัน เพื่อให้มีจำนวนปลายสายลดลงจะสามารถต่อเข้าด้วยกันได้ 4 แบบได้แก่

2.2.2.1 แบบเดลต้า เดลต้า (Delta - delta Connection)



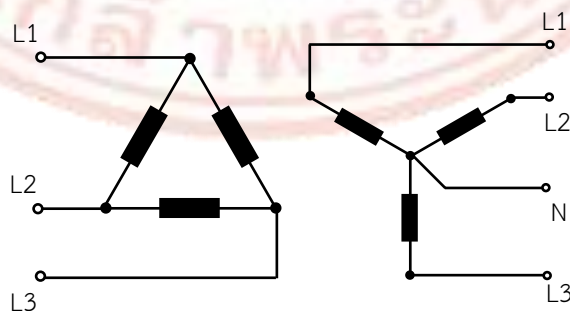
ภาพที่ 2-3 ไดอะแกรมการต่อแบบเดลต้า - เดลต้า

2.2.2.2 แบบวาย วาย (Wye - Wye Connection)



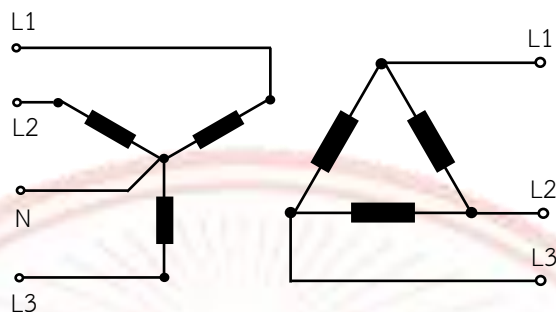
ภาพที่ 2-4 ไดอะแกรมการต่อแบบวาย - วาย

2.2.2.3 แบบเดลต้า วาย (Delta - Wye Connection)



ภาพที่ 2-5 ไดอะแกรมการต่อแบบเดลต้า - วาย

2.2.2.4 แบบวาย เดลต้า (Wye - delta Connection)



ภาพที่ 2-6 ไดอะแกรมการต่อแบบวาย - เดลต้า

2.2.3 การออกแบบและสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

2.2.3.1 เจริญชัย หม้อแปลงไฟฟ้า [10] หม้อแปลงไฟฟ้าที่ผลิตโดยเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่ทันสมัยในกระบวนการผลิตเพื่อให้มีประสิทธิภาพการใช้งานอย่างสูงสุด และเหมาะสมกับการใช้งาน ดังนี้ แกนเหล็ก ผลิตจากแผ่นเหล็กซิลิคอนรีดเย็นแบบจัดเรียงทิศทางโดยใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพสูงในการตัดแผ่นเหล็กเพื่อเรียงเหล็ก ตัดรอยเป็นมุม 45 องศา ให้เกิดการไหลของฟลักซ์แม่เหล็กจากขาแกนเหล็กไปยังแกนเหล็กส่วนบนได้ดีที่สุด การประกอบแผ่นเหล็กเป็นแกนเหล็กโดยใช้โต๊ะเรียงเหล็ก เพื่อให้เกิดช่องว่างอากาศระหว่างแผ่นเหล็กน้อยที่สุด เนื่องจากช่องว่างอากาศมีผลทำให้กระแสนะไม่มีไหลตสูง (No Load Current) ความสูญเสียขณะไม่มีโหลด (No Load Losses) และระดับความดังของเสียงรบกวนสูง ขดลวด (Winding) คอยแรงสูง (High voltage winding) ได้จากการพันขดลวดหลายๆ รอบ ซ้อนกันเป็นชั้นๆ ใช้ลวดทองแดงชนิดอบน้ำยา หรือลวดทองแดงหุ้มด้วยกระดาษฉนวน มีทั้งชนิดกลมและชนิดเหลี่ยม ในการพันคอยล์แรงสูง และแรงต่ำแต่ละชั้น จะต้อง รองด้วยกระดาษฉนวน เป็นกระดาษฉนวนชนิดพิเศษที่มีแถบเรซิน สำหรับยึดขดลวดให้เกิดความแข็งแรงและทนทานจากการสั่นไหวจรร เพิ่มการระบายความร้อนโดยให้น้ำมันไหลผ่านได้อย่างสะดวก มีทิศทาง ไม่ทำให้เกิดจุดอับความร้อนของขดลวด



ภาพที่ 2-7 ส่วนประกอบภายในหม้อแปลงสามเฟส
(ที่มา : <https://charoenchai.com/oil-type-transformer/>)

2.2.3.2 สุธน แก่นตัน [11] ขั้นตอนการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก มีลำดับขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1) กำหนดขนาดพิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กนั้นจัดอยู่ในประเภทที่มีขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 16 กิโลวัตต์แอมป์ แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ ความถี่ของระบบไฟฟ้าไม่เกิน 500 เฮิร์ต ขั้นตอนที่ 2) คำนวณพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กโดยหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก แกนเหล็กจะเป็นแบบเซลล์ ซึ่งประกอบขึ้นจากแกนเหล็กรูปตัว E และตัว I โดยการวัดความกว้างและความยาวของขาของแกนเหล็ก โดยนำเอาแกนเหล็กทั้งหมดวางซ้อนกัน พื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กนี้ขึ้นอยู่กับขนาดพิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้าคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$A = \frac{\sqrt{VA}}{5.58} \quad (2-1)$$

เมื่อ

A = พื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก

VA = พิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 3) การคำนวณหาจำนวนรอบของขดลวดทั้ง 2 ด้าน ของหม้อแปลงไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$N = \frac{V \times 10^8}{4.44 f B_m A} \quad (2-2)$$

เมื่อ

N = จำนวนรอบของขดลวด

V = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

f = ความถี่ มีหน่วยเป็น เฮิร์ตซ์ (Hz)

B_m = ความหนาแน่นสูงสุดของเส้นแรงแม่เหล็ก

A = พื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก

ขั้นตอนที่ 4) การหาขนาดของขดลวด โดยการหาขนาดของขดลวดทั้ง 2 ด้านของหม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องไม่ให้ขดลวดรับกระแสไฟฟ้ามากเกินไป เมื่อเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของขดลวด โดยทั่วไปจะเลือกค่าได้ตั้งแต่ 400 ถึง 700 เซอร์คูลุ่มิล ต่อกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์

2.3 การสร้างโมดูลการเรียนรู้

2.3.1 โมดูลการเรียนรู้

บทเรียนโมดูล (Instructional Module) บทเรียนโมดูลหรือหน่วยการเรียนรู้ จัดเป็นกลุ่มประสบการณ์ที่จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงพฤติกรรมตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายโมดูลอาจจะอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป เช่น สไลด์ ภาพ การทดลอง หนังสือหรือเอกสารซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของแต่ละสาขาวิชา

บทเรียนโมดูล เป็นสื่อการเรียนชนิดหนึ่งที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียน ได้เกิดความรู้ตามความต้องการ โดยที่บทเรียนนั้นจะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์เอาไว้อย่างแน่นอน มีกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเลือกตามความถนัดและความสามารถของแต่ละคนมีการประเมินผลก่อนและหลังเรียน มีการทดสอบย่อยในทุก ๆ หน่วยของโมดูลและการเรียนซ่อมเสริมด้วยกระบวนการเรียนการสอนจะเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญมากกว่าผู้สอน

คุณสมบัติที่สำคัญของบทเรียนโมดูล 1. โปรแกรมทั้งหมดถูกขยายเป็นส่วน ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน และสามารถมองเห็นโครงร่างทั้งหมดของโปรแกรม 2. ยึดตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดระบบการเรียนการสอน 3. มีจุดประสงค์ในการเรียนที่ชัดเจน 4. เน้นการเรียนด้วยตนเอง 5. ใช้วิธีการสอนแบบต่าง ๆ ไว้อย่าง 6. เน้นการนำเอาวิธีระบบ (System Approach) เข้ามาใช้ในการสร้าง

องค์ประกอบของบทเรียนโมดูล 1. หลักการและเหตุผล (Prospectus) 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) 3. การประเมินผลก่อนเรียน (Pre-Assessment) 4. กิจกรรมการเรียน (Enabling Activities) 5. การประเมินผลหลังเรียน (Post-Assessment) แบบแผนของบทเรียนโมดูล ชื่อเรื่อง (A Title Page) ขั้นตอนของกระบวนการเรียน (The Body of the Description) มีลำดับขั้น ดังนี้ 1. หลักการและเหตุผล 2. จุดประสงค์ 3. ความรู้พื้นฐาน 4. การประเมินผลก่อนเรียน 5. กิจกรรมการเรียน 6. การประเมินผลหลังเรียน 7. การเรียนซ่อมเสริม 8. ภาคผนวก (Appendix)

การจัดทำบทเรียนโมดูล (Module) ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโมดูล 1. การวางแผน 2. การสร้าง 3. การทดสอบต้นแบบ 4. ประเมินผลบทเรียน ประโยชน์ของบทเรียนโมดูล เป็นบทเรียนสำเร็จรูป เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีระเบียบแบบแผนและรวมการสอนหลาย ๆ อย่างเอาไว้

ด้วยกัน ช่วยให้เรียนรู้ได้ทราบถึงความสามารถและความก้าวหน้าของตนทุกระยะ ช่วยลดภาระของครูในการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ

2.3.2 แบบทดสอบ

2.3.2.1 ความหมายของแบบทดสอบ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542 : 72) ให้ความหมาย แบบทดสอบ ว่า เป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่ สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน (2545 : 5) แบบทดสอบได้แก่ เครื่องมือตรวจสอบทาง การศึกษาที่กระตุ้นสมองให้แสดงพฤติกรรมออกมาในเชิงความสามารถของบุคคลนั้น ๆ ประกอบด้วย ข้อสอบจำนวนหนึ่ง ซึ่งข้อสอบ ได้แก่ ข้อความหรือข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายในการทดสอบและเนื้อหาสาระที่ทดสอบเฉพาะอย่าง และเกี่ยวข้องกับบุคคลที่ถูกทดสอบ

ในการวัดความรู้จะใช้แบบทดสอบ ซึ่งความรู้ในที่นี้มาจากคำว่า knowledge ซึ่งพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (หน้า 232) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความรู้ หมายถึง สิ่งที่สั่งสมมาจากการศึกษาเล่าเรียน การค้นคว้า หรือประสบการณ์ รวมทั้งความสามารถเชิงปฏิบัติ และทักษะ ซึ่งความรู้เป็นความจริงที่มีถูกและผิด ซึ่งถูกผิดเป็นไปตามหลักวิชาและเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่สามารถตรวจสอบ และพิสูจน์ได้ค้นคว้าความรู้มีลักษณะเป็นเพียงแนวคิด ของพฤติกรรมหรืออาการเท่านั้น มิได้มีส่วนประกอบของเนื้อหาพร้อมด้วยเลขเพราะจะถามว่าท่านมีความรู้หรือไม่เฉย ๆ ไม่ได้เลย ต้องมีเนื้อหาที่ต้องการถามรวมอยู่ด้วยจึงจะตอบได้เช่น ท่านมีความรู้เรื่องเมืองไทยหรือไม่ ท่านมีความรู้เรื่องสุขภาพหรือไม่ คำว่า เมืองไทย สุขภาพ เป็นเนื้อหาที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงพฤติกรรมหรืออาการของความรู้ออกมาแล้ววัดพฤติกรรมหรืออาการของความรู้นั้น

2.3.3 ใบงานหรือใบทดลอง

ใบงานหรือใบทดลอง คือ เอกสารที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองปฏิบัติการในหัวข้อ นั้น ๆ มีตั้งแต่ ชื่อเรื่องที่จะทดลอง วัตถุประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองภาพวงจรต่าง ๆ ลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติการ และคำอธิบายเกี่ยวกับความปลอดภัยในระหว่าง การทดลอง ตามที่จำเป็น อาจมีตารางบันทึกผล หรือตารางกราฟเพื่อบันทึกผลการวัดค่าต่าง ๆ ในการประลอง และมีแบบฝึกหัดท้ายการทดลอง และแนะนำการสรุปผลเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนนำไปเขียน รายงาน และอภิปรายสรุปผลหลังการเรียนรู้ได้ ใบงานใช้มากในงานทดลองต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์ และมีความเหมาะสมกับการทดลองทางไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อศึกษาถึงทฤษฎีต่าง ๆ

2.3.3.1 การสร้างใบงาน หลักการสร้างใบงานเพื่อให้นักเรียนได้ทดลองปฏิบัติ มีความหมายต่อผู้เรียนและกิจกรรมต่าง ๆ มีการท้าทายความคิดอันจะนำไปสู่การค้นคว้าที่ซับซ้อนขึ้นได้ ในด้านหลักการนั้นอาศัยการสอนการทดลองประกอบด้วยสาระสำคัญ ดังนี้

2.3.3.1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการดำเนินงาน และการให้ข้อมูลที่เหมาะสมในด้านวิชาการ

2.3.3.1.2 การรวมกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความรู้ และทักษะให้มากที่สุด

2.3.3.1.3 การสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมความสามารถทางความคิด องค์ประกอบ ผู้สร้างใบงานควรที่จะนำมาพิจารณาสร้างใบงานให้มีโครงสร้างรูปแบบต่าง ๆ กันนั้น ขึ้นอยู่กับ ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- ก) ลักษณะของเนื้อหาวิชาที่เรียน (Subject Matter)
- ข) ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (Entry Behavior)
- ค) คุณสมบัติของผู้สอน (Teacher Characteristics)
- ง) คุณสมบัติของผู้เรียน (Student Characteristics)
- จ) อุปสรรคที่เกี่ยวข้อง (Resources Constraint)

2.3.3.2 องค์ประกอบของใบงานใบงานอาจมีรูปแบบแตกต่างกันไป ตามแบบแผนของแต่ละสถาบันแต่ละแห่ง โดยทั่วไปแล้วรูปแบบของใบงานอาจจัดในลักษณะของการทดลอง (Experimental Format) การสั่งงาน (Assign Mental Format) หรือการวางแผน (Project Planning) โดยทั่วไปนั้นใบงานควรที่จะประกอบด้วยข้อมูลที่มีมากน้อยต่างกันตามความต้องการ และธรรมชาติของการทดลองในแต่ละประเภท ดังนี้

2.3.3.2.1 ข้อมูลทั่วไป (Introduction Information) หมายถึงข้อมูลที่แจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบเรื่องทั่ว ๆ ไปในการปฏิบัติการงานของการทดลองแต่ละเรื่อง ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่

ก) วัตถุประสงค์ของการทดลองควรควบคุมความสามารถตามองค์ประกอบ (Domain) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้และควรประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไป และ วัตถุประสงค์เฉพาะที่สนับสนุนกับการทดลองแต่ละเรื่องนั้นไม่ควรให้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปมากนัก

ข) ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลอง เป็นข้อมูลเพื่อแสดงผล และประโยชน์ของการฝึกหัดทดลอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมองเป็นความสำคัญของงานที่กำลังปฏิบัติการ และเกิดแรงจูงใจในการทำงาน นอกจากนั้นยังเป็นการบอกให้ทราบถึงปริมาณ และขอบเขตเนื้อหาที่ต้องเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติเกิดความกระตือรือร้นเตรียมตัวได้ถูกต้อง

ค) การวางแผน (Plan and Organizing) เป็นข้อมูลที่ให้แนวคิดสำหรับการดำเนินงานแก่ผู้เรียน ข้อมูลเหล่านี้อาจจะเป็นวงจรที่ทำการทดลอง เครื่องมืออุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคอาจเกิดขึ้นได้เสมอ

2.3.3.2.2 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลองเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยเป็นหลักในการวางแผนและดำเนินงาน และเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจและปรับปรุง ตัวเองในสิ่งที่ขาด เพื่อจะได้เตรียมตัวหาข้อมูลหรือความรู้ให้พร้อมก่อนลงมือปฏิบัติการทดลอง ข้อมูลดังกล่าว ได้แก่

ก) ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมืออุปกรณ์ ข้อควรระวัง

ข) ความรู้ที่ควรมี (Entry Behavior) ควรจะระบุให้ชัดเจนว่าผู้ที่ปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถหรือประสบการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งมาก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตราย หรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับสิ่งที่ปฏิบัติงานได้

ค) ความรู้ในเนื้อหาวิชาในการทดลองบางอย่างจำเป็นต้องกล่าวถึงเนื้อหาของการทดลองเพิ่มเติม เพื่อเตือนความทรงจำของผู้ปฏิบัติงาน

2.3.3.2.3 ข้อมูลสำหรับการดำเนินการ (Procedurals Information) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสม หรือตามที่กำหนดไว้ในแต่ละเรื่องได้ลักษณะของงานในขั้นตอนนี้ ควรเป็นขั้นตอนการลงมือปฏิบัติการจริง ตั้งแต่วางแผนจริง ๆ จากการร่างแบบของงาน การกำหนดวงจร และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนกระทั่งถึงวิธีการเก็บข้อมูล

2.3.2.2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์และรายงาน (Conclusion and Report) ใบงานจะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำสั่ง หรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติแสดงผลอย่างมีระบบ และสามารถสรุปผลการทดลองที่ได้ ตามรูปแบบที่เหมาะสมข้อมูลในใบงานจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติทำรายงาน และสรุปผลการทดลองได้ ลักษณะของข้อมูลอาจจะเป็นคำถามให้คิด หรือหัวข้อให้ผู้เรียนหาข้อมูลสนับสนุน

2.3.2.2.5 ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment Information) หมายถึง ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และความเข้าใจในเรื่องที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานตรวจสอบเรื่องนี้ อาจทำได้ทั้งทางกว้างและความลึกของเนื้อหา ซึ่งขึ้นอยู่กับธรรมชาติของการทดลองแต่ละประเภท อย่างไรก็ตามข้อมูลที่เป็นคำถามในใบงานนั้นอาจจะเป็น ลักษณะของคำถามที่แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

ก) คำถามการประเมิน (Assessment Question)

ข) คำถามการวิเคราะห์ (Critical Question)

2.3.3.3 รูปแบบของใบงาน หมายถึง คำโครงของใบงานที่ในการสอนแบบการทดลอง โดยสรุปแล้วใบงานที่ใช้กันอยู่จะมี 3 รูปแบบ ดังนี้

2.3.3.3.1 การทดลอง (Experimental Format) ใบงานประเภทนี้จะให้รายละเอียดในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนโดยตลอด เพื่อที่จะนำผู้เรียนให้ทำการทดลองตามที่กำหนดโดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่จำเป็นต้องใช้เวลาในการคิดหาวิธีการทดลองด้วยตนเอง จุดประสงค์ของการทดลองประเภทนี้เหมาะสมที่จะใช้กับการทดลองประเภทตามตำรา และการค้นคว้า (Discovery) โครงสร้างของการทดลองแบบนี้ประกอบด้วยสาระสำคัญดังนี้

- ก) วัตถุประสงค์และขอบเขตของการทดลอง
- ข) ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการวัด
- ค) ลำดับขั้นตอนการทดลองที่ละเอียด และเป็นขั้นเป็นตอนอย่างเหมาะสม) คำถามเพื่อให้ผู้ปฏิบัติใช้ความคิดตรรกะตรงดำเนินการทดลอง หรือแปลความหมายของข้อมูลสำหรับคำถามนี้

2.3.3.3.2 การสั่งงาน (Assign Mental Format) รูปแบบของการทดลองที่ให้อิสระในการทดลองตามความคิดของตนเองรูปแบบของใบงาน จะระบุปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการให้ค้นหา ข้อเท็จจริงโดยการให้ข้อมูลในการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางไว้กว้างๆ โดยทั่วไปแล้วการทดลองใน ลักษณะนี้จะจำกัดข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจในการดำเนินตามขั้นตอนต่าง ๆ โดยจะให้อยู่ในดุลยพินิจ ของผู้ปฏิบัติได้ทดลองมากกว่าแบบการทดลอง (Experimental Format) ข้อมูลของการสั่งงาน (Assign Mental Format) ดังกล่าวประกอบด้วย

- ก) ลักษณะของปัญหาที่ต้องให้แก้หรือทำการทดลองหาคำตอบ
- ข) คำถามที่ต้องการให้คำตอบหรือหาข้อมูลสนับสนุน
- ค) ข้อมูลที่ต้องการให้สังเกต

2.3.3.3.3 การวางแผน (Project Planning Format) ลักษณะของใบงานเป็นลักษณะที่ให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทำงาน ซึ่งอาจจะเป็นการทดลองหาข้อมูลบางอย่าง หรือการสร้างผลงานตามรูปแบบที่เป็นผลลัพธ์สำเร็จรูป และการทดลองประเภทนี้ จะให้ข้อมูลหรือคำสั่งเท่าที่จะนำผู้เรียนให้สามารถสร้างกระบวนการทำงานของตนเอง ตั้งแต่การวางแผน การใช้อุปกรณ์ เครื่องมือการทดสอบจนกระทั่งการนำเสนอผลงาน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถส่วนตัวในการประยุกต์ความรู้สร้างผลงานสำเร็จรูปแบบภายในขอบเขตที่กำหนด ใบงานในรูปแบบนี้จะประกอบด้วย

- ก) ลักษณะสาระสำคัญของปัญหา หรือรายละเอียดของงานที่ต้องการให้ปฏิบัติ
- ข) ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

- ค) คำถามหรือหัวข้อที่ต้องการทราบเกี่ยวกับวิธีดำเนินการ
- ง) รายละเอียดของผลลัพธ์ (Product Description)
- จ) หัวข้อของการรายงานที่ต้องการทราบ

การสร้างใบงานทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดก็ตามต้องการความรอบคอบในการ พิจารณา เพื่อสร้างระบบให้ผู้ปฏิบัติสามารถใช้ข้อมูลที่ให้ และหลักการที่เกี่ยวข้องเข้ามาประยุกต์ ในการปฏิบัติงานจนเป็นผลสำเร็จ โดยที่ผู้ควบคุมหรือผู้สอนไม่ต้องคอยติดตามดูแลอย่าง ใกล้ชิด เกินไปการสร้างใบงานที่ขาดความรอบคอบในการพิจารณานั้น นอกจากจะสร้างความ สับสนให้แก่ ผู้เรียนทำให้ไม่สามารถพัฒนาความสามารถได้ตามวัตถุประสงค์แล้วอาจจะเป็นปัญหา ในการ ควบคุมดูแลของผู้สอนอีกด้วย

2.3.3.4 คุณสมบัติที่ดีของใบงานตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ใบงานนั้นมีลักษณะรูปแบบ ที่เป็นแม่แบบอยู่ 3 รูปแบบด้วยกัน อย่างไรก็ตามในการทดลองจริง อาจจะเป็นความแตกต่างของ รูปแบบใบงานและการจำแนกประเภทของการทดลองได้ยาก เพราะใบงานที่ใช้กันในสถาบันหนึ่งนั้น อาจจะเป็นได้ทั้งแบบตำรา และแบบแก้ปัญหาหรือประเภทอื่นๆ รวมกันก็ได้ อย่างไรก็ตาม ใบงานไม่ว่า จะเป็นแบบไหนรูปแบบใดก็ตามมีหลักในการพิจารณาสำหรับสร้างใบงานที่ดี ดังต่อไปนี้

2.3.3.4.1 ใช้ภาษาง่ายรัดกุมและตรงไปตรงมา (Simple Concise and Direction) พยายามหลีกเลี่ยงภาษาพูดหรือสำนวนท้องถิ่น

2.3.3.4.2 มีรูปประกอบ (Sketches) ที่ให้สามารถเป็นรูปพจน์ของงานได้ดีขึ้น

2.3.3.4.3 การให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานควรจัดขั้นตอนที่ชัดเจนและมีลำดับที่เหมาะสม

2.3.2.4.4 พยายามแยกแยะข้อมูลที่ชัดเจนโดยมีการแบ่งย่อหน้า (Paragraph) ตามสาระสำคัญของเรื่องมีการเว้นระยะของเรื่องที่ต้องการเน้นประเด็นสำคัญ

2.3.3.4.5 มีการขีดเส้นใต้หรือเน้นจุดสำคัญเป็นพิเศษด้วยวิธีการที่เหมาะสม

2.3.3.4.6 พยายามใช้คำสิ่งที่สม่ำเสมอ (Consistency)

2.5.2.4.7 พยายามแยกแยะเรื่องที่คลุมเครือ (Irrelevant Material) หรือ เรื่อง ที่ซับซ้อนที่หลีกเลี่ยงได้ออกต่างหากเพื่อให้รูปชัดเจนขึ้น

2.3.3.4.8 พยายามใช้รูปแบบของการทดลองรูปแบบของการรายงานและ ขั้นตอนของการดำเนินงานตามรูปแบบที่รู้จักกัน หรือเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

2.3.3.5 กรรมวิธีการสร้างใบงานนั้นเป็นกระบวนการเกี่ยวข้องกับกิจกรรมหลายชนิด อาศัยบุคลากรหลายประเภท และต้องติดต่อกับหน่วยงานต่าง ๆ เป็นจำนวนมากเท่าที่สรุปได้ ควรมี ความสัมพันธ์กับสิ่งต่อไปนี้

2.3.3.5.1 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการสร้างใบงาน สำคัญของใบงาน คือ การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมในการทดลอง เพื่อประโยชน์ในการเสริมสร้างความรู้ ความสามารถและ ทักษะ ให้เกิดขึ้นมากที่สุดที่จะทำได้กิจกรรมในการทดลองจะเป็นในรูปลักษณะใดนั้นขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบเหล่านี้

- ก) เนื้อหาวิชาและหลักสูตร
- ข) อุปกรณ์การสอนที่ช่วยพัฒนาความรู้ความสามารถที่จำเป็น
- ค) ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทดลอง
- ง) ความคล่องตัว และความสมบูรณ์ของระบบอุปกรณ์เครื่องมือ และวัสดุ

จ) แบบแผนการประเมินผล (Evaluation Scheme)

องค์ประกอบ ดังกล่าวนี้อาจมีอิทธิพลต่อการจัดกิจกรรมภายในการทดลองอย่างมาก

2.3.3.5.2 ชนิดของกิจกรรมภายในการทดลองอาจกล่าวโดยทั่วไปได้ว่าการ จัดทำใบงานเพื่อการสอนนั้นมีเป้าหมายในการพัฒนาสิ่ง ต่อไปนี้

- ก) พัฒนาความเข้าใจในแนวความคิด และหลักการของปัญหาต่าง ๆ ในลักษณะการทำงานด้วยตนเอง (Learning Doing)
- ข) ให้รู้จัก และคุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ
- ค) พัฒนาความสามารถในการค้นหาข้อมูลบางอย่าง (Develop Specific Skills)
- ง) ความสามารถในการทดสอบ (Testing Skills) ความสามารถ

ดังกล่าวนี้อาจมีวิธีการที่พัฒนาได้จากการจัดกิจกรรม การสร้างเหตุการณ์จำลองอย่างเหมาะสม

2.3.3.5.3 กระบวนการของการสร้างการทดลอง สร้างใบงานในระบบที่ สมบูรณ์ของสถาบันการศึกษานั้น ต้องอาศัยการทำงานที่มีขั้นตอน อาศัยบุคลากรหลายฝ่าย และต้อง ใช้เวลาความประณีตในการพิจารณาเลือกสรรข้อมูล และกิจกรรมที่เหมาะสมเป็นอย่างมาก ดังขั้นตอนคร่าว ๆ ต่อไปนี้

- ก) การตั้งทีมงานบุคลากรในการสร้างใบงานควรจะมีความรู้ และประสบการณ์ ทั้งในด้านวิชาการ และวงการอุตสาหกรรม
- ข) การวิเคราะห์เนื้อหาเป็นการศึกษาวิชาที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาหัวข้อ ที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรม

2.4 การประเมินผล

2.4.1 การประเมินสื่อการสอน

วัลลภ จันทรตระกูล (2543 : 131) ได้เกริ่นนำเรื่องการประเมินสื่อการสอนว่าการออกแบบสร้างสื่อการสอน ให้ความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค (Technical Points of View) ด้านการเรียนการสอน (Pedagogical Points of View) และด้านการพาณิชย์หรือการค้า (Economical Points of View) จะทำให้ได้อย่างไร เราสามารถทราบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ โดยการประเมินสื่อการสอนนั้น ซึ่งอาจทำควบคู่ในระหว่างกระบวนการออกแบบหรือเมื่อสิ้นสุดการออกแบบสำเร็จเป็นงานต้นแบบ ก่อนดำเนินการผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์

2.4.1.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินสื่อการสอน การประเมินสื่อการสอนมีวัตถุประสงค์ดังนี้ (วัลลภ, 2543)

2.4.1.1.1 เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ในด้านต่างๆ ของสื่อการสอน

2.4.1.1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินไปแก้ไขพัฒนาปรับปรุงสื่อการสอนนั้น

2.4.1.1.3 วางแผนในการพัฒนาสื่อการสอนเพิ่มเติมให้เกิดความสมบูรณ์ ในการเรียนการสอนตามหัวข้อ หรือสาขาวิชานั้น

2.4.2 ประเด็นในการประเมิน

ประเด็นในการประเมินอาจแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคนิค ด้านการเรียนการสอนและด้านการพาณิชย์ ในแต่ละประเด็นสามารถแตกแยกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่างๆอาจใช้แผนภูมิปะการังเป็นเครื่องมือ ร่วมประชุม ระดมความคิด หรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จากงานวิจัยต่าง ๆ ด้านการประเมินสื่อการสอน ประเด็นที่นำเสนอนี้เป็นประเด็นหลัก ๆ สามารถเลือกไปใช้กับสื่อประเภทต่าง ๆ ได้ และจะเขียนในลักษณะด้านบวก หรืออุดมคติ (วัลลภ, 2543)

2.4.2.1 ประเด็นด้านเทคนิค มีประเด็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.4.2.1.1 ขนาดสื่อไม่ใหญ่ ไม่เล็ก มีขนาดเหมาะสม สอดคล้องกับมาตรฐาน สะดวกต่อการเก็บรักษาไม่ชื้นเนื้อที่ มากเกินไป

2.4.2.1.2 น้ำหนักมีน้ำหนักเหมาะสม ขนย้าย นำไปใช้สอนได้สะดวก ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขนย้าย ผู้สอนนำไปใช้ได้ด้วยตนเอง

2.4.2.1.3 ชิ้นส่วนประกอบ ทำหน้าที่ได้ถูกต้องแม่นยำ นอกจากทำหน้าที่หลักสามารถทำหน้าที่รอง มีรูปร่างง่ายต่อการผลิต เป็นมาตรฐาน หาอะไหล่ง่าย มีจำนวนชิ้นไม่มาก การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน มั่นคงรูปร่างมีความแข็งแรง คงทน มีอายุการใช้งาน เหมาะสม มีความเรียบร้อยสวยงาม

2.4.2.1.4 ชนิดของวัสดุ มีคุณสมบัติเหมาะสมกับประเภทสื่อ และเป็นวัสดุที่หาง่าย คุณสมบัติวัสดุมีความแข็งแรง คงทน ราคาไม่แพง ทนต่อความร้อน ฝุ่น ความชื้น

2.4.2.1.5 การดูแลรักษา และง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง และมีระบบการจัดเก็บ การจัดจำแนก มีถุง ซอง กล่อง ใน การจัดเก็บ มีระบบการเบิก ยืม ที่มีประสิทธิภาพ ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา

2.4.2.1.6 กระบวนการผลิต ที่ผลิตง่ายใช้เครื่องมือที่ง่าย ๆ และที่มีระบบแบบแผน ระบบมาตรฐานวัสดุ (หมายเลขวัสดุ) ผลิต ออกมาเรียบร้อยสวยงาม สอดคล้องตามหลักการสอน สามารถใช้สอนกับวิธีการต่าง ๆ นำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมาใช้ ชิ้นงานออกมามีขนาดคุณภาพผิวงานมีความละเอียดสูง

2.4.2.1.7 มาตรฐานสอดคล้องกับมาตรฐานในหน่วยงานมีความเป็นสากลมีรูปแบบ (Format)

2.4.2.1.8 ความปลอดภัย มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และต่อสื่อ

2.4.2.2 ประเด็นทางด้านการเรียนการสอน จะเกี่ยวข้องกับผู้สอนผู้เรียน และตัวสื่อเอง ดังนี้

2.4.2.2.1 ต่อผู้สอน ใช้ง่าย ใช้เวลาในการสอนน้อย ไม่มีความจำเป็นต้องฝึกอบรมด้านการใช้ สอดคล้องตาม รายการวัตถุประสงค์ และเนื้อหาวิชา มีคู่มือการสอน สำหรับครู

2.4.2.2.2 ต่อผู้เรียน เข้าใจง่าย สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ น่าสนใจ อยากเรียน กระตุ้นให้ค้นคว้าเพิ่มเติม เกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำไปประยุกต์ แก้ปัญหา ช่วยส่งเสริม กิจกรรมการเรียน มีคู่มือผู้เรียน

2.4.2.2.3 ต่อสื่อการสอน มีสื่อการสอนที่มีความสำคัญต่อเนื้อหา นั้น ๆ และควรมีอย่างยิ่ง มีความสำคัญต่อการเรียนรู้มี เนื้อหาสาระที่ทันสมัยตามวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สามารถนำไปใช้สอนในหัวเรื่องอื่นได้ด้วย ให้เนื้อหาสาระชัดเจนในตัว ไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติมมาก ใช้เวลาในการประกอบน้อย ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นประกอบช่วย มีคู่มือแนะนำในการใช้ การดูแลรักษา ต้องมีซอฟต์แวร์ (Software) ประกอบ ตัวอักษร สี สัน รูปแบบ ชัดเจน

2.4.2.3 ประเด็นทางพาณิชย์

เป็นการศึกษาข้อมูลก่อนดำเนินการผลิต ได้ค่าตัวเลขที่ถูกต้องแม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ ประกอบการตัดสินใจ ก่อนเริ่มงานออกแบบ ไม่ใช่ใช้การประเมินด้วยความรู้สึก มีประเด็นต่างๆ

2.4.2.3.1 เป็นสื่อที่ตลาดมีความต้องการสูง

2.4.2.3.2 ความเหมาะสมในการผลิตเชิงพาณิชย์

2.4.2.3.3 ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าออกแบบ ค่าบริการ ค่าวัสดุ เป็นต้น

2.4.2.3.4 ค่าเครื่องมือ

2.4.2.3.5 ค่าต้นทุนในการผลิต

2.4.2.3.6 ราคาซื้อเหมาะสม สามารถเทียบกับคู่แข่ง

2.4.2.3.7 ปริมาณด้านการตลาด การจำหน่ายในระดับท้องถิ่น ภูมิภาค

2.4.2.3.8 เอกสารในการประชาสัมพันธ์

2.4.3 เกณฑ์ในการประเมินสื่อการเรียนการสอน

เมื่อกำหนดประเด็นต่าง ๆ ที่จะประเมินสื่อแล้วก็ต้องมากำหนดเกณฑ์ในการประเมินซึ่งมีสิ่งที่จะต้องพิจารณา ดังนี้ (วัลลภ, 2543 : 135)

2.4.3.1 เกณฑ์ที่กำหนดจะเน้นคุณลักษณะไปด้านใด เช่น ด้านเทคนิค ด้านการเรียน การสอนหรือ ด้านพาณิชย์ หรือจะให้น้ำหนักเท่ากันทั้ง 3 ด้าน เป็นต้น

2.4.3.2 ในแต่ละประเด็นอาจประเมิน โดยทำเป็นรายการตรวจสอบ (Check list) ว่าใช่หรือไม่ใช่ มีหรือไม่มี มีคำตอบให้เลือกสองทางเลือก อีกลักษณะหนึ่งเป็นการให้ความคิดว่าคุณลักษณะด้านนั้น ๆ ดีมาก ดี พอใช้ ใช้ไม่ได้ เป็นต้น

2.4.3.3 จากผลการประเมิน ในข้อ 2 นำมาประเมินผลโดยใช้หลักทางสถิติเป็นร้อยละ หรือ เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละประเด็น หรือลักษณะภาพรวม

การประเมินจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นค่าที่ได้ควรมีความเชื่อมั่นเที่ยงตรง มีเป้าหมาย มีความชัดเจน น่าเชื่อถือ สามารถคำนวณและปฏิบัติได้ หน่วยงานคือทีมทำงานจะต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อจะประเมินสื่อการสอนได้ผลสำเร็จตามเป้าหมาย

2.4.4 องค์ประกอบในการประเมินสื่อ

นอกจากการกำหนดเกณฑ์แล้ว ก็ควรคำนึงถึงองค์ประกอบในการประเมินสื่อซึ่งมีหลายประการ ได้แก่ (วัลลภ, 2543 : 135-136)

2.4.4.1 เครื่องมือเป็นเอกสารหรืออุปกรณ์ที่สามารถบันทึกแสดงข้อมูลที่จะได้จากการประเมินสื่อ ว่าอยู่ในระดับใด ควรมีการทดลองใช้ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรงมีการพัฒนาปรับปรุง เครื่องมือให้เหมาะสม

2.4.4.2 วิธีการประเมิน โดยกำหนดประเด็นต่าง ๆ แล้วให้คะแนนในประเด็นนั้น ๆ วิธีการประเมินโดยใช้ความรู้สึกลักษณะความเชื่อถือ มีคำแนะนำขั้นตอนในการประเมิน

2.4.4.3 เกณฑ์การกำหนดระดับค่าคะแนน ว่าระดับใดที่จะยอมรับได้ ขึ้นกับเป้าหมายว่าต้องการ เน้นด้านใด หน่วยงานเอกชนอาจมุ่งทางการค้า หน่วยงานการศึกษาอาจมุ่งด้านการเรียนการสอน

2.4.4.4 ผู้ประเมินทำหน้าที่ใช้เครื่องมือ อาจเป็นบุคคลใน และภายนอกหน่วยงานเป็นผู้เชี่ยวชาญมี ประสบการณ์ และมีจำนวนเหมาะสม มาจากหลาย ๆ ฝ่าย เช่น ฝ่ายตลาด ฝ่ายผลิต เป็นต้น มีความเข้าใจใน วิธีการประเมิน

2.4.4.5 ผู้สอน ผู้ทำหน้าที่สอนโดยใช้สื่อการสอนนั้น ก็เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นการประเมิน ที่ผู้ประเมินมีข้อมูลเกี่ยวกับผู้สอนอย่างไร

2.4.4.6 ผู้เรียน ผู้ประเมิน หรือแบบประเมิน มีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนอย่างไร คาดการณ์ว่า ผู้เรียนจะมีพื้นฐาน มีการเรียนรู้ ประสบการณ์เพียงใด และต้องการคาดหวังต่อผู้เรียน อย่างไร

2.4.4.7 เนื้อหาวิชา เป็นสาขาวิชาใด มีรายการ วัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างไร

2.4.4.8 ประเภทของสื่อ สื่อมีความแตกต่างกันหลายประเภท เช่น เอกสารสิ่งพิมพ์ แผ่นใส แผ่น ภาพอุปกรณ์ทดลองสาธิต แผ่นดิสก์ ซีดี เป็นต้น ประเด็นการประเมินก็จะแตกต่างกัน

2.4.5 ความตรง (Validity)

ความตรงหรือความเที่ยงตรง หมายถึง ความสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัด เช่น จะวัด เรื่องความซื่อสัตย์ ตัวคำถามในแบบสอบถามต้องเป็นเรื่องที่แสดงออกถึงความซื่อสัตย์ หรือหากสอน เรื่องเศษส่วน แบบทดสอบวัดเรื่องเศษส่วน

2.4.5.1 การสร้างเครื่องมือให้มีความตรง ควรถือหลักปฏิบัติดังนี้

2.4.5.1.1 การเขียนข้อความ ให้คำนึงถึงหลักตรรกวิทยา และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมากที่สุดว่าสิ่งที่เราเขียนอยู่ในความหมายของสิ่งที่เราต้องการจะวัดหรือไม่

2.4.5.1.2 ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ ด้วยว่า ข้อความที่สร้างเหมาะสมหรือไม่ ครอบคลุมสิ่งที่เราต้องการจะวัดมากน้อยเพียงใด

2.4.5.2 การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง การที่เครื่องมือวัดมีข้อความตรงตามเรื่อง ที่ต้องการจะวัด วิธีการวิเคราะห์จะดำเนินการหลังจากได้สร้างเครื่องมือวัดแล้วโดยมีวิธีการ ดังนี้

2.4.5.2.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีประสบการณ์ในรายวิชานั้นอย่างน้อย 3 คน ช่วยประเมินเป็นรายบุคคลว่าข้อความแต่ละข้อสามารถวัดได้ตรงกับจุดประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ โดยให้คะแนนตามเกณฑ์

2.4.5.2.2 ถ้าข้อความวัดได้ตรงจุดประสงค์ ให้คะแนน +1 คะแนน ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นวัดตรงจุดประสงค์หรือไม่ ให้คะแนน 0 คะแนน หรือถ้าข้อความวัดได้ไม่ตรงจุดประสงค์ ให้คะแนน -1 คะแนน

2.4.5.2.3 นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทุกคนที่ประเมินมารวมลงในแบบ วิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อความกับจุดประสงค์เพื่อหาค่าเฉลี่ย สำหรับข้อความแต่ละข้อ

2.4.5.2.4 เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถาม

- ก) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 - 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้
- ข) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

2.4.6 การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ [12] การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้ จำจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียน มีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียน มีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ

2.4.6.1. ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือ ร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการ ที่ถูกต้องหรือกระทำการสิ่งใดๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thing right) คำว่าประสิทธิภาพ มักสับสนกับ คำว่า ประสิทธิภาพ (Effectiveness) ซึ่งเป็นคำที่ คลุมเครือ ไม่เน้นปริมาณ และมุ่งให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเน้น การทำสิ่งที่ถูกที่ควร (Doing the right thing) ดังนั้นสองคำนี้จึงมักใช้คู่กัน คือ ประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

2.4.6.2 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อ หรือชุดการสอนจึงหมายถึงการหาคุณภาพของสื่อ หรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” Developmental Testing คือ การ ทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อ หรือชุดการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพ ของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอนการทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความ พึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

2.4.6.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพใช้ เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้น เป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพ ใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละ

ระบบ เพื่อปรับปรุง ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึง เกณฑ์

2.4.6.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพ สอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการ สอนที่ได้ ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพ ถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วย ในแต่ละวิชา ไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียน ที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาค การศึกษาเป็น อย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อน นำไปเผยแพร่และผลิตออกมา เป็นจำนวนมาก การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอน จะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัย ในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบ ประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริง ด้วยก็ได้เพื่อประกันคุณภาพของ สถาบันการศึกษา ทางไกลนานาชาติ 2. ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ การทดสอบ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุด การสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ 2.1 สำหรับหน่วยงาน ผลิตสื่อหรือชุด การสอน การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพ ของสื่อหรือชุดการสอนว่า อยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะ ลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบ ประสิทธิภาพ เสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลือง ทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง 2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน สื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการ ทดสอบประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิในโรงเรียนครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควร มั่นใจว่า ชุดการสอน นั้นมีประสิทธิภาพในการ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพ ตามลำดับขั้น จะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มี คุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3. สำหรับผู้ผลิต สื่อหรือชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อ หรือชุดการสอนมีความ เหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิต มีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการ ประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ 3. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 3.1 ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือ พฤติกรรมใด มีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุง คุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะ ตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการ ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ ต่ำสุด ดังนั้นหาก การทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือ พฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อน ต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ ปรับเกณฑ์ขึ้น ไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่า ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบ

ประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึง เกณฑ์ที่กำหนด 3.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็น ระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อ หรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อ หรือชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่า ประสิทธิภาพเป็น $E1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) 3.2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงาน เป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้ 3.2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและ การสอบไล่ ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะ เปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบ กิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการ ประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E1 / E2 =$ ประสิทธิภาพ ของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียน จากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมิน หลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ $E1 / E2$ ให้มีค่า เท่าใดนั้น ให้ผู้ สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิทย์พิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) ในขอบข่ายวิทย์พิสัย (เดิมเรียกว่า พุทธิพิสัย**) เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90/90 85/85 80/80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้ เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลม ให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควร ตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากระบบการสอนของไทย ปัจจุบัน (2520) ได้กำหนดเกณฑ์ โดยไม่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ 0/50 นั่นคือ ให้ประสิทธิภาพ กระบวนการมีค่า 0 เพราะครูมักไม่มีเกณฑ์เวลาในการให้งานหรือแบบฝึกปฏิบัติแก่นักเรียน ส่วนคะแนน ผลลัพธ์ที่ให้ผ่านคือ 50% ผลจึงปรากฏว่าคะแนน วิชาต่างๆ ของนักเรียนต่ำในทุกวิชา เช่น คะแนนภาษา ไทยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเฉลี่ยแต่ละปี เพียง 51% เท่านั้น 4. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

ก. โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100 \quad (2-4)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชั้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100 \quad (2-5)$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วยประกอบด้วยผลการสอบ หลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึก ปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณ หาค่า E_1/E_2

ข. โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตร ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณ ธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ ด้วยวิธีการคำนวณ ธรรมดา

สำหรับ E_1 คือค่าประสิทธิภาพของงาน และแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงาน ทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย และเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบ หลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียน ทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อ หาค่าร้อยละ

การตีความหมายผลการคำนวณ หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดย ยึดหลักการและแนวทางดังนี้ 1.1 ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้ มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง เท่ากับ ± 2.5 นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่า เป็นไป ตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% และ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำการสอบหลังเรียน ไม่สมดุลกันเช่น ค่า E_1 มากกว่า E_2 แสดงว่า งานที่ มอบหมายอาจจะง่ายกว่า การสอบ หรือ หากค่า E_2 มากกว่าค่า E_1 แสดงว่า การสอบง่ายกว่า หรือไม่สมดุล กับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้ หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบ และพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพ ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณ ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับ ขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่ง ต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริง ไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการเดา การประเมิน ในอนาคตจะเสนอผลการ ประเมินเป็นเลขสองตัว คือ E_1 คู่ E_2 เพราะจะทำให้ ผู้อ่านผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของผู้เรียน ระหว่างนิสัยในการทำงานอย่างต่อเนื่อง คงเส้นคงวา หรือไม่ (ดูจากค่า E_1 คือกระบวนการ) กับการทำงาน สุดท้ายว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด (ดูจากค่า E_2 คือ กระบวนการ) เพื่อประโยชน์ของการกลั่นกรอง บุคลากรเข้าทำงาน ตัวอย่าง นักเรียนสองคนคือเกษม กับปรีชา เกשמได้ผลลัพธ์ $E_1 / E_2 = 78.50/82.50$ ส่วนปรีชาได้ ผลลัพธ์ $82.50/78.50$ แสดงว่า นักเรียนคนแรกคือ เกשמ ทำงานและแบบฝึกปฏิบัติ ทั้งปีได้ 78% และ สอบไล่ได้ 83% จะเห็นว่าจะมีลักษณะนิสัยที่เป็น กระบวนการสู่นักเรียนคนที่สองคือปรีชาที่ได้ผลลัพธ์ $E_1 / E_2 = 82.50/78.50$ ไม่ได้ 6. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้น เป็น ต้นแบบแล้ว ต้องนำ สื่อหรือชุดการสอนไปหา ประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

ก. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้ได้ก่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบ กิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการ เรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงาน ที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณ หา ประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้อง วิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบ ประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1 / E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

ข. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบ กิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจาก ทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนรู้จาก กระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบ ให้ทำและประเมินผลลัพธ์ คือการทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรม ระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนน ของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ย จะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E1 /E2 ที่ได้ จะมีค่าประมาณ 70/70

ค. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน ทั้งชั้นระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาใน การประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจ หรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบ ประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพ ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพ เกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ชั้นทดสอบประสิทธิภาพ ภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ ภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่า เกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการ สอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่า ชุดการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือจะลดเกณฑ์ลงเพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้ หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับ ว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งชั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพ ที่ทดสอบประสิทธิภาพได้ ตัวอย่าง เมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพแล้ว ได้ 83.5/85.4 ก็แสดงว่าสื่อหรือชุดการสอนนั้นมี ประสิทธิภาพ 83.5/85.4 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75/75 เมื่อผลการทดสอบ ประสิทธิภาพเป็น 83.5/85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

2.4.7 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

2.4.7.1 หลักการสร้างแบบสำรวจ แบบประเมินความพึงพอใจ ส่วนประกอบของแบบสำรวจ แบบประเมินความพึงพอใจ ส่วนที่ 1 คำชี้แจง (โน้มน้าวให้ผู้ตอบเห็นคุณค่าของผลการตอบ วัตถุประสงค์ของการสำรวจ อธิบายลักษณะของแบบสำรวจ เช่น มีกี่ตอน แต่ละตอนกล่าวถึงอะไรบ้าง) ส่วนที่ 2 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบ ส่วนที่ 3 ข้อคำถามที่เกี่ยวข้อง (ความคิดเห็น, ความสนใจ ความพึงพอใจ ฯลฯ) ขั้นตอนการสร้างแบบสำรวจ แบบประเมินความพึงพอใจ 1) ศึกษาคุณลักษณะที่จะวัดหรือปัจจัยที่จะศึกษา 2) กำหนด ลักษณะของคำถาม (แบ่งเป็น 2 ประเภท) คำถามปลายเปิด (Open End Question) คำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างเต็มที่ นิยมใช้ในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถคาดเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า หรือใช้ในกรณีที่ต้องการคำตอบเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างคำถามปลายปิด คำถามปลายปิด (Close End Question) เป็นคำถามที่มีแนวคำตอบไว้ให้เลือกตอบจากคำตอบที่กำหนดไว้ให้ เช่น Dichotomous Question เลือกคำตอบเดียว จาก 2 ทางเลือก Multiple Choice Questions เลือกคำตอบเดียว จากหลายตัวเลือก Multiple Response Questions เลือกตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก Ranking Question ข้อถามแบบจัดอันดับ ข้อถามการจัดลำดับทัศนคติ ความพึงพอใจ หรือ ความคิดเห็น วัด 2 ระดับ คือ ดีหรือไม่ดี พอใจหรือไม่พอใจ วัด 3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย วัด 5 ระดับ (Likert Scale) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และ น้อยที่สุด วัด 7 ระดับ (Semantic Differential Scale) เป็นการให้สเกลคำตอบ 7 ระดับ เช่น รวดเร็ว 7 6 5 4 3 2 1 ลำช้า หรือ ประทับใจ 7 6 5 4 3 2 1 ไม่ประทับใจ วัดแบบ Thurstone's Scale ซึ่งมี 11 ระดับ

2.4.7.2 การสร้างแบบสำรวจ/แบบประเมินความพึงพอใจ (Check List สำหรับการ ทำแบบสอบถาม) กำหนดจุดมุ่งหมายในการถาม ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ต้องถามให้ครอบคลุมเรื่องที่จะวัด มีจำนวนข้อคำถามที่พอเหมาะ ไม่มากหรือน้อยเกินไป การเรียงลำดับ ข้อคำถามควรต่อเนื่องสัมพันธ์กัน แบ่งตามพฤติกรรมย่อยๆ ไว้เพื่อให้เห็นชัดเจนและง่ายต่อการตอบ ลักษณะของ ข้อคำถามที่ดีของแบบสอบถามนั้น ควรมีลักษณะดังนี้

2.4.7.2.1 ข้อคำถามต้องเหมาะสมกับตัวอย่าง

2.4.7.2.2 ควรใช้ข้อความสั้น กระชับ ภาษที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย

2.4.7.2.3 หลีกเลี่ยงการถามเรื่องที่เป็นความลับ คุณค่าหรือมีผลเสียต่อ

ผู้ตอบ

2.4.7.2.4 ควรใช้ข้อความที่มีความหมายชัดเจน ไม่กำกวม

2.4.7.2.5 ข้อคำถามหนึ่งๆ ควรถามเพียงประเด็นเดียว เพื่อให้ได้คำตอบ

ที่ชัดเจนและตรงจุด

2.4.7.2.6 คำตอบหรือตัวเลือกควรให้ครอบคลุมหรือให้เหมาะสมกับ
ข้อคำถามนั้น

2.4.7.2.7 คำตอบที่ได้จากแบบสอบถาม ต้องคำนึงถึงวิธีการประมวลข้อมูล
และวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.7.3 การปรับปรุงแบบและวิเคราะห์คุณภาพแบบสอบถาม ตรวจสอบความถูกต้อง
ด้วยตนเองอีกครั้ง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ นำแบบสำรวจ/แบบประเมิน ไปทดสอบกับ
กลุ่มย่อย (Pre-test) ตรวจสอบสำนวน ปรับปรุงจนสมบูรณ์ แล้วตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม
(ส่วนใหญ่ใช้ในงานประเมินผลการเรียน)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ชาญณรงค์ พงศ์กรธรรม และคณะ [3] งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุด
ทดลองหม้อแปลงเตสลาเพื่อประสิทธิภาพการเรียนรู้สำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง
หัวข้อวิจัยประกอบด้วยชุดทดลองหม้อแปลงเตสลา การทดสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้จากชุด
ทดลองหม้อแปลงเตสลา และความพึงพอใจจากผู้ใช้ชุดทดลอง การออกแบบหม้อแปลงเตสลาใช้
แรงดัน 15 kV จากหม้อแปลงน็อนเป็นแหล่งจ่ายผ่านชุดคาปาซิเตอร์ (C1) ขนาด 14 nF ขดลวด
ปฐมภูมิมีค่าความเหนี่ยวนำ (L1) 46.06 μ H ใช้หลักการสร้างความถี่ด้วยแกปต์ตออาร์ก เพื่อเหนี่ยวนำ
ไปยังขดลวดทุติยภูมิที่มีค่าความเหนี่ยวนำ (L2) 6.67 mH จนเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ จากนั้นหา
ประสิทธิภาพของชุดทดลองจากผู้เรียน จำนวน 55 คน โดยวิธีแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลอง
และประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้ชุดทดลอง ผลการสร้างชุดทดลองหม้อแปลงเตสลาสามารถสร้าง
แรงดันสูงได้มากกว่า 300 kV ด้วยความถี่สูงสุด 228 kHz ใช้ทดลองการเกิดวาปไฟตามผิวของลูกถ้วย
ฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 5 รูปแบบ ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้จากชุดทดลอง พบว่าค่า
คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (E1/E2) เท่ากับ 35.00/89.60 ผู้เรียนทุกคนมี
คะแนนเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 8.18 คะแนน ผลประเมินความพึงพอใจต่อการสอนดังกล่าวมีคะแนน
เฉลี่ย 4.70 จากคะแนนเต็ม 5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

2.5.2 นิธิศ คุ่มเดช และ วราภรณ์ ช่างเขียว [4] การวิจัยด้วยการพัฒนาสื่อการสอน เรื่อง การ
ทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าร่วมกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในรายวิชาวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษา ซึ่งพบว่าผลการทดสอบการศึกษาค้นพื้นฐานแห่งชาติมีคะแนนเฉลี่ยลดลงทุกปี
จึงมีแนวคิดปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน และใช้วิธีการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สร้างชุดการทำงานหม้อแปลงไฟฟ้า
ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาฟิสิกส์ขึ้น และนำไปใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ผลการวิจัย
ปรากฏว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความก้าวหน้าทางการเรียน

อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีความพึงพอใจในรูปแบบการสอนและสื่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด

2.5.3 สุวิทย์ ฉุนฉาย [5] การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ตามหลักสูตรอนุปริญา วิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2536 โดยตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบ Multimedia ที่สร้างขึ้น สามารถใช้ในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เท่ากับหรือมากกว่าเกณฑ์ กำหนด 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็น นักศึกษาระดับอนุปริญา ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ซึ่ง ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้คือ ลักษณะหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส และกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพ และการระบายความร้อน ผลการทดลองใช้บทเรียน พบว่าบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.70/ 81.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน สมมติฐาน และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

2.5.4 สมศักดิ์ เจริญสุข [6] การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างบทเรียนโมดูล เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก ชนิด 1 เฟส ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2524 ประเภทช่าง อุตสาหกรรม ของกรมอาชีวศึกษา ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ กำหนด 85/85 การวิจัยดำเนินการ ตามวิธีการ และหลักการของการวิจัย โดยใช้บทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้น เป็นเครื่องมือในการทดลอง นำไปทดลองกับผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครพนม จังหวัดนครพนม ใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2528 จำนวน 45 คน โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน คือ การทดลองขั้นแรก ทดลองกับผู้เรียนจำนวน 3 คน แล้วปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะทดลองในขั้นที่ 2 กับผู้เรียนจำนวน 9 คน หาข้อบกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไข อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้บทเรียนโมดูล ที่สมบูรณ์ ก่อนที่จะ นำไป ทดลองในขั้นสุดท้าย โดยทดลองกับผู้เรียน จำนวน 33 คน จากนั้น จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์หา ประสิทธิภาพของบทเรียนโมดูล ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นทั้ง 9 หน่วยเรียน ทุก หน่วยการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 85/85

2.5.5 ชัยยงค์ พรหมวงศ์ [12] การพัฒนาต้นแบบชิ้นงาน (Prototype) ใหม่หรือนวัตกรรม สำหรับผลิตภัณฑ์และบริการใดๆ ก่อน ที่จะนำเป็นเผยแพร่หรือใช้จริง จำเป็นจะต้องผ่านกระบวนการ ควบคุมและประกันคุณภาพ เพื่อให้แน่ใจว่า ต้นแบบชิ้นงานของผลิตภัณฑ์และบริการใหม่นั้นมี ประสิทธิภาพจริง เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (Developmental Testing) การผลิตสื่อและชุด

การสอนที่เป็นต้นแบบชิ้นงานใหม่ก็เช่นเดียวกัน จำเป็นที่ต้อง ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนที่จะให้ครูนำไปใช้กับนักเรียน โดยดำเนินการตามกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือการทดลองใช้เบื้องต้น (Tryout) และการทดลองใช้จริง (Trial Run) บทความนี้ เสนอแนวคิด วิธีการ ทดสอบประสิทธิภาพการใช้สูตร E1 / E2 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process-E1) และทดสอบประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product-E2) ในขั้นทดลองใช้เบื้องต้น แบบเดี่ยว (1:1) แบบกลุ่ม (1:10) และแบบสนาม (1:100) และการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ทดสอบผ่านเกณฑ์ความก้าวหน้าทางการเรียน เกณฑ์ประสิทธิภาพ E1 / E2 ตามเกณฑ์ 90/90, 85/85 สำหรับวิทยพิสัยหรือพุทธิพิสัย, 80/80 และ 75/75 สำหรับทักษะพิสัยและทักษะพิสัยแล้ว แล้วไปทดลองใช้จริงในช่วงเวลาหนึ่งภาคการศึกษา สูตร E1 / E2 ซึ่งผู้เขียนพัฒนาขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2520 เป็นเพียงสูตรเดียวในการหาประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอนที่เน้นความสัมพันธ์ของกระบวนการและผลลัพธ์ สูตรอื่นที่ใช้กันเน้นการหาประสิทธิภาพโดยอิงผลลัพธ์เพียงอย่างเดียว สูตร E1 / E2 ใช้ได้กับการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อและชุดการสอน ทุกประเภททั้งในการสอนแบบเผชิญหน้า การสอนทางไกล และการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ บทความนี้ยังเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบประสิทธิภาพที่ไม่ถูกต้อง เพื่อช่วยนักการศึกษาและครู สามารถทดสอบประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอนก่อนนำไปผลิตเป็นจำนวนมากและเผยแพร่ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการดังนี้

- 3.1 ประชากรและการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย
- 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

3.1.1 ประชากรในการวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ คือ นักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี

3.1.2 การกำหนดกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัส 20104 -2105 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 19 คน โดยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ประกอบด้วย โมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ คู่มือ ใบงานและเฉลยใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการเรียนรู้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

3.2.1 ศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่องการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลการสร้างโมดูลการเรียนรู้ ศึกษาความหมายของโมดูลการเรียนรู้ รูปแบบ และหลักการสร้างโมดูลการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งโมดูลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจะประกอบไปด้วย หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

แหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส ใบเนื้อหาเรื่องการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ใบงานต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ - เดลต้า และแบบทดสอบ โดยผู้วิจัยนำโมดูลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

ทฤษฎีเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ ชนิด โครงสร้าง หลักการทำงาน การออกแบบและสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า และการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส สำหรับการต่อใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสจะมีด้วยกัน 2 แบบคือ การต่อแบบสตาร์ และแบบเดลต้า ซึ่งการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และแบบเดลต้า จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

การศึกษาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีจุดมุ่งหมายของหลักสูตรคือ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษา จุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา รหัสวิชา 20104-2105 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) ซึ่งในคำอธิบายรายวิชาให้มีการศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับงานต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และเดลต้า นำไปใช้ในการออกแบบและสร้างโมดูลการเรียนรู้เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

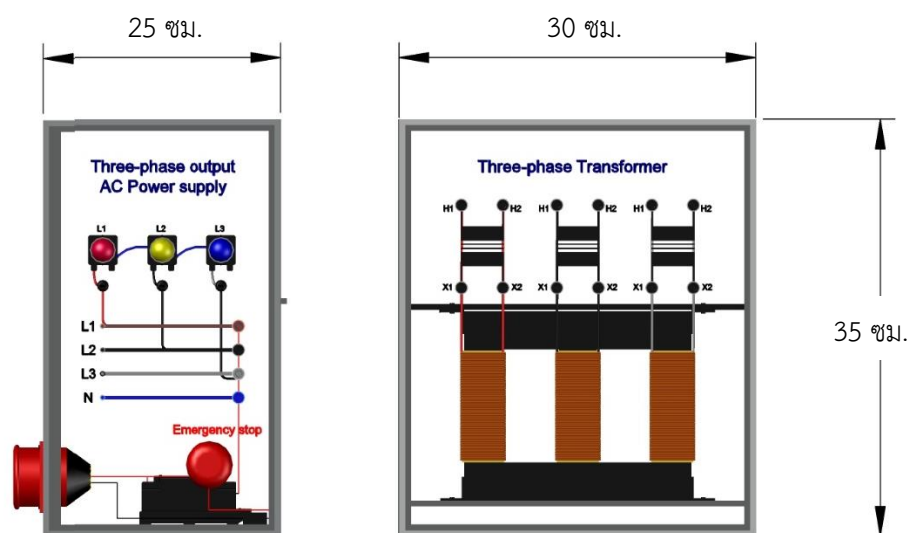
3.2.2 การสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส

จากการศึกษาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง รายวิชา 20104-2105 หม้อแปลงไฟฟ้า ตามคำอธิบายรายวิชาให้มีการศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับงานต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และเดลต้า ผู้วิจัยได้กำหนดหน่วยเรียนเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า หัวข้อเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และเดลต้า กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ ให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และเดลต้า ให้ผู้เรียนปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และเดลต้า ผู้วิจัยได้สร้างโมดูลการเรียนรู้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส และแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส ดังนี้

3.2.2.1 การสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ที่ใช้สำหรับการเรียนรู้การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และเดลต้า โดยมีขั้นตอนการออกแบบและพันหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสคือ กำหนดขนาดพิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสขนาดเล็ก ที่มีพิกัดกำลังขนาด 200 VA แรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (E_1) 380 V แรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (E_2) 220 V ความถี่ของระบบไฟฟ้า 50 Hz. คำนวณพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กที่ใช้สร้างหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส คือ 2.5 ตารางนิ้ว คำนวณจำนวนรอบการพันขดลวดด้านปฐมภูมิ (N_1) ได้จำนวน 1,142 รอบ และจำนวนรอบของการพันขดลวดด้านทุติยภูมิ (N_2) จำนวน 661 รอบ เลือกลวดทองแดงชนิดมาตรฐาน standard wire gauge (S.W.G.) จากพื้นที่หน้าตัดของลวดทองแดงด้านปฐมภูมิ 265 เซอร์คูลามีล

เลือกใช้ขนาดลวดทองแดง เบอร์ 27 (S.W.G.) และจากพื้นที่หน้าตัดของลวดทองแดงด้านทุติยภูมิ 450 เซอร์คูลามีล เลือกใช้ขนาดลวดทองแดง เบอร์ 24 (S.W.G.)

เมื่อออกแบบการพันหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส และแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟสแล้ว ดำเนินการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส และแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส ตามแบบร่าง ดังภาพที่ 3-1

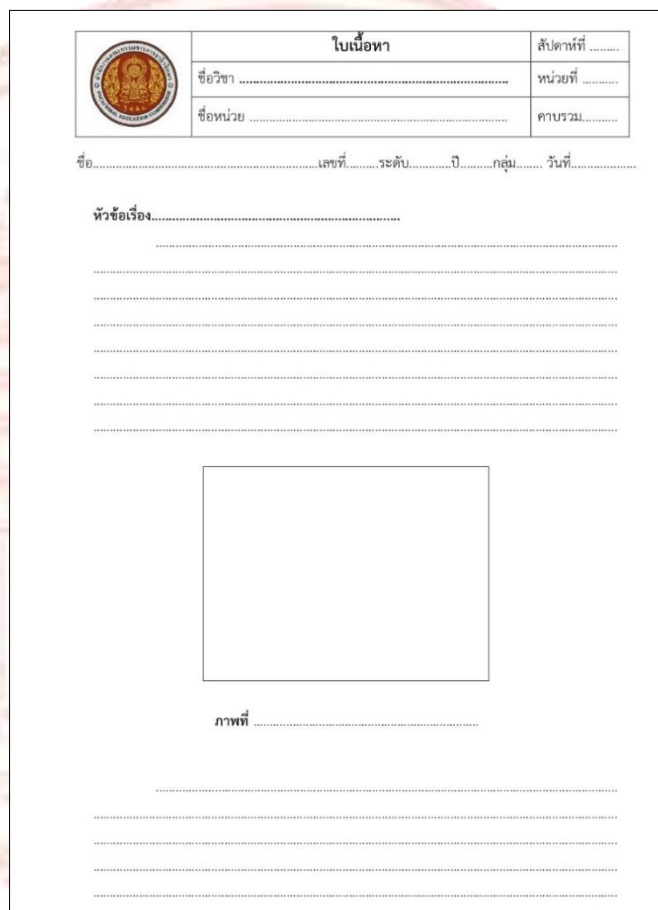


ภาพที่ 3-1 แบบร่างหม้อแปลงไฟฟ้าและแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส

3.2.3 การสร้างใบเนื้อหาประกอบโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เรื่องหม้อแปลงสามเฟส

จากการศึกษาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง รายวิชา 20104-2105 หม้อแปลงไฟฟ้า ตามคำอธิบายรายวิชา ให้มีการศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับงานต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และเดลต้า ผู้วิจัยจึงได้กำหนดหน่วยเรียนเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า หัวข้อเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ 1) บอกโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง 2) บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง 3) อธิบายหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ถูกต้อง 4) อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง 5) อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบเดลต้าได้ถูกต้อง 6) อธิบายลักษณะงานที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ 7) อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ได้ถูกต้อง 8) อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบเดลต้า ได้ถูกต้อง 9) ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – สตาร์ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน 10) ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – เดลต้าได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน 11) ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – เดลต้าได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน 12) ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - สตาร์ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างใบเนื้อหาเรื่อง

การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส มีหัวข้อเรื่องย่อย คือ 1 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส 2 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส 3 หลักการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส 4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – สตาร์ 5 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – เดลต้า 6 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – เดลต้า 7 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – สตาร์



	ใบเนื้อหา		สัปดาห์ที่
	ชื่อวิชา		หน่วยที่
	ชื่อหน่วย		คาบรวม

ชื่อ..... เลขที่..... ระดับ..... ปี..... กลุ่ม..... วันที่.....

หัวข้อเรื่อง.....

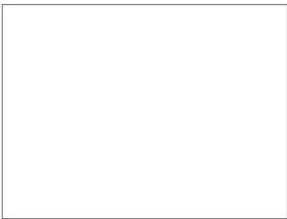
.....

.....

.....

.....

.....



ภาพที่

.....

.....

.....

ภาพที่ 3-2 ตัวอย่างรูปแบบใบเนื้อหา

3.2.4 การสร้างใบปฏิบัติงานประกอบโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เรื่องหม้อแปลงสามเฟส

จากการศึกษาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง รายวิชา 21014-2105 หม้อแปลงไฟฟ้า ตามคำอธิบายรายวิชา ให้มีการศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับงานต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และเดลต้า ผู้วิจัยจึงได้กำหนดหน่วยเรียนเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า หัวข้อเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ 1) บอกโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง 2) บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง 3) อธิบายหลักการของหม้อแปลง

ไฟฟ้า สามเฟสได้ถูกต้อง 4) อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง 5) อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบเดลต้าได้ถูกต้อง 6) อธิบายลักษณะงานที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ 7) อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ได้ถูกต้อง 8) อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบเดลต้าได้ถูกต้อง 9) ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – สตาร์ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน 10) ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – เดลต้าได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน 11) ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – เดลต้าได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน 12) ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – สตาร์ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างใบปฏิบัติงาน ประกอบโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส จำนวน 4 ใบปฏิบัติงาน ดังนี้ 1) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – สตาร์ 2) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – เดลต้า 3) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – เดลต้า และ 4) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – สตาร์

	ใบปฏิบัติงานที่.....	สัปดาห์ที่.....
	วิชา	หน่วยที่.....
	ใบปฏิบัติงาน.....	คาบที่
ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....		/...../.....

คำชี้แจง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1.	จำนวน
2.	จำนวน
3.	จำนวน

วงจรการทดลองที่

ภาพใบงานที่

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1.
2.
3.

สรุปผลการทดลอง

.....

ภาพที่ 3-3 ตัวอย่างรูปแบบใบปฏิบัติงาน

3.2.5 การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ประกอบโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ 1) บอกโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง 2) บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง 3) อธิบายหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ถูกต้อง 4) อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง 5) อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบเดลต้าได้ถูกต้อง 6) อธิบายลักษณะงานที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ 7) อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ได้ถูกต้อง 8) อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบเดลต้าได้ถูกต้อง โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวนข้อของแบบทดสอบจุดประสงค์ละ 3 ข้อ ทั้งแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน แบบคู่ขนาน ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ที่กำหนดก่อนนำมาใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ที่กำหนด

คำชี้แจง

+1 คือ แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด

-1 คือ แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ ไม่สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด

วัตถุประสงค์ที่.....

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
.....	ข้อ.....	ข้อ.....				.....
.....	ก.	ก. ....				.....
.....	ข.	ข. ....				.....
.....	ค.	ค. ....				.....
.....	ง.	ง. ....				.....
.....	ข้อ.....	ข้อ.....				.....
.....	ก.	ก. ....				.....
.....	ข.	ข. ....				.....
.....	ค.	ค. ....				.....
.....	ง.	ง. ....				.....

ภาพที่ 3-4 ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)

แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน ประกอบโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ที่กำหนด ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน แบบคู่ขนาน จำนวน 8 ข้อ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ประกอบการวิจัยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพในครั้งนี้

3.2.6 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ

การสร้างแบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยผ่านการแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย จะมีด้วยกันสองส่วนคือ แบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและองค์ประกอบโดยรวมของโมดูลการเรียนรู้ฯ สื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา และด้านการวัดและประเมินผล

**แบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
สำหรับการศึกษาวิชาชีพ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

ชื่อผู้ประเมิน

ชื่อผู้รับการประเมิน

ชื่อสื่อ/นวัตกรรมฯ

คำชี้แจง

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1.						
1.1						
1.2						
1.3						
2.						
2.1						
2.2						
2.3						

ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลง สำหรับการศึกษาวิชาชีพผู้วิจัยสร้างขึ้น จะมีด้วยกันสองส่วนคือ สอบถามความพึงพอใจต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ฯ ในระดับมากน้อยเพียงใด และสอบถามความพึงพอใจต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ ในระดับมากน้อยเพียงใด

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน
ที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

คำชี้แจง

.....

.....

ตอนที่ 1

ท่านมีความพึงพอใจต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ฯ ในระดับมากน้อยเพียงใด

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1.						
1.1						
1.2						
1.3						
2.						
2.1						
2.2						
2.3						

ภาพที่ 3-6 ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้เรียน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย การสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ ข้อมูลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและองค์ประกอบโดยรวมของโมดูลการเรียนรู้ฯ สื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา และด้านการวัดและประเมินผล และข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเปรียบเทียบคะแนนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย ดังนี้

3.3.1 การประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยนำโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ที่สร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน สื่อการสอน และแบบทดสอบ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านทำการประเมินคุณภาพของโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ เพื่อหาประสิทธิภาพ แล้วนำผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ผลการประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ รายการประเมิน 1) เอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้ 2) ใบงาน/ใบปฏิบัติงาน 3) สไลด์คอมพิวเตอร์และสื่อการเรียน การสอน 4) สื่อประเภทอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติ 5) ภาพรวมของสื่อ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.47 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.50 อยู่ในระดับมาก ดังแสดงในภาคผนวก ค. ตารางที่ ค-2 และผลการประเมินคุณภาพด้านการวัดและประเมินผลของโมดูลการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.31 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.52 อยู่ในระดับมาก ดังแสดงในภาคผนวก ค. ตารางที่ ค-3

3.3.2 เก็บรวบรวมผลการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มเป้าหมายจากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัส 20104 -2105 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 19 คน แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ประเมินจากผลการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ทำการประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงาน ที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบ ประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

3.3.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ประเมินจากผลการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ทำการประเมินการเรียนจากกิจกรรมหรืองานที่มอบหมายให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่ง ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรม ระหว่างเรียนและแบบทดสอบ

หลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่า เกณฑ์โดยเฉลี่ย จะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E1 /E2 ที่ได้ จะมีค่าประมาณ 70/70

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย มีดังนี้

3.4.1 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชานั้นจะต้องพิจารณาว่าแบบทดสอบฉบับนี้ ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ และคำนวณหาค่าดัชนี ความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rowin Nelli and Hambleton, 1997) ดังสมการที่ 3-1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จะมีค่าระหว่าง -1 ถึง +1 และถ้าค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อ

$\sum R$ คือ ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.4.2 ค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) การหาค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยมีระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ ระดับมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน, ระดับมาก ให้คะแนน 4 คะแนน, ระดับปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน, ระดับน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน และระดับน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน สมการที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) คือ

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3-2)$$

เมื่อ

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนระดับความคิดเห็น

N คือ จำนวนผู้ประเมิน

วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดค่าเฉลี่ยและเกณฑ์แปลความหมายเป็น 5 ระดับดังนี้ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) แปลผล 4.51 ถึง 5.00 ระดับมากที่สุด, ค่าเฉลี่ย 3.51 ถึง 4.50 ระดับมาก, ค่าเฉลี่ย 2.51 ถึง 3.50 ระดับปานกลาง, ค่าเฉลี่ย 1.51 ถึง 2.50 ระดับน้อย และค่าเฉลี่ย 1.00 ถึง 1.50 ระดับน้อยมาก

3.4.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ; S.D.) เป็นค่าสถิติของการวัดความผันแปรภายในของกลุ่มคะแนน

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3-3)$$

เมื่อ

S.D. คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละค่ายกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N = จำนวนผู้ประเมิน

3.4.4 การหาค่า t-test

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3-4)$$

เมื่อ

D คือ ความแตกต่างของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
 n คือ จำนวนผู้เรียน

3.4.5 การคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร ต่อไปนี้

สูตร E₁

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A} \times 100 \quad (3-5)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำ
ระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

สูตร E_2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100 \quad (3-6)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย
ประกอบด้วยผลการสอบ หลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผู้วิจัยได้รวบรวมผล และวิเคราะห์ผลของการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

- 4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
- 4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสที่ใช้สำหรับประกอบโมดูลการเรียนรู้ฯ คู่มือใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงานพร้อมเฉลย และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน พร้อมเฉลยโดยมีผลการสร้าง ดังนี้

4.1.1 ผลการสร้างโมดูลการเรียนรู้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ผู้วิจัยได้สร้างหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสประกอบโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส มีขนาดพิกัดกำลัง 200 VA แรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (E1) 380 V แรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (E2) 220 V ความถี่ของระบบไฟฟ้า 50 Hz. พื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กที่ใช้สร้างหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส คือ 2.5 ตารางนิ้ว จำนวนรอบการพันขดลวดด้านปฐมภูมิ (N1) ได้จำนวน 1,142 รอบ และจำนวนรอบของการพันขดลวดด้านทุติยภูมิ (N2) จำนวน 661 รอบ ใช้ลวดทองแดงชนิดมาตรฐาน standard wire gauge (S.W.G.) ด้านปฐมภูมิ เบอร์ 27 และด้านทุติยภูมิ ใช้ขนาดลวดทองแดง เบอร์ 24 (S.W.G.) ขนาดความกว้าง 22 ซม. ยาว 32 ซม. สูง 37 ซม. และผลการสร้างชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟสมีขนาดความกว้าง 22 ซม. ยาว 24 ซม. สูง 36 ซม. สามารถใช้จ่ายไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สาย พร้อมอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าเพื่อความสะดวก และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

4.1.3 ผลการสร้างใบปฏิบัติงานประกอบโมดูลการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้สร้างใบปฏิบัติงานประกอบโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ตามจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา 20104-2105 หม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 4 ใบปฏิบัติงาน ดังนี้ 1) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – สตาร์ 2) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – เดลต้า 3) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – เดลต้า และ 4) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า – สตาร์ ดังแสดงในภาพที่ 4-3

ใบปฏิบัติงานที่ 5.4

วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า รายวิชา 20104 - 2105

ใบปฏิบัติงาน การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – สตาร์

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

คาบที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – สตาร์ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ และปฏิบัติตามตามลำดับขั้นตอนดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์	จำนวน	1 ตัว
2. เมตรสายขนาดไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์	จำนวน	1 ชุด
3. มีดตัดสาย	จำนวน	1 ตัว
4. มลคมบิเวณเตอร์แรงดัน	จำนวน	1 ตัว
5. สายไฟฟ้าขนาดตัวรองรับ	จำนวน	10 เส้น

วงจรการทดลอง

ภาพที่ 5.12 วงจรการทดลองการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ – สตาร์

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาอุปกรณ์การทดลองที่มีในการปฏิบัติงานตามวงจรทดลอง
2. ศึกษาจากทฤษฎี ภาพที่ 5.12
3. ตรวจสอบความถูกต้องของแรงดันขั้วต่อหม้อแปลงไฟฟ้า
4. ทำการต่อไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์
5. นำขั้วต่อที่เชื่อมกับขั้วแรงดันต่อเข้ากับขั้วแรงดัน 1000 VAC วัดค่าแรงดันไฟฟ้าตามที่กำหนดในรายการของการเรียนที่ค่าแรงดันไฟฟ้า และบันทึกค่าที่วัดได้ลงในตาราง
6. นำคอมบิเวณเตอร์แรงดันไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้า และทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตามที่กำหนดในรายการของการเรียนที่ค่าแรงดันไฟฟ้า
7. สรุปผลการทดลอง
8. บันทึกผลการปฏิบัติงานการทดลองที่ได้รับรองผลการเรียน

ตารางบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า

ที่	รายการ	V_{L1}	V_{L2}	V_{L3}	V_{H1}	V_{H2}	V_{H3}	หมายเหตุ
1	แรงดันไฟฟ้า โหลด (V)							
2	แรงดันไฟฟ้า O.C (V)							

ตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

ที่	รายการ	I_{L1}	I_{L2}	I_{L3}	หมายเหตุ
1	กระแสไฟฟ้า โหลด (A)				
2	กระแสไฟฟ้า O.C (A)				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างใบปฏิบัติงานประกอบโมดูลการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบโมดูลการเรียนรู้ ได้ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และเทคโนโลยีทางการศึกษา องค์ประกอบโดยรวมของโมดูลการเรียนรู้ฯ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.47 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.50 อยู่ในระดับมาก ดังแสดงในภาคผนวก ค. (ตารางที่ ค-2) และผลการประเมินคุณภาพด้านการวัดและประเมินผลของโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.31 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.52 อยู่ในระดับมากดังแสดงในภาคผนวก ค. (ตารางที่ ค-3)

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้

4.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) จากการทดสอบประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้ฯ กับผู้เรียน 3 คน โดยใช้ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายแบ่งเป็นกลุ่มอ่อน ปานกลาง และเก่ง ทำการประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการระหว่างเรียน และทดสอบหลังเรียน การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว E_1/E_2 เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70

ตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน					คะแนน แบบทดสอบ (8)
	1 (20)	2 (20)	3 (20)	4 (20)	รวม (80)	
คนที่ 1	18	19	18	18	73	8
คนที่ 2	12	14	14	14	54	5
คนที่ 3	10	12	11	12	45	4

ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) จากการประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการระหว่างเรียน $\sum X$ มีค่าเท่ากับ 172 (E_1 เท่ากับ 71.67) และการทดสอบหลังเรียน $\sum F$ มีค่าเท่ากับ 17 (E_2 เท่ากับ 70.83) พบว่ามีประสิทธิภาพ 71.67/70.83 การทดสอบคุณภาพแบบเดี่ยวได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 หรือมีความคลาดเคลื่อน ต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ 2.5

4.2.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้ฯ กับผู้เรียน 16 คน โดยใช้ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายแบ่งเป็นกลุ่มอ่อน ปานกลาง และเก่ง ทำการประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการระหว่างเรียน และทดสอบหลังเรียน การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม E_1/E_2 เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

ตารางที่ 4-2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน					คะแนน แบบทดสอบ (8)
	1 (20)	2 (20)	3 (20)	4 (20)	รวม (80)	
คนที่ 1	14	15	15	16	60	6
คนที่ 2	10	12	10	11	43	4
คนที่ 3	12	13	12	14	51	5
คนที่ 4	14	16	16	14	60	7
คนที่ 5	16	17	16	17	66	6
คนที่ 6	16	16	14	15	61	6
คนที่ 7	18	18	16	16	68	7
คนที่ 8	18	19	19	18	74	8
คนที่ 9	14	13	12	14	53	5
คนที่ 10	19	19	18	18	74	7
คนที่ 11	16	17	17	16	66	6
คนที่ 12	12	12	14	14	52	5
คนที่ 13	13	12	14	14	53	5
คนที่ 14	14	12	14	14	54	6
คนที่ 15	18	18	18	17	71	7
คนที่ 16	16	15	15	14	60	6

ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)) จากการประเมินการเรียนจากกระบวนการระหว่างเรียน $\sum X$ มีค่าเท่ากับ 966 (E_1 เท่ากับ 75.47) และการทดสอบหลังเรียน $\sum F$ มีค่าเท่ากับ 96 (E_2 เท่ากับ 75.01) พบว่ามีประสิทธิภาพ 75.47/75.01 การทดสอบคุณภาพแบบกลุ่มได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05

4.3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนแบบคู่ขนาน จำนวน 8 ข้อ ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่นำมาเปรียบเทียบมีดังนี้

ตารางที่ 4-3 วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนทดสอบ	จำนวน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t	sig.
ก่อนเรียน	19	8	3.05	1.079	19.181	.000**
หลังเรียน	19	8	5.95	1.777		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-3 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ จำนวน 19 คน จากค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส โดยแบบทดสอบมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 3.05 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 1.079 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 5.95 คะแนน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 1.777 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนน การทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมายมีค่า t-test เท่ากับ 19.181 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

4.4.1 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ จำนวน 19 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ฯ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปล ความหมาย
1. คุณภาพของชุดการสอนฯ			
1.1 เนื้อหาสาระในเอกสารการสอน ให้ความรู้ในเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ได้ดี	4.58	0.51	มากที่สุด
1.2 การนำเสนอตัวอย่างในเอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ได้ดี	4.21	0.42	มาก
1.3 ภาษาที่ใช้ในเอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้ ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.37	0.50	มาก
1.4 ปริมาณของเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับเวลา และระดับการศึกษา	4.32	0.48	มาก
2. คุณภาพของใบงาน/ใบปฏิบัติงาน			
2.1 แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้เห็นแนวทางการเรียนรู้ ควบคู่กับการใช้เอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้เป็นอย่างดี	4.00	0.58	มาก
2.2 การจัดรูปแบบสาระสำคัญในใบปฏิบัติงาน ทำให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมระหว่างเรียนได้เข้าใจง่าย	4.26	0.45	มาก
2.3 กิจกรรมในแต่ละเรื่อง สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้	4.63	0.50	มากที่สุด
2.4 ปริมาณของกิจกรรมที่มอบหมายมีความเหมาะสมกับเวลาและระดับการศึกษา	4.11	0.46	มาก

ตารางที่ 4-4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ฯ (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปล ความหมาย
3. คุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์			
3.1 การสรุปสาระสำคัญด้วยสไลด์คอมพิวเตอร์ในแต่ละเรื่อง ทำให้เข้าใจเนื้อหาสาระดียิ่งขึ้น	4.32	0.48	มาก
3.2 ความชัดเจนของข้อความในสไลด์คอมพิวเตอร์	4.58	0.51	มากที่สุด
3.3 ความชัดเจนของภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์	4.37	0.50	มาก
3.4 การจัดเรียงลำดับและรูปแบบการนำเสนอของสไลด์คอมพิวเตอร์	4.47	0.51	มาก
4. คุณภาพของสื่อประเภทอุปกรณ์			
4.1 สื่อประเภทอุปกรณ์มีความน่าสนใจ	4.63	0.50	มากที่สุด
4.2 มีการสาธิตการทำงานร่วมกับการบรรยาย ทำให้เกิดความเข้าใจเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส	4.68	0.48	มากที่สุด
4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ดี	4.41	0.51	มาก
4.4 มีความปลอดภัยในการใช้ปฏิบัติงาน	4.42	0.51	มาก
รวม	4.40	0.52	มาก

จากตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับศึกษาวิชาชีพ มีดังนี้ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด มี 5 ด้าน คือ ด้านคุณภาพของสื่อประเภทอุปกรณ์ มีการสาธิตการทำงานร่วมกับการบรรยายทำให้เกิดความเข้าใจเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ด้านสื่อประเภทอุปกรณ์มีความน่าสนใจ และด้านคุณภาพของใบงาน/ใบปฏิบัติงาน กิจกรรมในแต่ละเรื่องสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ได้เรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ด้านเนื้อหาสาระในเอกสารการสอนให้ความรู้ในเรื่องการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ดี และความชัดเจนของข้อความในสไลด์คอมพิวเตอร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ระดับความพึงพอใจมาก มี 11 ด้าน คือ ด้านการจัดเรียงลำดับและรูปแบบการนำเสนอของสไลด์คอมพิวเตอร์ และด้านคุณภาพของสื่อประเภทอุปกรณ์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ด้านคุณภาพของสื่อประเภทอุปกรณ์มีความ

ปลอดภัยในการใช้ปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ด้านภาษาที่ใช้ในเอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้ ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจง่าย และด้านคุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์ความชัดเจนของภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ด้านปริมาณของเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับเวลาและระดับการศึกษา และด้านคุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์ การสรุปสาระสำคัญด้วยสไลด์คอมพิวเตอร์ในแต่ละเรื่องทำให้เข้าใจเนื้อหาสาระดียิ่งขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ด้านการจัดรูปแบบสาระสำคัญในใบปฏิบัติงาน ทำให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมระหว่างเรียนได้เข้าใจง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ด้านการนำเสนอตัวอย่างในเอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ด้านคุณภาพของใบงาน/ใบปฏิบัติงาน ปริมาณของกิจกรรมที่มอบหมายมีความเหมาะสมกับเวลาและระดับการศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 และด้านคุณภาพของใบงาน/ใบปฏิบัติงาน แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้เห็นแนวทางการเรียนรู้ ควบคู่กับการใช้เอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้เป็นอย่างดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ โดยรวม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.40 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

4.4.2 ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้จำนวน 19 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อ ผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
1. ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ	4.47	0.51	มาก
2. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	4.21	0.42	มาก
3. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง	4.16	0.37	มาก
4. ผู้เรียนชอบที่จะศึกษาด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ	4.26	0.45	มาก
5. ผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้รับ ไปเผยแพร่ให้กับบุคคลอื่นได้	4.11	0.46	มาก
6. ผู้เรียนได้รับผลลัพธ์การเรียนรู้ ตามที่คาดหวังไว้	4.53	0.51	มากที่สุด
7. ภาพรวมของผู้เรียนที่มีความพึงพอใจต่อการใช้โมดูลการเรียนรู้ฯ	4.58	0.51	มากที่สุด
รวม	4.33	0.49	มาก

จากตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับศึกษาวิชาชีพ มีดังนี้ ระดับความพึงพอใจมากที่สุด มี 2 ด้าน คือ ด้านภาพรวมของผู้เรียนที่มีความพึงพอใจต่อการใช้โมดูลการเรียนรู้ฯ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และด้านผู้เรียนได้รับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่คาดหวังไว้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ระดับความพึงพอใจมาก มี 5 ด้าน คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ด้านผู้เรียนชอบที่จะศึกษาด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 และด้านผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้รับ ไปเผยแพร่ให้กับบุคคลอื่นได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพโดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผู้วิจัยได้สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะของการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

5.1 สรุป

ผลการวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ มีผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และเทคโนโลยีทางการศึกษา องค์กรประกอบโดยรวมของโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.50 อยู่ในระดับมาก ผลจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104 -2105 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 19 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว 3 คน E_1/E_2 คือ 71.67/70.83 ได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มกับผู้เรียน 16 คน พบว่ามีประสิทธิภาพ 75.47/75.01 ได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยการสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ คู่มือใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน พร้อมเฉลย แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนพร้อมเฉลย หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสและแหล่งจ่ายไฟฟ้า โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และเทคโนโลยีทางการศึกษา องค์กรประกอบโดยรวมของโมดูลการเรียนรู้ฯ และผลการประเมินคุณภาพ

ด้านการวัดและประเมินผล มีผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.50 ความเที่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 อยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือในการวิจัยไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104 -2105 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 19 คน ผลจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย จากค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส โดยแบบทดสอบมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน พบว่าคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.05 คะแนน ความเที่ยงเบนมาตรฐาน 1.079 คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.95 คะแนน ความเที่ยงเบนมาตรฐาน 1.777 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมายมีค่า t-test เท่ากับ 19.181 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) จากการทดสอบประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้ฯ กับผู้เรียน 3 คน โดยใช้ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายแบ่งเป็นกลุ่มอ่อน ปานกลาง และเก่ง มีประสิทธิภาพ 71.67/70.83 การทดสอบคุณภาพแบบเดี่ยวได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพโมดูลการเรียนรู้ฯ กับผู้เรียน 16 คน โดยใช้ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายแบ่งเป็นกลุ่มอ่อน ปานกลาง และเก่ง พบว่ามีประสิทธิภาพ 75.47/75.01 การทดสอบคุณภาพแบบกลุ่มได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ โดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ความเที่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ความเที่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรหาประสิทธิภาพของโมดูลการเรียนรู้ แบบการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ใช้ครู 1 คน กับนักเรียนทั้งชั้นเรียนที่เลือกมาทดสอบประสิทธิภาพจะต้องมีนักเรียนคละกันทั้งเก่งและอ่อน

5.3.2 ควรมีการค้นคว้างานวิจัย เพื่อหาความเหมาะสมของรูปแบบกิจกรรม และสื่อประกอบโมดูลการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นแนวทางในการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาวิชาชีพต่อไป

บรรณานุกรม

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, “หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง,” สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2562.
- [2] ทักษิณ โสภานิช, “การส่งและจ่ายไฟฟ้า”, วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 44-45.
- [3] ชาญณรงค์ พงศ์รักธรรม และคณะ, “ชุดทดลองหม้อแปลงเตสล่าเพื่อประสิทธิภาพการเรียนรู้สำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง”, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2566.
- [4] นิธิศ คุ่มเดช และวราภรณ์ ช้างเขียว, “การพัฒนาสื่อการสอนเรื่องการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าร่วมกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น”, วารสารวิชาการเทคโนโลยีการจัดการ, 2563.
- [5] สุวิทย์ ญนฉาย, “การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ตามหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ”, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.
- [6] สมศักดิ์ เจริญสุข, “การสร้างโมดูลหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กชนิด 1 เฟส”, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529.
- [7] ณรงค์ ขอนตะวัน, “หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)”, ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2562, หน้า 163.
- [8] ธวัชชัย อรรถวิบูลย์กุล, “หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)”, ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2556, หน้า 165-166.
- [9] เสถียร โพธิ์รัตน์, “หม้อแปลงไฟฟ้า”, กรุงเทพฯ : จิตรวัฒน์, 2554, หน้า 333-334.
- [10] เจริญชัยหม้อแปลงไฟฟ้า, “หม้อแปลงไฟฟ้าเจริญชัย”, บริษัทเจริญชัยหม้อแปลงไฟฟ้า, 2567, หน้า 4-6.
- [11] สุรน แก่นตัน, “หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)”, บริษัท ศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด, 2562, หน้า 241-248.
- [12] ชัยยงค์ พรหมวงศ์, “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”, วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย ปีที่ 5 ฉบับที่ 1, 2556, หน้า 7-14.



ภาคผนวก ก

- ตัวอย่างคู่มือผู้สอน
- ตัวอย่างคู่มือผู้เรียน

ใบรายการถามตอบ
เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส
ระดับ.....ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปีที่.....2.....วันที่.....

ลำดับข้อ	แนวคำถาม	แนวคำตอบ
นำเข้าสู่บทเรียน	1. นักเรียนทราบหรือไม่ว่าระบบไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศไทย มีกี่ระบบ และมีระบบใดบ้าง 2. ในระบบไฟฟ้า 3 เฟส มีกี่สาย 3. จากรูป นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสีนี้มีชื่อเรียกอย่างไร	1.ตอบ 2 ระบบ คือ 1 เฟส และ 3 เฟส / ไม่ทราบ 2.ตอบ 3 สาย และ 4 สาย / ไม่ทราบ 3.ตอบ หม้อแปลงไฟฟ้า / หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส / ไม่ทราบ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1	1. โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสประกอบด้วยอะไรบ้าง 2. ขดลวดของหม้อแปลงมีลักษณะอย่างไร	1.ตอบ 1) แกนเหล็กทำเป็นแผ่นเหล็กรูปวง * สลักยึดแกน และ 2) ขดลวดหม้อแปลงสามเฟสทำจากทองแดงอบน้ำยาฉนวน 2.ตอบ มีขดลวดปฐมภูมิ และทุติยภูมิ ขดลวดเฟสรวม 3 ขดต่อขั้ว
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 2	1. หน้าที่หลักของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสคืออะไร 2. หม้อแปลงสามเฟสที่ใช้ในระบบจำหน่าย มีหน้าที่อย่างไร 3. หม้อแปลงกำลัง (Power transformer) มีหน้าที่อย่างไร	1.ตอบ แปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น หรือต่ำลง 2.ตอบ จ่ายแรงดันไฟฟ้าสู่ผู้ใช้ในระดับแรงดันต่ำ 3.ตอบ หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสที่มีหน้าที่เพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปสู่ต้นตามระบบส่งกำลังไฟฟ้า

ใบรายการถามตอบ (ต่อ)
เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ลำดับข้อ	แนวคำถาม	แนวคำตอบ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3	1. หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสมีหลักการทำงานอย่างไร 2. หม้อแปลงสามเฟสที่พันขดลวดทุติยภูมิน้อยกว่าขดลวดปฐมภูมิจะส่งอย่างไร	1.ตอบ การเพิ่มขดลวดของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 2.ตอบ แรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิจะต่ำกว่าด้านปฐมภูมิ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4	1. คุณสมบัติของแรงดันไฟฟ้าที่สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_P) ในการต่อแบบดาวคืออะไร 2. การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ จะเป็นระบบไฟฟ้าแบบใด	1.ตอบ $V_L = \sqrt{3} V_P$ 2.ตอบ ระบบ 3 เฟส 3 สาย หรือระบบ 3 เฟส 4 สาย
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 5	1. คุณสมบัติของแรงดันไฟฟ้าที่สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_P) ในการต่อแบบเดลต้าคืออะไร 2. การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบเดลต้าจะเป็นระบบไฟฟ้าแบบใด	1.ตอบ $V_L = V_P$ 2.ตอบ ระบบ 3 เฟส 3 สาย
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 6	1. ลักษณะงานใดที่นิยมใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส	1.ตอบ งานระบบส่ง จำหน่ายไฟฟ้า , สถานีระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า , เครื่องจักรและมอเตอร์ขนาดใหญ่ , โรงงานอุตสาหกรรม

แบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ชื่อ..... เลขที่..... ระดับ.....ปี.....กลุ่ม..... วันที่.....

คำชี้แจง

- จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ
- ข้อสอบมีจำนวน 8 ข้อ ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที
- ห้ามเปิดตำราเรียน หรือเอกสารทุกชนิด
- ห้ามใช้อุปกรณ์สื่อสารทุกชนิด

ข้อ 1. แกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสมีลักษณะอย่างไร

- แบ่งเหล็กต้น
- เป็นแท่งเหล็กกลวง
- ท่อนดัดเป็นรูปตัวซีขึ้นกับเป็นแท่ง
- เป็นแผ่นเหล็กบาง ๆ ยึดซ้อนกัน

ข้อ 2. หน้าที่หลักของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสคืออะไร

- แปลงระดับแรงดันไฟฟ้า
- ผลิตกำลังไฟฟ้าจ่ายแหล่งกำเนิด
- สร้างกระแสไฟฟ้าและแรงดัน ไฟฟ้า
- แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ข้อ 3. ข้อใดเป็นหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

- กฎกระแสของแอมแปร์
- ใช้หลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้า
- การเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
- การสลับขั้วของแม่เหล็กถาวร หรือขั้วแม่เหล็กโลก

ข้อ 4. คุณสมบัติของแรงดันไฟฟ้าที่สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_P) ในการต่อแบบสตาร์คืออะไร

- $V_L = \sqrt{3} V_P$
- $V_P = \sqrt{3} V_L$
- $V_L = V_P$
- $V_P = \frac{1}{3} V_L$

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ระดับ.....ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปีที่.....2.....วันที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				X
2	X			
3			X	
4	X			
5		X		
6		X		
7				X
8			X	

เฉลยใบปฏิบัติการ

	ใบปฏิบัติการที่ 5.4	ลำดับที่.....
	วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104 - 2105	หน่วยที่ 5
	ใบปฏิบัติงาน การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สดาร์	คาบที่ 2

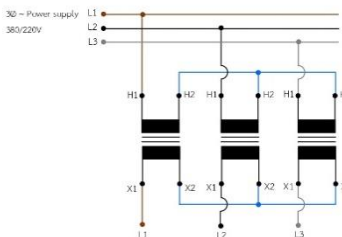
ชื่อ..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นำใบปฏิบัติงานไปปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สดาร์ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ และปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์	จำนวน 1 ตัว
2. แฉกจ่ายแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์	จำนวน 1 ชุด
3. มิเตอร์	จำนวน 1 ตัว
4. แฉกถ่วงกระแส	จำนวน 1 ตัว
5. สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน	จำนวน 10 เส้น

วงจรการทดลอง



ภาพที่ 5.12 วงจรการทดลองการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สดาร์

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. จัดวางอุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในการปฏิบัติงานตามวงจรการทดลอง
2. ตรวจสอบการทดลอง ดังภาพที่ 5.12
3. ตรวจสอบความถูกต้องของแรงดันก่อนก่อนทำการจ่ายไฟ
4. ทำการจ่ายไฟที่แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์
5. นำมิเตอร์วัดปริมาณกระแสไฟฟ้าและวัดค่าที่วัดได้โดยการ
6. นำแฉกจ่ายแรงดันกระแสไฟฟ้า ปริมาณกระแสไฟฟ้า แล้วทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าตามที่กำหนดไว้ในรายการของตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า
7. สรุปผลการทดลอง
8. จัดเก็บอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้เรียบร้อยหลังจากใช้งาน

ตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

ที่	รายการ	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}	หมายเหตุ	
1	แรงดันไฟฟ้า Input (V)	400	400	400	260	260	260	-
2	แรงดันไฟฟ้า Output (V)	260	260	260	160	160	160	-

ตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

ที่	รายการ	I_{11}	I_{12}	I_{13}	หมายเหตุ
1	กระแสไฟฟ้า Input (A)	0.00	0.00	0.00	-
2	กระแสไฟฟ้า Output (A)	0.00	0.00	0.00	No load

สรุปผลการทดลอง

การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สดาร์ เป็นการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบหม้อแปลงและหม้อแปลงตัวหม้อแปลงแบบสตาร์ ตัวหม้อแปลงมีแรงดันไฟฟ้าขั้วสายที่วัดได้ไม่เกิน 400 โวลต์ และขั้วสายที่วัดได้ไม่เกิน 260 โวลต์ ตัวหม้อแปลงมีแรงดันไฟฟ้าขั้วสายที่วัดได้ไม่เกิน 260 โวลต์ และขั้วสายที่วัดได้ไม่เกิน 160 โวลต์ ค่ากระแสไฟฟ้า เท่ากับ 0 แอมแปร์ เนื่องจากไม่มีโหลด.....

การประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบปฏิบัติงานที่ 5.4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สดาร์

ที่	ชื่อ - สกุล	1. การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	2. การปฏิบัติงาน ลำดับขั้นตอน	3. การตรวจสอบใบปฏิบัติงาน	4. การวัดค่าที่วัดได้และสรุปผล	5. การจัดทำใบคำและสรุปผล	6. จัดเก็บอุปกรณ์	7. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	รวม
		3	3	3	3	3	3	2	20
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

เกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบปฏิบัติงานที่ 5.4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สดาร์

หัวข้อ	3	2	1	0
1. การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ถูกต้องครบถ้วน	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ไม่ครบขาด 1 อย่าง	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ไม่ครบขาด 2 อย่างขึ้นไป	ไม่ปฏิบัติ
2. การปฏิบัติงาน ลำดับขั้นตอน	การปฏิบัติงานลำดับขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง	การปฏิบัติงานไม่ตรงตามขั้นตอน 1 ขั้นตอน	การปฏิบัติงานไม่ตรงตามขั้นตอน 2 ขั้นตอนขึ้นไป	ปฏิบัติไม่ถูกต้องทั้งหมด
3. การตรวจสอบจากใบปฏิบัติงาน	ตรวจสอบจากใบปฏิบัติงานครบถ้วนถูกต้อง	ตรวจสอบจากใบปฏิบัติงานผิด 1 จุด	ตรวจสอบจากใบปฏิบัติงานผิด 2 จุดขึ้นไป	ปฏิบัติไม่ถูกต้องทั้งหมด
4. การใช้เครื่องมือวัดค่าและสรุปผล	ใช้เครื่องมือวัดค่าและสรุปผลถูกต้อง	ใช้เครื่องมือวัดค่าไม่ถูกต้อง 1-2 จุด	ใช้เครื่องมือวัดค่าไม่ถูกต้อง 2 จุดขึ้นไป	ปฏิบัติไม่ถูกต้องทั้งหมด
5. การจัดทำใบคำและสรุปผล	จัดทำใบคำและสรุปผลครบถ้วนถูกต้อง	จัดทำใบคำและสรุปผลขาด 1-2 จุด	จัดทำใบคำและสรุปผลขาด 2 จุดขึ้นไป	ไม่จัดทำใบคำและสรุปผล
6. จัดเก็บอุปกรณ์	จัดเก็บอุปกรณ์ครบถ้วนและเรียบร้อย	จัดเก็บอุปกรณ์ไม่ครบ และเรียบร้อย 1 อย่าง	จัดเก็บอุปกรณ์ไม่ครบ และเรียบร้อย 2 อย่าง	ไม่จัดเก็บอุปกรณ์
7. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน		ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยครบถ้วนถูกต้อง		ไม่ปฏิบัติ

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ชื่อ..... เลขที่..... ระดับ..... ปี..... กลุ่ม..... วันที่.....

คำชี้แจง

- จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ
- ข้อสอบมีจำนวน 8 ข้อ ให้อ่านในการทำแบบทดสอบ 15 นาที
- ห้ามเปิดตำราเรียน หรือเอกสารทุกชนิด
- ห้ามใช้อุปกรณ์สื่อสารทุกชนิด

ข้อ 1. ลักษณะของแกนเหล็กที่ใช้ในหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสคือข้อใด

- เป็นแกนเหล็กราว
- เป็นแกนสังกะสีชุบอะลูมิเนียม
- เป็นแกนเหล็กที่มีความแข็ง
- เป็นแกนเหล็กบางเคลือบด้วยฉนวนบางๆ ติดกันกับไม้แผ่น

ข้อ 2. หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงข้อใด

- หลอดไฟจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานแสง
- แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ
- แปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น หรือต่ำลงต่างๆ
- สร้างกระแสไฟฟ้าจากพลังงานประเภทอื่นๆ

ข้อ 3. หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสอาจใช้หลักการกำหนดข้อใด

- การเปลี่ยนพลังงาน
- แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- กระแสไหลวน (Eddy Current)
- การเคลื่อนที่ของขดลวดเป็นวงรอบด้วยสนามแม่เหล็ก

ข้อ 4. ข้อใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_P) ในการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง

- $V_S = V_L$
- $V_L = \frac{1}{3} V_P$
- $V_S = \sqrt{3} V_L$
- $V_L = \sqrt{3} V_P$

ข้อ 5. ข้อใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_P) ในการต่อแบบเดลต้าได้ถูกต้อง

- $V_S = V_L$
- $V_L = \sqrt{3} V_P$
- $V_S = \sqrt{3} V_L$
- $V_L = \frac{1}{3} V_P$

ข้อ 6. ลักษณะแรงดันที่นิยมใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

- จากระบบแรงส่งเข้าบ้านพักอาศัย
- จากระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก
- ระบบไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย

ข้อ 7. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะการต่อขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ได้ถูกต้อง

- ต่อขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดกับขดลวดทุติยภูมิ
- ต่อขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดกับขดลวดทุติยภูมิ
- ต่อสายต่อเฟสเข้าที่ขั้วค้ำของขดลวดปฐมภูมิ และต่อขั้วปลายของขดลวดรวมกัน
- ต่อขั้วค้ำขดลวดทุติยภูมิเข้าที่ขั้วค้ำของขดลวดปฐมภูมิ

ข้อ 8. ผลที่ได้จากการต่อขดลวดสามเฟสเป็นแบบเดลต้า คือข้อใด

- เป็นระบบ 3 เฟส 3 สาย
- เป็นระบบ 3 เฟส 4 สาย
- เป็นระบบ 1 เฟส 2 สาย
- เป็นระบบ 1 เฟส 3 สาย

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ระดับ..... ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)..... ปีที่.....2..... วันที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				X
2			X	
3		X		
4				X
5	X			
6		X		
7			X	
8	X			

สื่อประสาทรูปแบบ (Hardware) ประกอบโมดูลการเรียนรู้

หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

จุดต่อขั้วหม้อแปลง
ค้ำปฐมภูมิ

ขดลวดทุติยภูมิ

แกนเหล็ก

จุดต่อขั้วหม้อแปลง
ค้ำทุติยภูมิ

ขดลวดปฐมภูมิ

แหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส

หลอดไฟสัญญาณ

ทิวส์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน

จุดต่อ Input power plug 3 เฟส 4 สาย / PE

จุดต่อ Output 3 เฟส

Emergency Stop Switch

****หมายเหตุ****

- หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส (Three-Phase Transformer) ใช้สำหรับการต่อวงจรควบคุมแบบสตาร์และแบบเดลต้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ระดับแรงดันไฟฟ้า Input 380 V.
- แหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส (Three-phase Output AC power supply) ใช้สำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ระดับแรงดันไฟฟ้า 380/220 V
- ในการใช้งานควรปฏิบัติตามใบปฏิบัติงานและกฎระเบียบความปลอดภัยการเรียนรู้

นักเรียนทราบหรือไม่ว่าจากภาพ สิ่งนี้มีชื่อเรียกว่าอะไร



ตอบ

ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

เราจะมาศึกษากันในเรื่อง



หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

Threephase transformer



ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

การต่อ หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส (Three phase transformer)

1. บอกโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง
2. บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง
3. อธิบายหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ถูกต้อง
4. อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบเดลต้าได้ถูกต้อง
5. อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง
6. อธิบายลักษณะงานที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้
7. อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบเดลต้าได้ถูกต้อง
8. อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ได้ถูกต้อง



ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

1. หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

หม้อแปลงไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่ใช้แปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น หรือต่ำลง

ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าแบ่งตามระบบไฟฟ้าได้เป็น หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส และหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส



หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส



หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส

ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

ลวดทองแดง (Copper winding)

ขดลวดหม้อแปลงทำจากทองแดงอ่อน น่ายา มีลักษณะเส้นกลม ถ้าหม้อแปลงมีขนาดพิกัดสูง ๆ ลวดทองแดงที่ใช้จะมีลักษณะเป็นเส้นแบน แบบสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟส ประกอบด้วย

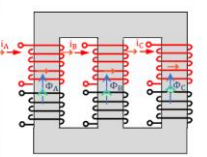
- ขดลวดด้านปฐมภูมิ (Primary winding)
- ขดลวดด้านทุติยภูมิ (Secondary winding)

จำนวน 3 ชุด




ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

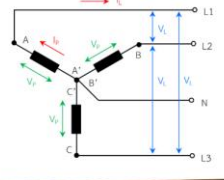


เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าสามเฟส ให้กับขดลวดปฐมภูมิ จะเกิดสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในขดลวดด้านทุติยภูมิ แรงดันไฟฟ้าในแต่ละเฟสจะมีความแตกต่างกัน 120 องศา ทำให้เกิดการส่งถ่ายพลังงานที่สม่ำเสมอ



ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

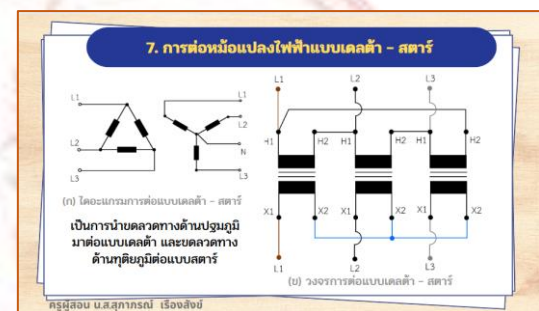
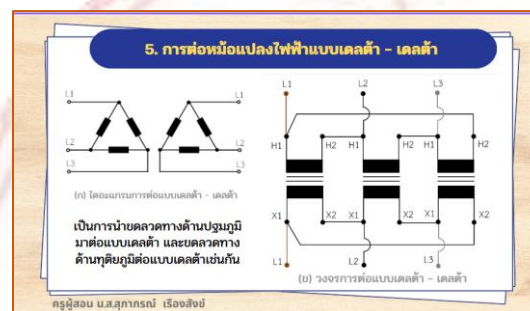
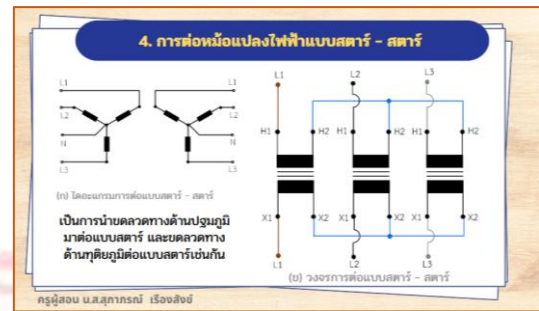
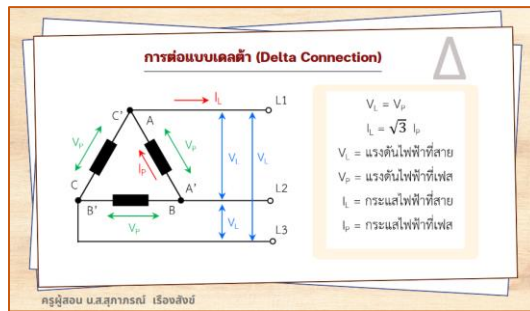
การต่อแบบสตาร์ (Star Connection) หรือแบบวาย (Wye Connection)



$V_L = \sqrt{3} V_P$
 $I_L = I_P$

V_L = แรงดันไฟฟ้าที่สาย
 V_P = แรงดันไฟฟ้าที่เฟส
 I_L = กระแสไฟฟ้าที่สาย
 I_P = กระแสไฟฟ้าที่เฟส

ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์



สรุปเนื้อหา

หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส มีโครงสร้างประกอบด้วย แกนเหล็ก และขดลวดทองแดงปฐมภูมิ และทุติยภูมิ มีหน้าที่ในการแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น หรือ ต่ำลง ใช้ในงานระบบส่ง และจำหน่ายไฟฟ้า หรือ งานที่ให้กับระบบไฟฟ้าสามเฟสทั่วไป ที่ต้องการปรับระดับแรงดันไฟฟ้า ในการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสใช้งานนั้น มีอยู่ 2 แบบคือแบบสตาร์ และแบบเดลต้า ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป

ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

ใบปฏิบัติงาน

ใบปฏิบัติงานที่ 5.4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สตาร์

ใบปฏิบัติงานที่ 5.5 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - เดลต้า

ใบปฏิบัติงานที่ 5.6 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - เดลต้า

ใบปฏิบัติงานที่ 5.7 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - สตาร์

ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

บทสรุป

การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสใช้งานนั้น มีอยู่ 2 แบบคือแบบสตาร์ และแบบเดลต้า ซึ่งคุณสมบัติของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และลักษณะการต่อใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ และแบบเดลต้าจะแตกต่างกันดังผลที่ได้จากใบปฏิบัติงาน

ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

จบเนื้อหา

ครูผู้สอน น.ส.สุภากรณ์ เรืองสิงห์

- ตัวอย่างคู่มือผู้เรียน



แผนการเรียนรู้		สัปดาห์ที่.....
ชื่อวิชา	หม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 2104 - 2105	หน่วยที่ 5
ชื่อหน่วย	การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า	คาบรวม 4

หน่วยที่ 5 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า

หัวข้อเรื่อง

5.4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

5.4.1 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

5.4.2 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

5.4.3 หลักการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

5.4.4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สตาร์

5.4.5 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - เดลต้า

5.4.6 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - เดลต้า

5.4.7 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - สตาร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

- เข้าใจเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส
- ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- บอกโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง
- บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง
- อธิบายหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ถูกต้อง
- อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง
- อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบเดลต้าได้ถูกต้อง
- อธิบายลักษณะงานที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้
- อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ได้ถูกต้อง
- อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบเดลต้าได้ถูกต้อง
- ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สตาร์ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน
- ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - เดลต้าได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน
- ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - เดลต้าได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน
- ปฏิบัติการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - สตาร์ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน

แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ชื่อ..... เลขที่..... ระดับ..... ปี..... กลุ่ม..... วันที่.....

หัวข้อเรื่อง

- จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ
- ข้อสอบมีจำนวน 8 ข้อ ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที
- ห้ามเปิดตำราเรียน หรือเอกสารทุกชนิด
- ห้ามใช้อุปกรณ์สื่อสารทุกชนิด

ข้อ 1. แกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสมีลักษณะอย่างไร

- แท่งเหล็กคั่น
- แท่งเหล็กวาง
- ทองแดงแผ่นคั่นซ้อนกันเป็นแท่ง
- แท่งแผ่นเหล็กวาง ๆ อัดซ้อนกัน

ข้อ 2. หน้าที่หลักของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสคือข้อใด

- แปลงแรงดันแรงดันไฟฟ้า
- ผลิตกำลังไฟฟ้าจ่ายแหล่งกำเนิด
- สร้างกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า
- แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ข้อ 3. ข้อใดเป็นหลักการคำนวณของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

- กฎกระแสของมอร์ริส
- ใช้หลักการกัมมันต์ไฟฟ้า
- การเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
- การสลับเข้าของแม่เหล็กตัว หรือขั้วแม่เหล็กโลก

ข้อ 4. คุณสมบัติของแรงดันไฟฟ้าที่สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_p) ในการต่อแบบสตาร์คือข้อใด

- $V_L = \sqrt{3} V_p$
- $V_p = \sqrt{3} V_L$
- $V_L = V_p$
- $V_p = \frac{1}{3} V_L$

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ชื่อ..... เลขที่.....

ระดับ..... ปรกาศนิตยภัตวิทยาชิต (ปวช.)..... ปีที่..... 2..... กลุ่ม..... วันที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

	ใบเนื้อหา	สัปดาห์ที่.....
	ชื่อวิชา หม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104 - 2105	หน่วยที่ 5
	ชื่อหน่วย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า	คาบรวม 4

ชื่อ..... เลขที่..... ระดับ..... ปี..... กลุ่ม..... วันที่.....

5.4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

5.4.1 หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

หม้อแปลงไฟฟ้า (Three phase transformer) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการ.....
 ได้ตามลักษณะการที่ต้องการนำหม้อแปลงไฟฟ้าไปใช้ จากระบบไฟฟ้าที่
 ใช้ภายในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส ซึ่งมีคุณสมบัติและการ
 นำไปใช้งานที่แตกต่างกัน การแบ่งชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าตามระบบไฟฟ้าซึ่งแบ่งออกเป็นหม้อแปลง
 ไฟฟ้า..... และ.....




(ก) หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส (ข) หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส

ภาพที่ 5.1 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าแบ่งตามระบบไฟฟ้า

หม้อแปลงที่ใช้งานในระบบการเดินระบบการส่งและจำหน่ายไฟฟ้า ส่วนแล้วแต่เป็น
 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟส ทั้งนี้ จึงหม้อแปลงที่ใช้ในระบบผลิตและส่งกำลังไฟฟ้าโดยทั่วไปจะติดตั้ง
 อยู่ตามสถานีไฟฟ้าแรงสูง จะต่ออยู่กับแหล่งผลิตไฟฟ้า (โรงผลิตไฟฟ้า) เรียกว่า หม้อแปลงกำลัง (Power
 transformer) มีหน้าที่หลักคือรับแรงดันไฟฟ้า..... จากแหล่งผลิตไฟฟ้า (.....)
 และส่งกำลังไฟฟ้า..... ไปยังสถานีไฟฟ้า..... ที่อยู่ประมาณ 13.2 กิโลเมตร (KV) และส่งต่อไปยังระบบ
 ส่งกำลังไฟฟ้า..... อยู่ระหว่าง 115 – 500 กิโลโวลต์ (KV) และหน้าที่หลักคือส่งของหม้อแปลงกำลัง คือ
 ที่อยู่ตามสถานี..... เข้าสู่ระบบไฟฟ้า..... ระดับแรงดันไฟฟ้าสูง
 อยู่ระหว่าง 69 – 230 กิโลโวลต์ (KV) และระดับแรงดันไฟฟ้ากลาง 11 – 33 กิโลโวลต์ (KV) สำหรับระบบ
 จำหน่าย จะรับแรงดันจากสถานีไฟฟ้า..... อยู่จากหน่วยผู้ให้ไฟฟ้า ในระดับแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 230 – 416 โวลต์
 เรียกว่า หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution transformer) นอกจากจากระบบในการส่ง และจำหน่ายไฟฟ้า

ขอสารไฟฟ้าขนาดต่างๆ แล้ว หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสจะมีดังนี้.....
 เป็นต้น



ภาพที่ 5.2 สถานีไฟฟ้าแรงสูง



ภาพที่ 5.3 หม้อแปลงในระบบจำหน่าย

5.4.2 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสมีโครงสร้างและส่วนประกอบหลักที่สำคัญ..... คือ.....
 และ.....




(ก) แกนเหล็ก (ข) ขดลวด

ภาพที่ 5.4 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

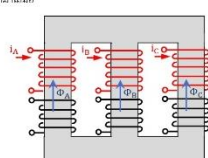
5.4.2.1 แกนเหล็ก (Core)

แกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเฟสเฟส เหล็กที่ใช้ในการทำแกนหม้อแปลง
 ต้องมีความแข็งแรงสูง โดยแกนเหล็กจะต้องมี..... ถึง 1.35 ถึง 1.55
 เวกซ์/ชั่วโมง และจะต้องมีความแข็งแรงและความร้อนที่ทนทานเป็นแบบ.....
 และ..... เพื่อเพิ่มความต้านทานการนำไฟฟ้า และลดการสูญเสีย จากกันจะนำวัสดุ
 ซิงโครไนซ์เป็นเนื้อ..... ดังภาพที่ 5.4 (ก) การทำแกนหม้อแปลงเฟสเฟส
 ลวดกระแสไหลวน (Fridy Current) ที่เกิดขึ้นในแกนเหล็ก

5.4.2.2 ขดลวดทองแดง (Copper winding)

ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้า..... หากหม้อแปลงไฟฟ้ามีขนาด
 พิกัดไม่สูงมากขดลวดทองแดงที่ใช้จะมีลักษณะเป็นวงกลม ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้ามีขนาดพิกัดสูง ๆ ขดลวดทองแดง
 ที่ใช้จะมีลักษณะเป็นเส้นแบน สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสจะประกอบด้วย..... และ..... จำนวน..... ชุด ดังภาพที่ 5.4 (ข) หาก
 จำนวนขดลวดทองแดงชุดใดชุดหนึ่งมากกว่าขดลวดทองแดงชุดอื่น ๆ ขดลวดไฟฟ้าจะ.....
 หากจำนวนขดลวดทองแดงชุดใดชุดหนึ่งน้อยกว่าขดลวดทองแดงชุดอื่น ๆ ขดลวดไฟฟ้าจะ.....

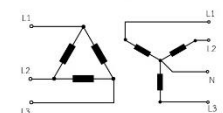
หลักการการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส เมื่อแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส
 ถูกป้อนเข้าขดลวดทองแดงชุดใดชุดหนึ่ง..... ขดลวดแม่เหล็กที่
 เปลี่ยนแปลงนี้จะ..... ตัวส่วนของจำนวนรอบของ
 ขดลวดทองแดงชุดหนึ่งและชุดอื่นจะเป็นตัวกำหนดอัตราส่วนการแปลงแรงดันไฟฟ้า ภาพที่ 5.5 แสดงหลักการ
 ทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสเฟส เมื่อจ่ายไฟให้ขดลวดด้านปฐมภูมิ กระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส (i_a , i_b
 และ i_c) จะไหลในขดลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ปริมาณเส้นแรงแม่เหล็ก (Φ) จะเคลื่อนที่อยู่ที่
 ที่แกนเหล็กของหม้อแปลง ไปผ่านขดลวดทุติยภูมิ เป็นหลักการของการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
 เนื่องจากเป็นระบบไฟฟ้าสามเฟส แรงดันไฟฟ้าในแต่ละขดลวดจะมีความแตกต่างกัน..... ออก ทำให้เกิด
 การส่งจ่ายพลังงานที่สม่ำเสมอ



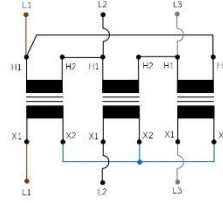
ภาพที่ 5.5 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

5.4.7 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - สตาร์

การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเดลต้า - สตาร์ (Delta - Star Connection : Δ - Y) จะเป็น
 แบบที่นิยมใช้ในระบบจำหน่ายแรงดัน..... ลักษณะการต่อวงจรจะเป็นการนำขดลวดทางด้าน
 ปฐมภูมิมาต่อ..... และขดลวดทางด้านทุติยภูมิ..... ดังภาพที่ 5.11 (ก) โดยขดลวด
 ทางด้านปฐมภูมิจะนำไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส เฟส A หรือ L1 เข้าที่ขั้ว H1 ของขดลวดชุดแรก
 และจากแหล่งจ่ายเฟส B หรือ L2 เข้าที่ขั้ว H1 ของขดลวดชุดที่สอง และจากแหล่งจ่ายเฟส C หรือ L3
 เข้าที่ขั้ว H1 ของขดลวดชุดที่สาม ส่วนด้านปลายขั้วที่ขั้ว H2 ของขดลวดปฐมภูมิชุดแรกจะต่อเข้าขั้วที่ขั้ว H1
 ของขดลวดปฐมภูมิชุดที่สอง ด้านปลายขั้วที่ขั้ว H2 ของขดลวดปฐมภูมิชุดที่สองจะต่อเข้าขั้วที่ขั้ว H1 ของ
 ขดลวดปฐมภูมิชุดที่สาม และด้านปลายขั้วที่ขั้ว H2 ของขดลวดปฐมภูมิชุดที่สามจะต่อเข้าขั้วที่ขั้ว H1 ของ
 ขดลวดปฐมภูมิชุดแรก ส่วนขดลวดทางด้านทุติยภูมิจะนำโดย X2 ของขดลวดที่สามชุดแรกจะรวมกัน
 ส่วนขั้ว X1 ของขดลวดด้านทุติยภูมิ จะได้ Output ออกมาเป็นระบบไฟฟ้า.....
 เฟสเฟส A, B, C และ N หรือ L1, L2, L3 และ N ตามลำดับ



(ก) ลักษณะการการต่อแบบเดลต้า - สตาร์



(ข) วงจรการต่อแบบเดลต้า - สตาร์

ภาพที่ 5.11 การต่อแบบเดลต้า - สตาร์ (Delta - Star Connection)

	ใบปฏิบัติงานที่ 5.4	สัปดาห์ที่.....
	วิชา หม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 21014 - 2105	หน่วยที่ 5
	ใบปฏิบัติงาน การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สตาร์	คาบที่ 2
ชื่อ.....	เลขที่.....	ชั้น.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนใบปฏิบัติงานใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สตาร์ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ และปฏิบัติตามคำแนะนำกับขั้นตอนดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

1. หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์	จำนวน 1 ตัว
2. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์	จำนวน 1 ชุด
3. มัลติมิเตอร์	จำนวน 1 ตัว
4. แกล้งกลไกอินดิเคเตอร์กระแสกลับ	จำนวน 1 ตัว
5. สายไฟฟ้าสำหรับต่อวงจร	จำนวน 10 เส้น

วงจรการทดลอง

ภาพที่ 5.12 วงจรการทดลองการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสตาร์ - สตาร์

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. จัดวางอุปกรณ์การทดลองที่ใช้ในการปฏิบัติงานตามวงจรการทดลอง
2. ตรวจสอบการต่อวงจรของวงจรที่ 5.12
3. ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรโดยผู้สอนก่อนทำการจ่ายไฟ
4. ทำการจ่ายไฟแหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์
5. นำมัลติมิเตอร์ไปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสกลับ 1000 VAC วัดค่าแรงดันไฟฟ้าตามที่กำหนดไว้
6. นำแอมป์อินดิเคเตอร์กระแสกลับ ปรับอ่านวัดกระแสไฟฟ้า แล้วทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าตามที่กำหนดไว้ในรายการของตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า
7. สรุปผลการทดลอง
8. จัดเก็บอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้เรียบร้อยพร้อมกับการใช้งาน

ตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

ที่	รายการ	V_{L1}	V_{L2}	V_{L3}	V_{01}	V_{02}	V_{03}	หมายเหตุ
1	แรงดันไฟฟ้า Input (V)							
2	แรงดันไฟฟ้า Output (V)							

ตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

ที่	รายการ	I_{L1}	I_{L2}	I_{L3}	หมายเหตุ
1	กระแสไฟฟ้า Input (A)				
2	กระแสไฟฟ้า Output (A)				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ชื่อ..... เลขที่..... ระดับ..... ปี..... กลุ่ม..... วันที่.....

คำชี้แจง

1. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกรงคำตอบ
2. ข้อสอบมีจำนวน 8 ข้อ ให้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 นาที
3. ห้ามเปิดดูคำตอบ หรือเอกสารใดๆ
4. ห้ามใช้กฎเกณฑ์การสุ่มคำตอบ

ข้อ 1. ลักษณะของแกนเหล็กที่ใช้ในหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสคือข้อใด

- ก. เป็นแม่เหล็กถาวร
- ข. เป็นแผ่นเหล็กสลับซ้อนกัน
- ค. เป็นแท่งเหล็กที่มีขนาดเท่ากัน
- ง. เป็นแผ่นเหล็กบางที่ซ้อนกันจนมีความหนาแน่น

ข้อ 2. หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสที่มีขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อคือข้อใด

- ก. ขดลวดที่พันจากขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อจากขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อ
- ข. ขดลวดที่พันจากขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อจากขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อ
- ค. ขดลวดที่พันจากขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อจากขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อ
- ง. ขดลวดที่พันจากขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อจากขดลวดที่พันไว้ที่ขั้วต่อ

ข้อ 3. หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสที่ใช้หลักการทำงานตามข้อใด

- ก. การเหนี่ยวนำ
- ข. แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- ค. กระแสไหลวน (Eddy Current)
- ง. การเหนี่ยวนำที่เหนี่ยวนำโดยสนามแม่เหล็ก

ข้อ 4. ข้อใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่จ่าย (V_L) และแรงดันที่รับ (V_P) ในการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง

- ก. $V_P = V_L$
- ข. $V_L = \frac{1}{\sqrt{3}} V_P$
- ค. $V_P = \sqrt{3} V_L$
- ง. $V_L = \sqrt{3} V_P$

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

ชื่อ..... เลขที่.....

ระดับ..... ประถมศึกษาปีที่..... (ป.ร.) ปีที่..... 2. กลุ่ม..... วันที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				



ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
- ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้
- ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือการวิจัย

- ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ สำหรับใช้ในโครงการวิจัย “การสร้างโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ” ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104 – 2105 โดยมีรายการประเมิน ดังนี้

ประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ที่กำหนด (IOC) หน่วยที่ 5 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า หัวข้อเรื่องที่ 5.4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

- จุดประสงค์ที่ 1 บอกโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง
- จุดประสงค์ที่ 2 บอกหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสามเฟสได้ถูกต้อง
- จุดประสงค์ที่ 3 อธิบายหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ถูกต้อง
- จุดประสงค์ที่ 4 อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง
- จุดประสงค์ที่ 5 อธิบายคุณสมบัติของการต่อแบบเดลต้าได้ถูกต้อง
- จุดประสงค์ที่ 6 อธิบายลักษณะงานที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้
- จุดประสงค์ที่ 7 อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบสตาร์ได้ถูกต้อง
- จุดประสงค์ที่ 8 อธิบายการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบเดลต้าได้ถูกต้อง

ขอความกรุณาท่านผู้เชี่ยวชาญ ได้โปรดพิจารณาตามความคิดเห็นของท่านว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ โดย

- คะแนน +1 คือ แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด
- คะแนน 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด
- คะแนน -1 คือ แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ ไม่สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ที่กำหนด
 โมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ
 หน่วยที่ 5 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า หัวข้อเรื่องที่ 5.4 การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส

คำชี้แจง ได้โปรดพิจารณาตามความคิดเห็นของท่านว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดหรือไม่

- +1 คือ แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด
 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด
 -1 คือ แน่ใจ ว่าแบบทดสอบ ไม่สอดคล้อง กับจุดประสงค์ที่กำหนด

จุดประสงค์ที่ 1

จุดประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
จุดประสงค์ที่ 1 บอกโครงสร้าง ของหม้อแปลง ไฟฟ้าแบบสาม เฟสได้ถูกต้อง	ข้อ 1. ข้อใดคือส่วนประกอบหลักของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ก. แกนโรเตอร์และลวดทองแดง ข. ขดลวดทองแดงขุบน้ำยวานิช ค. แกนเหล็ก และลวดทองแดง ง. แท่งเหล็กและแผ่นทองแดง	ข้อ 1. โครงสร้างหลักของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. ขดลวด และสเตเตอร์หุ้มฉนวน ข. ลวดทองแดงและแกนเหล็กแผ่น ค. ตัวถังเหล็กหุ้มฉนวนวานิช ง. ทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี				
จุดประสงค์ที่ 1 บอกโครงสร้าง ของหม้อแปลง ไฟฟ้าแบบสาม เฟสได้ถูกต้อง	ข้อ 3. ขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสประกอบด้วยอะไรบ้าง ก. เป็นลวดทองแดงชุดเดียวกัน ข. เป็นลวดทองแดงพัน 3 ชุด 3 เฟส ค. มีขดลวดด้านปฐมภูมิ 1 ชุด และทุติยภูมิ 1 ชุด ง. มีขดลวดปฐมภูมิ และทุติยภูมิ จำนวน 3 ชุด	ข้อ 3. ขดลวดทองแดงของหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสมีลักษณะอย่างไร ก. เป็นขดลวดชุดเดียว ข. ขดลวดสตาร์ท และรัน ค. ขดลวดปฐมภูมิ และทุติยภูมิ ชุดละเฟส รวม 3 ชุด ง. ขดลวดด้านไฟเข้า 1 ชุด และด้านไฟออก 1 ชุด				

จุดประสงค์ที่ 2

จุดประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
จุดประสงค์ที่ 2 บอกหน้าที่ของ หม้อแปลงไฟฟ้า แบบสามเฟสได้ ถูกต้อง	ข้อ 4. หน้าที่หลักของ หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส คือข้อใด ก. แปลงระดับ แรงดันไฟฟ้า ข. ผลิตกำลังไฟฟ้าจ่าย แหล่งกำเนิด ค. สร้างกระแสไฟฟ้า และแรงดัน ไฟฟ้า ง. แปลงไฟฟ้า กระแสตรงเป็นไฟฟ้า กระแสสลับ	ข้อ 4. หม้อแปลงไฟฟ้าสาม เฟสมีหน้าที่หลักที่สำคัญคือข้อ ใด ก. แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็น ไฟฟ้ากระแสสลับ ข. แปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น หรือต่ำลง ค. สร้างกระแสไฟฟ้าจาก พลังงานประเภทอื่นๆ ง. ผลิตไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิด ไฟฟ้าจากพลังงานรูปแบบ ต่างๆ				
จุดประสงค์ที่ 2 บอกหน้าที่ของ หม้อแปลงไฟฟ้า แบบสามเฟสได้ ถูกต้อง	ข้อ 5. หม้อแปลง จำหน่าย มีหน้าที่ อย่างไร ก. ลดแรงดันไฟฟ้าให้ ต่ำลงเพื่อจ่ายให้ผู้ ใช้ไฟฟ้า ข. แปลงไฟฟ้า กระแสตรงเป็นสลับ ค. รับแรงดันจากระบบ ผลิตโดยตรง ง. เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้ สูงเข้า	ข้อ 5. หม้อแปลงสามเฟสที่ใช้ ในระบบจำหน่าย มีหน้าที่ อย่างไร ก. ผลิตแรงดันไฟฟ้า ข. แปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น ค. แปลงกระแสไฟฟ้าจาก แหล่งผลิต ง. จ่ายแรงดันไฟฟ้าสู่ผู้ใช้ใน ระดับแรงดันต่ำ				
จุดประสงค์ที่ 2 บอกหน้าที่ของ หม้อแปลงไฟฟ้า แบบสามเฟสได้ ถูกต้อง	ข้อ 6. หม้อแปลงไฟฟ้า สามเฟสที่มีหน้าที่รับ แรงดันจากแหล่งผลิต ไฟฟ้าแล้วส่งไฟฟ้าใน ระดับแรงดันที่สูงขึ้นไป ยังสถานีไฟฟ้า คือข้อใด ก. หม้อแปลง 1 เฟส ข. หม้อแปลงกำลัง ค. หม้อแปลงจำหน่าย ง. หม้อแปลงลดแรงดัน	ข้อ 6. ข้อใดคือหม้อแปลง ไฟฟ้าสามเฟสที่มีหน้าที่เพิ่ม ระดับแรงดันไฟฟ้าจากแหล่ง ผลิตให้สูงขึ้นตามระบบส่ง กำลังไฟฟ้า ก. หม้อแปลงกำลัง ข. หม้อแปลงแรงดัน ค. หม้อแปลงกระแส ง. หม้อแปลงจำหน่าย				

จุดประสงค์ที่ 3

จุดประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
จุดประสงค์ที่ 3 อธิบาย หลักการของ หม้อแปลงไฟฟ้า สามเฟสได้ ถูกต้อง	ข้อ 7. ข้อใดเป็น หลักการทำงานของหม้อ แปลงไฟฟ้าสามเฟส ก. กฎกระแสของเคอร์ ชอร์ฟ ข. ใช้หลักการเกิดไฟฟ้า สถิต ค. การเหนี่ยวนำของ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ง. การสลับขั้วของ แม่เหล็กถาวร หรือขั้ว แม่เหล็กโลก	ข้อ 7. หม้อแปลงไฟฟ้าสาม เฟสอาศัยหลักการทำงานตาม ข้อใด ก. การเปลี่ยนพลังงานกล ข. แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ค. กระแสไหลวน (Eddy Current) ง. การเคลื่อนที่ของขดลวด เป็นวงรอบตัดผ่านแกนเหล็ก				
จุดประสงค์ที่ 3 อธิบายหลักการ ของหม้อแปลง ไฟฟ้าสามเฟสได้ ถูกต้อง	ข้อ 8. เมื่อจ่ายไฟให้กับ ขดลวดด้านปฐมภูมิจะ เกิดผลอย่างไร ก. ไม่เกิดผลแต่อย่างใด ข. ขดลวดทุติยภูมิเกิด การเคลื่อนที่ ค. ขดลวดปฐมภูมิ เคลื่อนที่รอบตัวนำ สนามแม่เหล็ก ง. เกิดการเหนี่ยวนำทำ ให้ขดลวดด้านทุติยภูมิมี แรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้น	ข้อ 8. เมื่อหม้อแปลงสามเฟส ได้รับแรงดันไฟเข้าด้านปฐม ภูมิ ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. ขดลวดจะเกิดการเคลื่อนที่ ข. มีการลัดวงจรขดลวดทั้ง 2 ด้าน ค. จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า เหนี่ยวนำเกิดขึ้น มีไฟออก ทางด้านทุติยภูมิ ง. จะมีกระแสไฟฟ้าไหลที่แกน เหล็ก และมีสนามแม่เหล็ก เกิดขึ้นที่ขดลวด				

จุดประสงค์ที่ 4

จุดประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
จุดประสงค์ที่ 4 อธิบาย คุณสมบัติของ การต่อแบบ สตาร์ได้ถูกต้อง	ข้อ 10. คุณสมบัติของ แรงดันไฟฟ้า ที่สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_p) ในการต่อแบบสตาร์คือ ข้อใด ก. $V_L = \sqrt{3} V_p$ ข. $V_p = \sqrt{3} V_L$ ค. $V_L = V_p$ ง. $V_p = \frac{1}{3} V_L$	ข้อ 10. ข้อใดกล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_p) ในการต่อแบบสตาร์ได้ถูกต้อง ก. $V_p = V_L$ ข. $V_L = \sqrt{3} V_p$ ค. $V_p = \sqrt{3} V_L$ ง. $V_L = \frac{1}{3} V_p$				
จุดประสงค์ที่ 4 อธิบาย คุณสมบัติของ การต่อแบบ สตาร์ได้ถูกต้อง	ข้อ 11. คุณสมบัติของ กระแสไฟฟ้า ที่สาย (I_L) และกระแสเฟส (I_p) ในการต่อแบบสตาร์คือ ข้อใด ก. $I_L = \sqrt{3} I_p$ ข. $I_p = \sqrt{3} I_L$ ค. $I_L = I_p$ ง. $I_p = \frac{1}{3} V_L$	ข้อ 11. ข้อใดกล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้าที่สาย (I_L) และ กระแสเฟส (I_p) ในการต่อแบบ สตาร์ได้ถูกต้อง ก. $I_L = I_p$ ข. $I_p = \frac{1}{3} V_L$ ค. $I_L = \sqrt{3} I_p$ ง. $I_p = \sqrt{3} I_L$				
จุดประสงค์ที่ 4 อธิบาย คุณสมบัติของ การต่อแบบ สตาร์ได้ถูกต้อง	ข้อ 12. การต่อหม้อ แปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบ สตาร์ จะเป็นระบบ ไฟฟ้าแบบใด ก. เป็นระบบ 3 เฟส 3 สาย หรือระบบ 3 เฟส 4 สาย ข. เป็นระบบ 1 เฟส 2 สาย หรือ 3 เฟส 5 สาย ค. เป็นระบบ 3 เฟส 1 สาย ง. เป็นระบบ 1 เฟส 2 สาย	ข้อ 12. ระบบไฟฟ้าที่ได้โดย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสาม เฟสแบบสตาร์ จะเป็นแบบใด ก. เป็นระบบ 1 เฟส 2 สาย ข. เป็นระบบ 1 เฟส 3 สาย ค. เป็นได้ทั้งระบบ 3 เฟส 5 สาย และ 1 เฟส 3 สาย ง. เป็นได้ทั้งระบบ 3 เฟส 3 สาย และ 3 เฟส 4 สาย				

จุดประสงค์ที่ 5

จุดประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
จุดประสงค์ที่ 5 อธิบายคุณสมบัติ ของการต่อแบบ เดลต้าได้ถูกต้อง	ข้อ 13. คุณสมบัติของ แรงดันไฟฟ้า ที่สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_P) ในการต่อแบบ เดลต้า คือข้อใด ก. $V_L = \sqrt{3} V_P$ ข. $V_P = \sqrt{3} V_L$ ค. $V_L = V_P$ ง. $V_P = \frac{1}{3} V_L$	ข้อ 13. ข้อใดกล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ สาย (V_L) และแรงดันเฟส (V_P) ในการต่อแบบเดลต้าได้ถูกต้อง ก. $V_P = V_L$ ข. $V_L = \sqrt{3} V_P$ ค. $V_P = \sqrt{3} V_L$ ง. $V_L = \frac{1}{3} V_P$				
จุดประสงค์ที่ 5 อธิบายคุณสมบัติ ของการต่อแบบ เดลต้าได้ถูกต้อง	ข้อ 14. คุณสมบัติของ กระแสไฟฟ้า ที่สาย (I_L) และกระแสเฟส (I_P) ในการต่อแบบเดลต้า คือข้อใด ก. $I_P = \frac{1}{3} I_L$ ข. $I_L = I_P$ ค. $I_P = \sqrt{3} I_L$ ง. $I_L = \sqrt{3} I_P$	ข้อ 14. ข้อใดกล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้าที่สาย (I_L) และ กระแสเฟส (I_P) ในการต่อแบบ เดลต้าได้ถูกต้อง ก. $I_L = I_P$ ข. $I_P = \frac{1}{3} I_L$ ค. $I_L = \sqrt{3} I_P$ ง. $I_P = \sqrt{3} I_L$				
จุดประสงค์ที่ 5 อธิบายคุณสมบัติ ของการต่อแบบ เดลต้าได้ถูกต้อง	ข้อ 15. การต่อหม้อ แปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบ เดลต้า จะเป็นระบบ ไฟฟ้าแบบใด ก. ระบบ 3 เฟส 4 สาย ข. ระบบ 3 เฟส 3 สาย ค. ระบบ 1 เฟส 2 สาย ง. ระบบ 1 เฟส 3 สาย	ข้อ 15. ระบบไฟฟ้าที่ได้โดย การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสาม เฟสแบบเดลต้าจะเป็นแบบใด ก. ระบบ 3 เฟส 3 สาย ข. ระบบ 3 เฟส 4 สาย ค. ระบบ 1 เฟส 2 สาย ง. เป็นได้ทั้งระบบ 3 เฟส 3 สาย และ 3 เฟส 4 สาย				

จุดประสงค์ที่ 6

จุดประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
จุดประสงค์ที่ 6 อธิบายลักษณะ งานที่ใช้หม้อ แปลงไฟฟ้าสาม เฟสได้	ข้อ 16. หม้อแปลงไฟฟ้า สามเฟสนิยมใช้ในงานใด เป็นหลัก ก. สถานีระบบส่งและ จำหน่ายไฟฟ้า ข. งานแสงสว่างใน บ้านพักอาศัย ค. เครื่องใช้ไฟฟ้าใน ครัวเรือน ง. ระบบอินเทอร์เน็ตใน บ้าน	ข้อ 16. ลักษณะงานใดที่นิยม ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ก. งานระบบแสงสว่างบ้านพัก อาศัย ข. งานระบบส่งและจำหน่าย ไฟฟ้า ค. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ขนาดเล็ก ง. ระบบไฟฟ้าภายในบ้านพัก อาศัย				

จุดประสงค์ที่ 7

จุดประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
จุดประสงค์ที่ 7 อธิบายการต่อ หม้อแปลงไฟฟ้า สามเฟสแบบ สตาร์ได้ถูกต้อง	ข้อ 20. การต่อขดลวด ด้านทุติยภูมิแบบสตาร์ จะได้ Output ตามข้อ ใด ก. เป็นได้ทั้งระบบ 3 เฟส 3 สาย และ 3 เฟส 4 สาย ข. ระบบ 1 เฟส 2 สาย ค. ระบบ 1 เฟส 3 สาย ง. ระบบ 3 เฟส 1 สาย	ข้อ 20. ผลที่ได้จากการต่อ ขดลวดด้านทุติยภูมิแบบสตาร์ คือข้อใด ก. เป็นระบบ 1 เฟส 2 สาย ข. เป็นระบบ 1 เฟส 3 สาย ค. เป็นระบบ 3 เฟส 2 สาย ง. เป็นได้ทั้งระบบ 3 เฟส 3 สาย และ 3 เฟส 4 สาย				

จุดประสงค์ที่ 8

จุดประสงค์	แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)	แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
จุดประสงค์ที่ 8 อธิบายการต่อ หม้อแปลงไฟฟ้า สามเฟสแบบ เดลต้าได้ถูกต้อง	ข้อ 23. การต่อขดลวด ด้านทุติยภูมิแบบเดลต้า จะได้ Output ตามข้อใด ก. ระบบ 1 เฟส 2 สาย ข. ระบบ 1 เฟส 3 สาย ค. ระบบ 3 เฟส 3 สาย ง. ระบบ 3 เฟส 4 สาย	ข้อ 23. ผลที่ได้จากการต่อ ขดลวดด้านทุติยภูมิแบบ เดลต้า คือข้อใด ก. เป็นระบบ 3 เฟส 3 สาย ข. เป็นระบบ 3 เฟส 4 สาย ค. เป็นระบบ 1 เฟส 2 สาย ง. เป็นระบบ 1 เฟส 3 สาย				
จุดประสงค์ที่ 8 อธิบายการต่อ หม้อแปลงไฟฟ้า สามเฟสแบบ เดลต้าได้ถูกต้อง	ข้อ 24. ข้อใดเป็นลักษณะ การต่อขดลวดหม้อแปลง ไฟฟ้าแบบเดลต้า ก. ต่อขดลวดอนุกรมกัน ทั้งหมด ข. ต่อขดลวดปรัภูมิ ขนานกับขดลวดทุติยภูมิ ค. ด้านปลายขดลวดต่อ เข้ากับขั้วต้นขดลวดชุด ถัดไป ง. ต่อขั้วปลายของขดลวด ปรัภูมิเข้าด้วยกัน และ ต่อสายแต่ละเฟสเข้าที่ขั้ว ต้นของขดลวด	ข้อ 24. ข้อใดกล่าวถึง ลักษณะการต่อขดลวดหม้อ แปลงไฟฟ้าสามเฟสแบบ เดลต้าได้ถูกต้อง ก. ต่อขดลวดปรัภูมิ อนุกรมกับขดลวดทุติยภูมิ ข. ก. ต่อขดลวดปรัภูมิ ขนานกับขดลวดทุติยภูมิ ค. ต่อสายแต่ละเฟสเข้าที่ขั้ว ต้นของขดลวดปรัภูมิ และ ต่อขั้วปลายของขดลวด รวมกัน ง. ต่อขั้วด้านปลายของ ขดลวดเข้ากับขั้วต้นขดลวด ชุดถัดไป				

- ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้

**แบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
สำหรับการศึกษาวิชาชีพ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

ชื่อผู้ประเมิน

ชื่อผู้รับการประเมิน นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์

ชื่องานวิจัย โมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

คำชี้แจง

1) โมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ในรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 21014 - 2105 ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย (1) ใบเนื้อหา เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส (2) แบบทดสอบก่อนเรียน (3) แบบทดสอบหลังเรียน (4) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส และ (5) หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสพร้อมแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส

2) แบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพมี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

3) โปรดคำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีระดับการประเมิน 5 ระดับ คือ 5 คือ ดีมาก, 4 คือ ดี, 3 คือ ปานกลาง 2 คือ น้อย และ 1 คือ น้อยที่สุด

หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด ขอความกรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อประโยชน์ต่อการวิจัย

*****ขอขอบพระคุณท่านที่เสียสละเวลาในการประเมินในครั้งนี้เป็นอย่างสูง*****

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. เอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้						
1.1 การจัดรูปแบบ และลำดับใบเนื้อหา						
1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร						
1.3 เนื้อหาสาระ เหมาะสมกับเวลาและระดับการศึกษา						
1.4 ใช้ภาษาในเนื้อหาอ่านแล้วเข้าใจง่าย						
1.5 ภาพสอดคล้องกับเนื้อหา ช่วยให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น						
1.6 เนื้อหามีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์						
2. ใบงาน/ใบปฏิบัติงาน						
2.1 การออกแบบและจัดรูปแบบของ ใบปฏิบัติงาน มีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
2.2 การเว้นช่องว่างให้ผู้เรียนบันทึก สาระสำคัญ มีความเหมาะสม						
2.3 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหา						
2.4 คำชี้แจงในการทำกิจกรรม มีความ ชัดเจน						
2.5 กิจกรรมเน้นการได้ลงมือปฏิบัติด้วย ตนเองเป็นลำดับขั้น						
2.6 ปริมาณของกิจกรรมมีความเหมาะสม กับเวลาและระดับการศึกษา						
2.7 ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการทำ กิจกรรมตามใบปฏิบัติงาน						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
3. สไลด์คอมพิวเตอร์และสื่อการเรียนการสอน						
3.1 ขนาดของตัวอักษร และรูปแบบของตัวอักษร						
3.2 การจัดวางรูปแบบการนำเสนอ						
3.3 ความเหมาะสมของสีพื้นและสีตัวอักษร						
3.4 ความถูกต้องของการพิมพ์ข้อความ						
4. สื่อประเภทอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติ (Hardware) ประกอบโมดูลการเรียนรู้						
4.1 มีการออกแบบ ขนาดและโครงสร้างเหมาะสม						
4.2 เหมาะสมกับระดับการศึกษาและกิจกรรมการสอน						
4.3 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้						
4.4 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และเนื้อหา						
5. ภาพรวมของสื่อ						
5.1 คุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ประเมิน

**แบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
สำหรับการศึกษาวิชาชีพ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล)**

ชื่อผู้ประเมิน

ชื่อผู้รับการประเมิน นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์

ชื่องานวิจัย โมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

คำชี้แจง

1) โมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ในรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104 - 2105 ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย (1) ใบเนื้อหา เรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส (2) แบบทดสอบก่อนเรียน (3) แบบทดสอบหลังเรียน (4) ใบปฏิบัติงานการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส และ (5) หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสพร้อมแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส

2) แบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพมี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ **ด้านการวัดและประเมินผล**

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

3) โปรดคำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีระดับการประเมิน 5 ระดับ คือ 5 คือ ดีมาก, 4 คือ ดี, 3 คือ ปานกลาง 2 คือ น้อย และ 1 คือ น้อยที่สุด

หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด ขอความกรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อประโยชน์ต่อการวิจัย

*****ขอขอบพระคุณท่านที่เสียสละเวลาในการประเมินในครั้งนี้เป็นอย่างสูง*****

ตอนที่ 1 การประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับ
การศึกษาระดับวิชาชีพ ด้านการวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. แบบทดสอบก่อนเรียน						
1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์						
1.2 แบบทดสอบก่อนเรียน คู่ขนานกับแบบทดสอบหลังเรียน						
1.3 ข้อคำถามในแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีความชัดเจน						
1.4 ตัวเลือกมีประสิทธิภาพในการลวงผู้เรียน						
1.5 มีข้อถูกที่สุดเพียงข้อเดียว						
1.6 มีการจัดเรียงตัวเลือกในแต่ละข้ออย่างสวยงาม เหมาะสม						
1.7 ตัวเลือกถูกต้อง มีความยาวไม่เกินกว่าตัวเลือกอื่น						
2. แบบทดสอบหลังเรียน						
2.1 แบบทดสอบหลังเรียน มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์						
2.2 แบบทดสอบหลังเรียน คู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน						
2.3 ข้อคำถามในแบบทดสอบหลังเรียน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีความชัดเจน						
2.4 ตัวเลือกมีประสิทธิภาพในการลวงผู้เรียน						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
2.5 มีข้อมูลที่สุดเพียงข้อเดียว						
2.6 มีการจัดเรียงตัวเลือกในแต่ละข้ออย่างสวยงาม เหมาะสม						
2.7 ตัวเลือกถูกต้อง มีความยาวไม่เกินกว่าตัวเลือกอื่น						
3. ใบงาน						
3.1 ใบงาน มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์สำหรับทำกิจกรรม						
3.2 ใบงาน มีความสอดคล้องกับเนื้อหา						
3.3 ใบงาน ความระดับความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน						
3.4 การออกแบบใบงานมีความชัดเจนในข้อความและคำสั่งของกิจกรรม						
3.5 การออกแบบใบงาน มีความเรียบร้อย เป็นระเบียบสวยงาม						
3.6 การออกแบบใบงาน มีความน่าสนใจ การใช้ภาพและข้อความประกอบ						
3.7 รูปแบบกิจกรรมในใบงาน กระตุ้นความคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้และทำงานร่วมกัน						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
4. คุณภาพของแบบทดสอบและใบงาน						
4.1 คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนในโมดูลการเรียนรู้ เรื่อง การต่อหม้อแปลงสามเฟส						
4.2 คุณภาพของแบบทดสอบหลังเรียนในโมดูลการเรียนรู้ เรื่อง การต่อหม้อแปลงสามเฟส						
4.3 คุณภาพใบงาน						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

ด้านแบบทดสอบก่อนเรียน

.....

.....

ด้านแบบทดสอบหลังเรียน

.....

.....

ด้านใบงาน

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

()

ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ประเมิน

- ตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

**แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน
ที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
สำหรับการศึกษาวิชาชีพ**

คำชี้แจง

1) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับศึกษาวิชาชีพ ในรายวิชาหม้อแปลงไฟฟ้า รหัสวิชา 20104 - 2105 ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มี 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับศึกษาวิชาชีพ ด้านคุณภาพของสื่อโมดูลการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับศึกษาวิชาชีพ ด้านผลที่ได้รับจากการเรียนรู้

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

2) โปรดคำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ทุกข้อ
คำถาม

3) ระดับการประเมิน 5 ระดับ คือ

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

หมายเหตุ: กรณีให้คุณภาพของการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด ขอความกรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อประโยชน์ต่อการวิจัย

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
สำหรับการศึกษาวิชาชีพ : ด้านคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ฯ

ท่านมีความพึงพอใจต่อคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ฯ ในระดับมากน้อยเพียงใด

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. คุณภาพของชุดการสอนฯ						
1.1 เนื้อหาสาระในเอกสารการสอน ให้ความรู้ ในเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ได้ดี						
1.2 การนำเสนอตัวอย่างในเอกสารประกอบ โมดูลการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ได้ดี						
1.3 ภาษาที่ใช้ในเอกสารประกอบโมดูลการ เรียนรู้ ผู้เรียนอ่านแล้วเข้าใจง่าย						
1.4 ปริมาณของเนื้อหาสาระมีความเหมาะสม กับเวลาและระดับการศึกษา						
2. คุณภาพของใบงาน/ใบปฏิบัติงาน						
2.1 แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้เห็นแนวทางการ เรียนรู้ ควบคู่กับการใช้เอกสารประกอบโมดูล การเรียนรู้เป็นอย่างดี						
2.2 การจัดรูปแบบสาระสำคัญในใบปฏิบัติงาน ทำให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมระหว่างเรียน ได้เข้าใจง่าย						
2.3 กิจกรรมในแต่ละเรื่อง สอดคล้องกับเนื้อหา สาระที่ได้เรียนรู้						

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
2.4 ปริมาณของกิจกรรมที่มอบหมายมีความเหมาะสมกับเวลาและระดับการศึกษา						
3. คุณภาพของสไลด์คอมพิวเตอร์						
3.1 การสรุปสาระสำคัญด้วยสไลด์คอมพิวเตอร์ในแต่ละเรื่อง ทำให้เข้าใจเนื้อหาสาระดียิ่งขึ้น						
3.2 ความชัดเจนของข้อความในสไลด์คอมพิวเตอร์						
3.3 ความชัดเจนของภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์						
3.4 การจัดเรียงลำดับและรูปแบบการนำเสนอของสไลด์คอมพิวเตอร์						
4. คุณภาพของสื่อประเภหุอุปกรณ์						
4.1 สื่อประเภหุอุปกรณ์มีความน่าสนใจ						
4.2 มีการสาธิตการทำงานร่วมกับการบรรยาย ทำให้เกิดความเข้าใจเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส						
4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่อง การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสได้ดี						
4.4 มีความปลอดภัยในการใช้ปฏิบัติงาน						

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส
สำหรับการศึกษาวิชาชีพ : ด้านผลที่ได้จากการเรียนรู้

ท่านมีความพึงพอใจต่อผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ ในระดับมากน้อยเพียงใด

รายการประเมิน	ระดับการประเมินคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1. ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ						
2. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง						
3. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง						
4. ผู้เรียนชอบที่จะศึกษาด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ						
5. ผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้รับ ไปเผยแพร่ให้กับบุคคลอื่นได้						
6. ผู้เรียนได้รับผลลัพธ์การเรียนรู้ ตามที่คาดหวังไว้						
7. ภาพรวมของผู้เรียนที่มีความพึงพอใจต่อการใช้โมดูลการเรียนรู้ฯ						

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ด้านคุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้ฯ

.....

.....

ด้านผลที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้ฯ

.....

.....

ด้านอื่นๆ

.....

.....

*****ขอใจที่ตอบแบบสอบถาม*****



- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า โทร. 3302

ที่ คพ 137/2568

วันที่ 11 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองคั่นคว่ำอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน

ด้วย นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์ รหัสประจำตัว 66-020258-5603-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบและการประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนนัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการคั่นคว่ำอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า



ที่ อว 7104.2/249



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

10 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน นายจิตรกร มะเมียเมือง
ครูวิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี

ด้วย นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์ รหัสประจำตัว 66-020258-5603-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบ
และการประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ”
โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนานัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อ
ประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/248



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

10 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน นายวสุศักดิ์ ชูรินทร์

ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี

ด้วย นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์ รหัสประจำตัว 66-020258-5603-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและการประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนานัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/247



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

10 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน นายปรัชญา เยาวลักษณ์

ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี

ด้วย นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์ รหัสประจำตัว 66-020258-5603-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและการประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนนัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/246



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 บางซื่อ กทม. 10800

10 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ดร.สุนทรไพบ จันทระ

ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพอุดรธานี

ด้วย นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์ รหัสประจำตัว 66-020258-5603-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและการประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนานัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/245



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

10 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย

อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ด้วย นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์ รหัสประจำตัว 66-020258-5603-6 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบและการประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำโชค วัฒนานัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานี น้อยยิ่ง)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255



ภาคผนวก ค

- ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
- ผลการประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ภาพประกอบการสร้างและการทดลองชุดโมดูลการเรียนรู้

1. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส จำนวน 8 จุดประสงค์ จุดประสงค์ละ 3 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ที่กำหนด ก่อนนำมาใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ มีดังนี้

ตารางที่ ค-1 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผล รวม	ค่า IOC	ความคิดเห็น
		1	2	3			
1	ข้อ 1	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
	ข้อ 2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	ข้อ 4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 5	+1	-1	0	0	0.00	ไม่สอดคล้อง
	ข้อ 6	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
3	ข้อ 7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 8	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
	ข้อ 9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	ข้อ 10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 12	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
5	ข้อ 13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 14	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 15	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	ข้อ 16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 17	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค-1 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผล รวม	ค่า IOC	ความคิดเห็น
		1	2	3			
7	ข้อ 19	+1	-1	0	0	0.00	ไม่สอดคล้อง
	ข้อ 20	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
	ข้อ 21	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	ข้อ 22	+1	-1	0	0	0.00	ไม่สอดคล้อง
	ข้อ 23	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	ข้อ 24	0	0	0	0	0.00	ไม่สอดคล้อง

2. ผลการประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ และให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ตารางที่ ค-2 ผลการประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
1. เอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้			
1.1 การจัดรูปแบบ และลำดับเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.40	0.55	มาก
1.3 เนื้อหาสาระ เหมาะสมกับเวลาและระดับการศึกษา	4.20	0.45	มาก
1.4 ใช้ภาษาในเนื้อหาอ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
1.5 ภาพสอดคล้องกับเนื้อหา ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.80	0.45	มากที่สุด
1.6 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ใบงาน/ใบปฏิบัติงาน			
2.1 การออกแบบและจัดรูปแบบของใบปฏิบัติงานมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 การเว้นช่องว่างให้ผู้เรียนบันทึกสาระสำคัญมีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
2.3 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา	4.40	0.55	มาก
2.4 คำชี้แจงในการทำกิจกรรม มีความชัดเจน	4.20	0.45	มาก
2.5 กิจกรรมเน้นการได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเป็นลำดับขั้น	4.80	0.45	มากที่สุด
2.6 ปริมาณของกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาและระดับการศึกษา	4.20	0.45	มาก
2.7 ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการทำกิจกรรมตามใบปฏิบัติงาน	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ค-2 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	การแปล ความหมาย
3. สไลด์คอมพิวเตอร์และสื่อการเรียน การสอน			
3.1 ขนาดของตัวอักษร และรูปแบบของตัวอักษร	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 การจัดวางรูปแบบการนำเสนอ	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมของสีพื้นและสีตัวอักษร	4.80	0.45	มากที่สุด
3.4 ความถูกต้องของการพิมพ์ข้อความ	4.40	0.55	มาก
4. สื่อประเภทอุปกรณ์/ชุดฝึกปฏิบัติ (Hardware) ประกอบโมดูลการเรียนรู้			
4.1 มีการออกแบบ ขนาดและโครงสร้างเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับระดับการศึกษาและกิจกรรมการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้	4.40	0.55	มาก
4.4 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และเนื้อหา	4.20	0.45	มาก
5. ภาพรวมของสื่อ			
5.1 คุณภาพของสื่อในโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ	4.40	0.55	มาก
รวม	4.47	0.50	มาก

ข้อเสนอแนะ หากชุดฝึกปฏิบัติมีปริมาณไม่เพียงพออาจต้องใช้เวลาปฏิบัติมากขึ้น ขาดการกำหนดช่วงคะแนนเกณฑ์การผ่านจากการประเมินผลการปฏิบัติงาน ตารางปฏิบัติงานในส่วนของจุดประสงค์กับสื่อสนับสนุนยังไม่ค่อยสอดคล้องหากกำหนดเป็นคาบเรียน สามารถกำหนดแถบเวลาเพิ่มเป็นคาบเรียนได้

3. ผลการประเมินคุณภาพด้านการวัดและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพด้านการวัดและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านการวัดและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ และให้ข้อเสนอแนะดังนี้

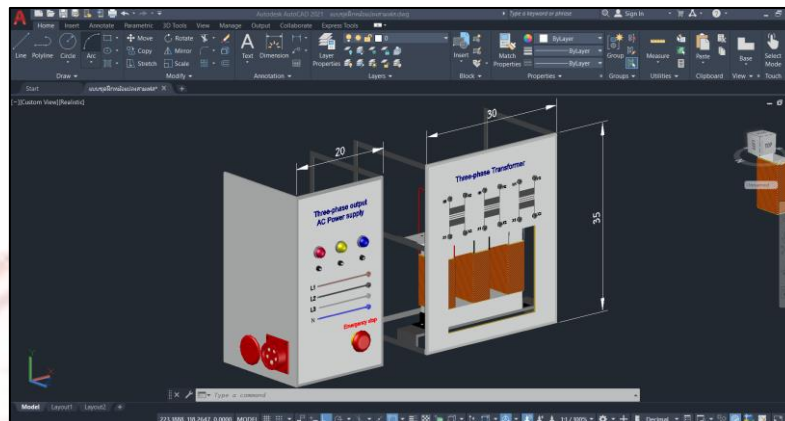
ตารางที่ ค-3 ผลการประเมินคุณภาพด้านการวัดและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
1. แบบทดสอบก่อนเรียน			
1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.33	0.58	มาก
1.2 แบบทดสอบก่อนเรียน คู่ขนานกับแบบทดสอบหลังเรียน	4.33	0.58	มาก
1.3 ข้อคำถามในแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีความชัดเจน	4.33	0.58	มาก
1.4 ตัวเลือกมีประสิทธิภาพในการลวงผู้เรียน	4.33	0.58	
1.5 มีข้อถูกที่สุดเพียงข้อเดียว	3.67	0.58	มากที่สุด
1.6 มีการจัดเรียงตัวเลือกในแต่ละข้ออย่างสวยงามเหมาะสม	4.33	0.58	มาก
1.7 ตัวเลือกถูกต้อง มีความยาวไม่เกินกว่าตัวเลือกอื่น	4.33	0.58	มาก
2. แบบทดสอบหลังเรียน			
2.1 แบบทดสอบหลังเรียน มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.33	0.58	มาก
2.2 แบบทดสอบหลังเรียน คู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน	4.33	0.58	มาก
2.3 ข้อคำถามในแบบทดสอบหลังเรียน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีความชัดเจน	4.33	0.58	มาก
2.4 ตัวเลือกมีประสิทธิภาพในการลวงผู้เรียน	3.67	0.58	มากที่สุด

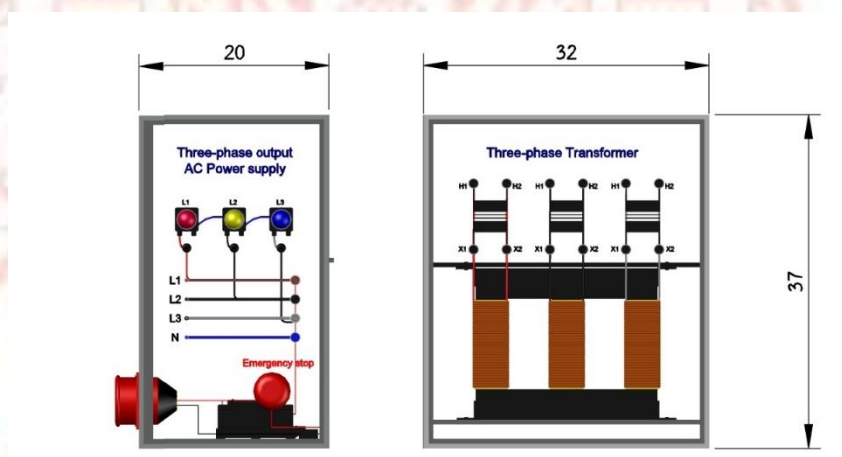
ตารางที่ ค-3 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านการวัดและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	การแปล ความหมาย
2.5 มีข้อถูกที่สุดเพียงข้อเดียว	4.67	0.58	มากที่สุด
2.6 มีการจัดเรียงตัวเลือกในแต่ละข้ออย่างสวยงาม เหมาะสม	4.33	0.58	มาก
2.7 ตัวเลือกถูกต้อง มีความยาวไม่เกินกว่าตัวเลือกอื่น	4.33	0.58	มาก
3. ใบงาน			
3.1 ใบงาน มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์สำหรับ ทำกิจกรรม	4.33	0.58	มาก
3.2 ใบงาน มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	มาก
3.3 ใบงาน ความระดับความยากง่ายเหมาะสมกับ นักเรียน	4.33	0.58	มาก
3.4 การออกแบบใบงานมีความชัดเจนในข้อความ และคำสั่งของกิจกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
3.5 การออกแบบใบงาน มีความเรียบร้อย เป็น ระเบียบสวยงาม	4.33	0.58	มาก
3.6 การออกแบบใบงาน มีความน่าสนใจ การใช้ภาพ และข้อความประกอบ	4.67	0.58	มากที่สุด
3.7 รูปแบบกิจกรรมในใบงาน กระตุ้นความคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้และทำงานร่วมกัน	4.33	0.58	มาก
4. คุณภาพของแบบทดสอบและใบงาน			
4.1 คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนในโมดูลการ เรียนรู้ เรื่อง การต่อหม้อแปลงสามเฟส	4.33	0.58	มาก
4.2 คุณภาพของแบบทดสอบหลังเรียนในโมดูลการ เรียนรู้ เรื่อง การต่อหม้อแปลงสามเฟส	4.33	0.58	มาก
4.3 คุณภาพใบงาน	4.33	0.58	มาก
รวม	4.31	0.52	มาก

4. ภาพประกอบการสร้างและการทดลองชุดโมดูลการเรียนรู้



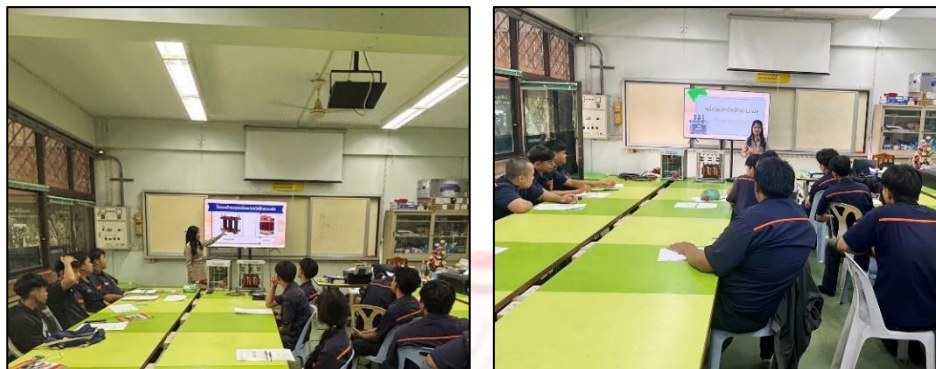
ภาพที่ ค-1 แบบร่างสามมิติหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟสด้วยโปรแกรม Auto CAD



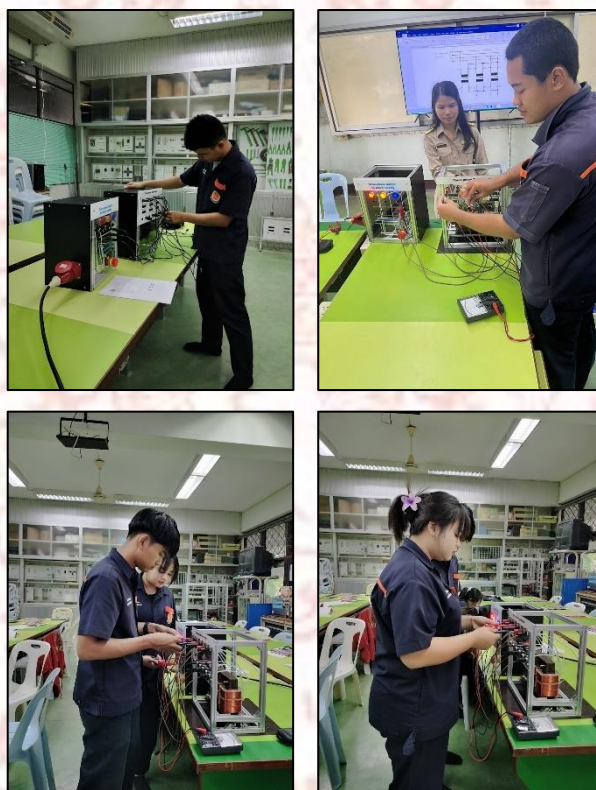
ภาพที่ ค-2 แบบร่างชุดหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส



ภาพที่ ค-3 การสร้างชุดหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส



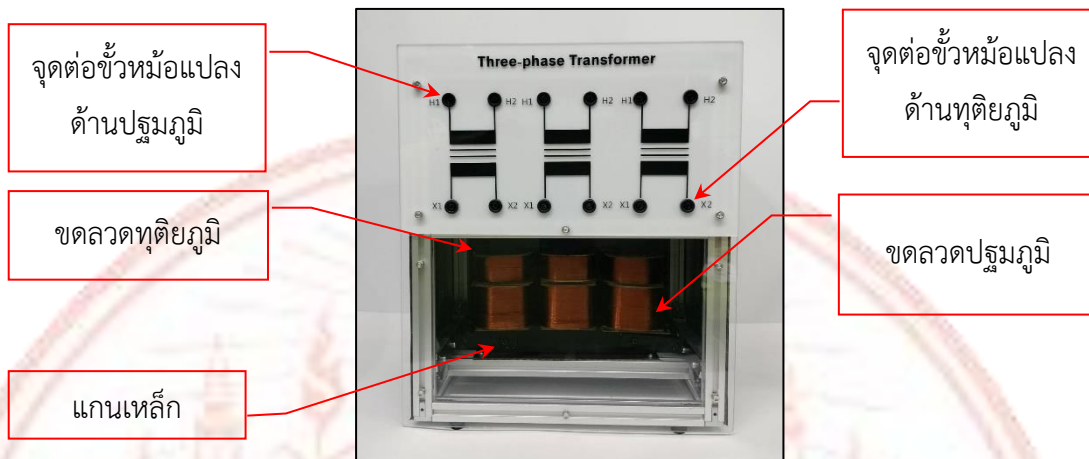
ภาพที่ ค-4 การทดลองใช้ชุดโมดูลการเรียนรู้ภาคทฤษฎีกับกลุ่มเป้าหมาย



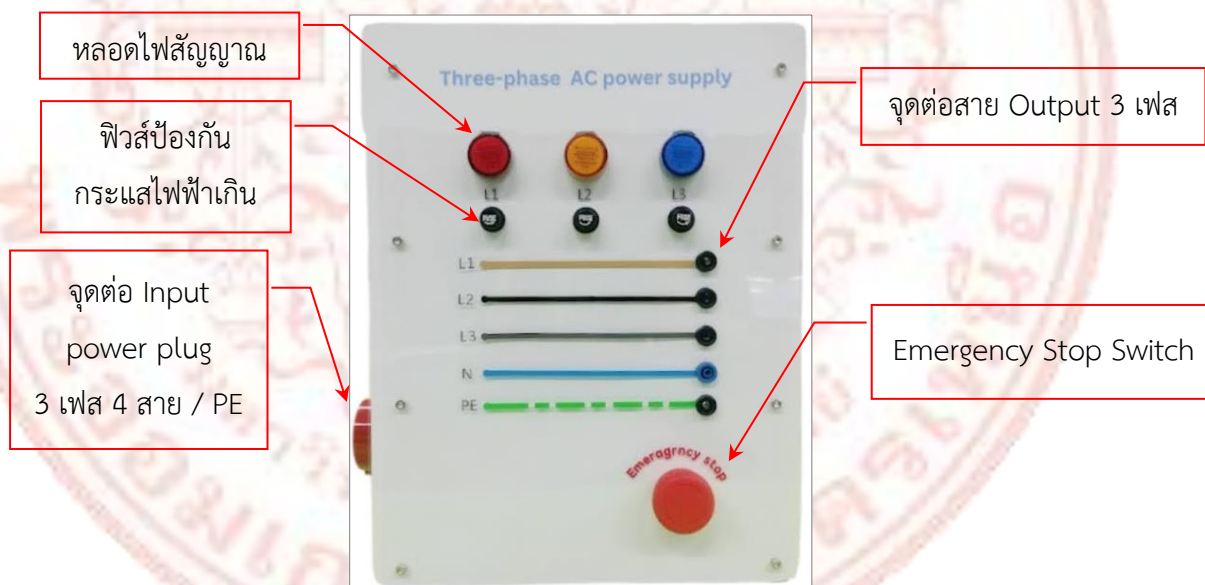
ภาพที่ ค-5 การทดลองใช้ชุดโมดูลการเรียนรู้ภาคปฏิบัติกับกลุ่มเป้าหมาย

สื่อประเภหุอุปกรณ์ (Hardware) ประกอบโมดูลการเรียนรู้

หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส



แหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส



หมายเหตุ

1. หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส (Three-Phase Transformer) ใช้สำหรับการต่อวงจรขดลวดแบบสตาร์และแบบเดลต้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ระดับแรงดันไฟฟ้า Input 380 V.
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส (Three-phase Output AC power supply) ใช้สำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ระดับแรงดันไฟฟ้า 380/220 V
3. ในการใช้งานควรปฏิบัติตามใบปฏิบัติงานดังเอกสารประกอบโมดูลการเรียนรู้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสุภาภรณ์ เรืองสังข์
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การออกแบบและประเมินผลโมดูลการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เกี่ยวกับ หม้อแปลงสามเฟส สำหรับการศึกษาวิชาชีพ
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา
ประวัติ	ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2553 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา ตาก ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2559 ครูพิเศษสอน แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ พ.ศ. 2563 พนักงานราชการ (ครู) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยสารพัดช่างอุทัยธานี พ.ศ. 2564 ข้าราชการครู ตำแหน่งครูผู้ช่วย แผนกวิชาช่าง ไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี พ.ศ. 2566 – ปัจจุบัน ข้าราชการครู ตำแหน่งครู ค.ศ.1 แผนก วิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัย เทคนิคอุทัยธานี
ข้อมูลการติดต่อ	เลขที่ 61/4 หมู่ 2 ตำบลหนองยาว อำเภอลาดยาว จังหวัด นครสวรรค์ E-mail sup978@hotmail.com