



การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า

นางสาวณัฐณา ผูกพยนต์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า



นางสาวณัฐณา ผูกพยนต์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า

โดย นางสาวณัฐมา ผูกพยนต์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย / หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน)

กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน)

กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ อัสวานวัตร)

ชื่อ : นางสาวณัฐณา ผูกพยนต์

ชื่อการค้นคว้าอิสระ :

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน

ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การค้นคว้าอิสระนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 3) เพื่อประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน โดยชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 คน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 ผลจากการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเท่ากับ 87.44/82.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 โดยมีผลจากการประเมินทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้าของนักศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านอยู่ในระดับมากที่สุด

(มีจำนวนทั้งสิ้น 143 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึกอบรม, ทักษะอาชีพและการเรียนรู้, เครื่องวัดไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก



Name : Miss Natcha Phukphayon

Independent Study Title : The Development of a Training Kit for Electrical Measuring Instruments for Home Electrical Systems Inspection to Career and Learning Skills in The Use of Electrical Measuring Instruments

Major Field : Electrical Engineering
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok

Independent Study Advisor : Assistant Professor Kanitta Hinon

Academic Year : 2024

ABSTRACT

This independent study had the following objectives 1) to design a training package on electrical measuring instruments for household electrical systems that promotes vocational skills and learning in using electrical measuring tools. 2) to evaluate the effectiveness of the training package. 3) to assess vocational skills and learning in the use of electrical measuring instruments. and 4) to evaluate student satisfaction toward the training package. The developed training package consisted of a training manual on electrical measuring instruments for inspecting household electrical systems, learning management plans, content sheets, practice worksheets, post-learning tests, learning achievement tests, vocational skill assessment forms, learning assessment forms for using electrical measuring tools, and satisfaction questionnaires. The sample group used in this study consisted of 15 first-year vocational certificate students from Phichit Technical College who enrolled in the *Electrical Measuring Instruments* course in the second semester of the academic year 2024.

The research findings revealed that the training package on electrical measuring instruments for household electrical systems was evaluated by three experts and rated at a high level of appropriateness, with an average score of 4.46 and a standard deviation of 0.32. The effectiveness of the training package was 87.44/82.67 which was higher than the specified criterion of 80/80. The evaluation

of vocational skills and learning in using electrical measuring tools was at the highest level. Moreover, student satisfaction with the training package was also at the highest level.

(Total 143 Pages)

Keywords: Training Kit, Career and Learning Skills, Electrical Measuring Instruments, Home Electrical Systems Inspection

Advisor



กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากการอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และแนวทางในการดำเนินการทำวิจัย ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของเนื้อหา และคอยแนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์จากแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพิจิตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีได้กล่าวนามที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและคอยสนับสนุนให้โอกาสทางการศึกษาเสมอมาและเป็นแรงผลักดัน แรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยสามารถผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ตลอดจนคอยให้กำลังใจให้สามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ทั้งนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจและนำไปสู่การพัฒนาอื่น ๆ ขึ้นไป

ณัฐมา ผูกพยนต์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิตติกรรมประกาศ	๑๑
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	๑๒
สารบัญภาพ	๑๓
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกอบรม	7
2.2 การออกแบบชุดฝึกอบรม	10
2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม	11
2.4 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ	12
2.5 ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills)	15
2.6 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	17
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	35
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา	35
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	37
3.3 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล	43
3.4 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	46
4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	46
4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	48
4.3 ผลการแบบประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า	50
4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	51
บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	53
5.1 สรุปผลการวิจัย	53
5.2 การอภิปรายการวิจัย	54
5.3 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก ก	59
หลักสูตรรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า และมาตรฐานอาชีพ	60
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	66
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ และการแบ่งหน่วยการเรียนรู้	69
แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า	73
ภาคผนวก ข	118
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	119
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	120
ภาคผนวก ค	123
แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย	124
ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า	127
แบบประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	128
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	132
แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า	134
ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า	136
แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า	137

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค (ต่อ)	
ผลการประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า	138
ภาคผนวก ง	139
คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน (ใบปฏิบัติงานที่ 3)	140
คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน (ใบปฏิบัติงานที่ 4)	141
คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียน	142
ประวัติผู้วิจัย	143



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 หัวข้อการสอนรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	36
4-1 ผลการวิเคราะห์คะแนนระหว่างเรียน	48
4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	49
4-3 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม	49
4-4 ผลการประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า	50
4-5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม	51
ค-1 แสดงผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้า ภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน	127
ค-2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	132
ค-3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	133
ค-4 ผลการความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับ ระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า	136
ค-5 ผลการประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า	138
ง-1 คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัด แรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	140
ง-2 คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัด กระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	141
ง-3 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	142

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย	6
2-1 เครื่องมือวัดแบบ D' Arsonval ต่อแบบครึ่งคลื่น	17
2-2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นร่วมกับระบบเคลื่อนที่ แบบ D' Arsonval	19
2-3 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งบริดจ์	20
2-4 แอมมิเตอร์ใช้หม้อแปลงกระแส วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นและระบบเคลื่อนที่ PMMC	22
2-5 เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนามิก	23
2-6 สเกลของมิเตอร์เตอร์ (Square - Law Meter Scale)	24
2-7 การต่อวงจรใช้ทำเป็นแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์	24
2-8 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงดูด	25
2-9 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงผลัก	26
2-10 ขดลวดสนามเป็นส่วนของวงกลม (Radial-type Iron-vane)	26
2-11 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนใช้แรงดูดและแรงผลักร่วมกัน	27
2-12 การแบ่งสเกลบนหน้าปัทม์และลักษณะสเกลเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่	29
2-13 อิมพีแดนซ์ของขดลวดในเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ไม่ขึ้นกับความถี่ไฟฟ้า	31
2-14 แรงบิดจากโลหะเกิดจากกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในเครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำ	32
3-1 แผนผังการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	37
3-2 การออกแบบชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	39
4-1 ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	46
4-2 แผนการจัดการเรียนรู้	47
4-3 โปรแกรมนำเสนอ	47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 กำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่ท้าทายจากการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม ซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งวิธีการเรียนการสอนและทักษะที่จำเป็น สำหรับผู้เรียนในอนาคต แม้ว่าเทคโนโลยีจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการเข้าถึงข้อมูล แต่ยังคงมีปัญหาคritical คือ ผู้เรียนจำนวนมากขาดการเรียนรู้จากประสบการณ์และการทำงานจริง ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการเตรียมตัวสำหรับตลาดแรงงานที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

การเรียนรู้ที่แท้จริง อยู่ในโลกจริงหรือชีวิตจริง การเรียนวิชาในห้องเรียน ยังเป็นการเรียนแบบสมมติ “ดังนั้นครูเพื่อศิษย์จึงต้องออกแบบ การเรียนรู้ให้ศิษย์” ได้เรียนในสภาพที่ใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุด (วิจารณ์ พานิช, 2555) การเรียนรู้ที่แท้จริงในโลกหรือชีวิตจริงนั้น มีความสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียน โดยเฉพาะในยุคของสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยี มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเรียนการสอนในห้องเรียนยังคงเป็นการเรียนที่มีลักษณะของการจำลองหรือสมมติ ซึ่งไม่สามารถสะท้อนทุกแง่มุมของชีวิตได้อย่างแท้จริง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน อาจจำกัดทั้งในด้านเวลา สถานที่ และบริบทที่แตกต่างจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน การออกแบบการเรียนรู้ที่สามารถสะท้อนชีวิตจริงจะช่วยให้ผู้เรียนไม่เพียงแต่ได้ความรู้ที่เป็นทฤษฎี แต่ยังสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้ในโลกจริงจึงเป็นการสร้างประสบการณ์ที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ โดยมีเป้าหมายในการเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงาน ในโลกแห่งความจริงได้อย่างสมบูรณ์แบบ ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) เป็นทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 และเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการทำงานและพัฒนาตนเองในอนาคต ทักษะอาชีพ (Career Skills) คือ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และความยืดหยุ่นในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง ทักษะเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนสามารถปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน และแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทักษะการเรียนรู้ (Learning Skills) คือ การสื่อสาร การรู้เท่าทันข้อมูล และการมีความคิดสร้างสรรค์ ช่วยส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม และการเรียนรู้ตลอดชีวิต การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนในระบบอาชีวศึกษา จึง

มุ่งเน้นในส่วนของการสร้างทักษะวิชาชีพเฉพาะด้าน เพื่อให้นักเรียน มีความพร้อมในการประกอบอาชีพได้ทันทีหลังสำเร็จการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการในกลุ่มอาชีพสำคัญ เช่น พลังงานไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ นักเรียนควรได้รับการพัฒนาทักษะอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในกลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะด้าน เช่น การวัดและการตรวจสอบระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง บำรุงรักษา และซ่อมแซมระบบไฟฟ้า

ยุคศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และนวัตกรรมอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้ระบบเศรษฐกิจโลกมีการเติบโตอย่างก้าวกระโดด การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะวิชาชีพด้านต่าง ๆ ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และนวัตกรรม ในปัจจุบันจึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างบุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญ สามารถตอบสนองความต้องการของระบบเศรษฐกิจโลกได้อย่างครบถ้วน Career and Learning Skills ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

ปัจจุบันปัญหาการเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน กลายเป็นหนึ่งในอุปสรรคสำคัญที่ผู้เรียนในสาขาวิชาช่างไฟฟ้า เครื่องวัดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าในบ้านเรือน แต่การเรียนรู้การใช้งานเครื่องมือเหล่านี้ ในทางปฏิบัติมักพบว่าผู้เรียนขาดโอกาสในการฝึกฝนจากเครื่องมือที่ใช้งานจริงในสถานประกอบการ ส่งผลให้เกิดช่องว่างระหว่างทฤษฎีที่เรียนรู้ ในห้องเรียนกับการใช้งานจริงในสถานการณ์ที่ต้องการความแม่นยำและความปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตรวจสอบและซ่อมแซมระบบไฟฟ้าที่อาจมีความเสี่ยงต่อชีวิต การขาดประสบการณ์จริงในการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า จึงส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานของผู้เรียน ทั้งในด้านความถูกต้องและความปลอดภัย ในการดำเนินการซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า การปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้มีการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยพัฒนาทักษะการใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้า และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรับมือกับปัญหาและการท้าทายในสภาพแวดล้อมการทำงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความเป็นมาและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนในรายวิชา 20104-2004 เครื่องวัดไฟฟ้า ซึ่งมุ่งเน้นการศึกษาการใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ชุดฝึกอบรมนี้จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสรู้ และฝึกปฏิบัติการใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ เช่น เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า และเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า สถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงาน

จริง การฝึกปฏิบัติเหล่านี้จะช่วยเพิ่มพูนทั้งความรู้ด้านทฤษฎี และด้านปฏิบัติ การพัฒนาชุดฝึกอบรมนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงจากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนเข้าสู่ตลาดแรงงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- 1.2.3 เพื่อประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า
- 1.2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- 1.3.1 ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80
- 1.3.2 ผู้เรียนมีทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก
- 1.3.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน อยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ประกอบไปด้วย

- 1.4.1 เนื้อหาการสอนในรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ มีดังนี้
 - 1.4.1.1 เอซีโวลต์มิเตอร์
 - 1.4.1.1.1 การต่อเอซีโวลต์มิเตอร์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้า
 - 1.4.1.2 เอซีแอมป์มิเตอร์
 - 1.4.1.1.1 การต่อเอซีแอมป์มิเตอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้า

1.4.2 แผนการจัดการเรียนการสอนเครื่องวัดไฟฟ้าประกอบการใช้ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ประกอบไปด้วย

1.4.2.1 แผนการจัดการเรียนการสอน

1.4.2.2 ใบเนื้อหา จำนวน 2 หัวข้อเรื่อง ดังนี้

1.4.2.2.1 เอซีโวลต์มิเตอร์

1.4.2.2.2 เอซีแอมป์มิเตอร์

1.4.2.3 ใบปฏิบัติงานเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน จำนวน 2 ใบปฏิบัติงานได้แก่

1.4.2.3.1 การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

1.4.2.3.2 การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

1.4.2.4 แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้

1.4.2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.2.6 ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

1.4.2.7 แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

1.4.3 ตัวแปรในการวิจัย

1.4.3.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

1.4.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน, ทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า, ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม

1.4.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.4.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 96 คน

1.4.4.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4.4.3 ผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ อาจารย์ที่ปฏิบัติการสอนด้านวิศวกรรมไฟฟ้า หรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีประสบการณ์สอนในด้านวิศวกรรมไฟฟ้า หรือรายวิชาที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกัน ไม่นต่ำกว่า 2 ปี และมีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท จำนวน 3 คน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.3 ชุดฝึกอบรม หมายถึง เอกสารเครื่องมือและอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องกับเนื้อหาเครื่องวัดไฟฟ้า ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน โปรแกรมนำเสนอพาวเวอร์พอยท์ แบบทดสอบหลังเรียน

1.5.4 ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เป็นชุดฝึกอบรมที่ใช้ศึกษาการวัดค่าต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้าภายในบ้าน โดยใช้เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

1.5.5 ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม หมายถึง การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องกำหนดค่าเป็น E1 ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายจะกำหนดค่าเป็น E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หากชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าชุดฝึกอบรมนั้นเหมาะสมที่จะนำไปประกอบการเรียนการสอนได้

1.5.6 เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับของประสิทธิภาพที่คาดหวัง ซึ่งวัดได้จากค่าของคะแนนเฉลี่ย โดยกำหนดดังนี้

1.5.6.1 80 ตัวแรก คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนระหว่างเรียนทั้งหมด โดยคิดจากการทำใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน

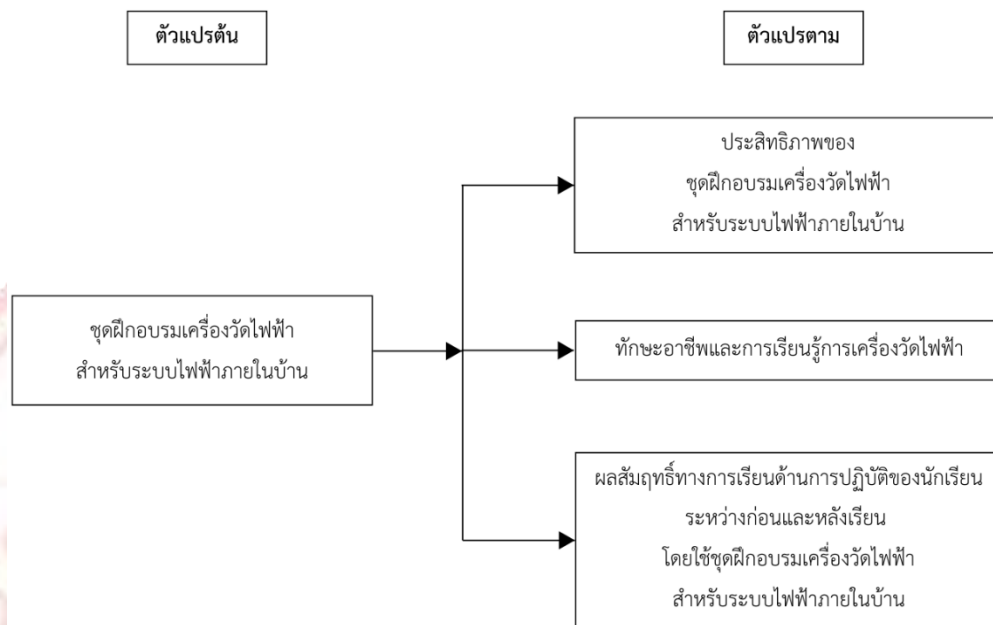
1.5.6.2 80 ตัวหลัง คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง หลังจากผู้เรียนเรียนจบกระบวนการ โดยคิดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.3 ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน สามารถส่งเสริมทักษะอาชีพ และการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า และสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ มีส่วนร่วม ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.6.4 ผู้สอนได้มีการศึกษา และพัฒนาสื่อการสอนทางด้านวิศวกรรม เพื่อนำไปปรับปรุง และประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนด้านการปฏิบัติ ให้ตรงตามมาตรฐานระดับอาชีวศึกษา

1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ และการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า และรายวิชาที่มี เนื้อหาที่เกี่ยวข้องเรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งหัวข้อที่ศึกษามีดังนี้

- 2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกอบรม
- 2.2 การออกแบบชุดฝึกอบรม
- 2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม
- 2.4 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
- 2.5 ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills)
- 2.6 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกอบรม

2.1.1 ความหมายของชุดฝึกอบรม

ชุดฝึกอบรม หรือชุดการสอน มีความหมายคล้ายคลึงกันและสามารถใช้แทนกันได้ อีกทั้งยังมีจุดมุ่งหมาย เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดฝึกอบรม ไว้ดังนี้

จิตารัตน์ (2543) ชุดการสอน คือ การนำสื่อการเรียนหลายอย่างมาประกอบกัน ในรูปของสื่อ ประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ โดยสื่อการสอนแต่ละชนิดจะส่งเสริมซึ่งกันและ กัน ใช้เพื่อสร้างความสนใจในเนื้อหาที่กำลังจะเรียน เช่น รูปภาพ เกม บัตรคำทาย เพลง และนิทาน เป็นต้น ซึ่งสื่อต่าง ๆ จะช่วยสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อจะสื่อความหมายให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ตามเป้าหมายของการเรียนสื่อการสอน จะสอดคล้องกับขอบข่ายเนื้อหาของความรู้ตามหลักสูตร ประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการสอน ซึ่งระบุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน รายละเอียดที่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหาวิชา ลำดับขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอน รายชื่อสื่อการสอน แบบทดสอบ บัตรงาน และสื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ชุดการสอนจึงมีความเหมาะสม และสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

นริภัทร (2553) ชุดฝึกอบรม หมายถึง สื่อการฝึกอบรมแบบประสมที่กำหนดวิธีการสอนของวิทยากร และกิจกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ รวมทั้งระบุเอกสาร วัสดุ อุปกรณ์ และแบบทดสอบที่ใช้ประเมินผลการฝึกอบรมแต่ละวิชา โดยมีขั้นตอนการสร้างอย่างมีระบบ ชุดฝึกอบรมเป็นหลักสูตรการฝึกอบรมประเภทหนึ่งที่ประกอบด้วยวัตถุประสงค์การฝึกอบรม เนื้อหา กิจกรรม วิธีการสอน และการประเมินการฝึกอบรม ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ ชุดฝึกอบรมที่ศึกษาได้ด้วยตนเอง (Self-Learning Module) และชุดฝึกอบรมที่ต้องสอนและทำกิจกรรม (Teaching Module)

นรินันท์ (2557) ชุดฝึกอบรม คือ นวัตกรรมทางการเรียนประเภทหนึ่ง ที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อเสริมทักษะและแก้ไขจุดบกพร่องให้แก่ผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบฝึกหัดที่มีกิจกรรมให้นักเรียนกระทำ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้เกิดความเข้าใจ และมีทักษะมากขึ้น ซึ่งรวบรวมเอาเนื้อหา กิจกรรม อุปกรณ์ และเอกสารต่าง ๆ ที่จำเป็นในการเรียนการสอนไว้ในชุดซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้ตลอดเวลา

วรชัย (2562) ชุดการสอน หมายถึง ชุดสื่อการสอนที่มีการออกแบบไว้อย่างเป็นระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย เพื่อถ่ายทอดความรู้ และประสบการณ์แก่นักเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจในการแสวงหาความรู้ และทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนรู้

จากความหมายของชุดฝึกอบรม สรุปได้ว่า ชุดฝึกอบรมหรือชุดการสอนเป็นสื่อการเรียนที่มีการออกแบบอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นการส่งเสริมประสิทธิภาพในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของผู้เรียน ทั้งนี้ ชุดฝึกอบรมสามารถอยู่ในรูปแบบของสื่อประสมที่รวมสื่อการเรียนรู้หลากหลายชนิดเพื่อกระตุ้นความสนใจ และช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ชุดฝึกอบรมยังสามารถจำแนกเป็นประเภทที่เรียนรู้ด้วยตนเองและประเภทที่ต้องมีการสอนและทำกิจกรรมร่วมกัน ดังนั้น การพัฒนาและออกแบบชุดฝึกอบรมที่มีคุณภาพจะช่วยให้การเรียนการสอนตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ได้อย่างเหมาะสมและเกิดผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

2.1.2 ประเภทของชุดฝึกอบรม

ชัยยงค์ (2523) ชุดการสอน สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น เช่น รูปภาพ แผนภูมิ แผ่นโปร่งใส
2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมในลักษณะศูนย์การเรียนรู้ หรือแก้ปัญหาแบบกลุ่มประมาณ 5-7 คน เช่น รูปภาพ บัตรคำ หุ่นจำลอง หรือของตัวอย่าง

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเรียนตามอัตราภาพของตน ประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง

4. ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่น ต่างเวลา มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง ในชุดการสอนประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุ ชุดการสอนทางไปรษณีย์

ชุดการสอนที่ดีควรมีลักษณะ (1) มีความสะดวกในการใช้ (2) มีการตรวจสอบและพัฒนาแล้ว (3) มีครบบตามจำนวนนักเรียน (4) เคยทดลองใช้มาแล้วหลายครั้ง (5) สามารถยืดหยุ่นได้ (6) ส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคล (7) ใช้สื่อการสอนหลาย ๆ อย่างที่สัมพันธ์และสอดคล้องกับเนื้อหา (8) จัดและประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ หรือตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ชม (2524) แบ่งชุดการสอนตามลักษณะการใช้งานเป็น 3 ประการ ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูได้ใช้ประกอบการสอนแบบบรรยาย เพื่อเปลี่ยนแปลงบทบาทครูให้น้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น เนื่องจากชุดการสอนที่ครูเป็นผู้ใช้ บางครั้งจึงเรียกว่า “ชุดการสอนสำหรับครู” โดยแบ่งหัวข้อที่บรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับ สื่อที่ใช้ อาจเป็นแผ่นคำสอน สไลด์ประกอบเสียงบรรยาย แผนภูมิ แผนภาพ ภาพยนตร์ และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายตามปัญหา เพื่อความเรียบร้อยในการใช้ชุดการสอนประเภทนี้มักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดพอเหมาะกับจำนวนสื่อการสอน หากเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป ราคาแพง แดงง่าย หรือเป็นสิ่งมีชีวิต จะไม่ใส่ในชุดการสอน แต่จะกำหนดไว้ในส่วนที่เกี่ยวกับสิ่งที่ครูต้องเตรียมล่วงหน้าก่อนทำการสอนในคู่มือครู วัสดุอุปกรณ์เหล่านี้นิยมจัดไว้ในห้องปฏิบัติการ เช่น ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หรือห้องวิชาการ เป็นต้น

2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการสอนแบบนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และจัดการเรียนในรูปแบบศูนย์การเรียน ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบด้วยชุดการสอนย่อย ที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนครบตามจำนวนผู้เรียน การเรียนสามารถจัดได้ในรูปแบบของรายบุคคล หรือเรียนร่วมกัน ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม อาจจะต้องความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้น หลังจากนั้นผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือกันและกันได้ ระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ หากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาจบแล้วจะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดอื่นต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันได้ระหว่างเรียน และผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทางการเรียน ชุดการ

สอนแบบนี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองไปได้อย่างสูงสุดความสามารถโดยไม่ต้องเสียเวลารอผู้อื่น อันเป็นการถูกต้องและยุติธรรมในการจัดการเรียนการสอน ปัจจุบันการสอนแบบนี้เรียกว่าบทเรียนโมดูล

จากการศึกษาประเภทของชุดฝึกอบรม สรุปได้ว่า ชุดการสอนสามารถจำแนกออกเป็นหลายประเภทตามวัตถุประสงค์และลักษณะการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นชุดการสอนประกอบคำบรรยาย ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม ชุดการสอนรายบุคคล และชุดการสอนทางไกล ซึ่งแต่ละประเภทมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนในรูปแบบที่เหมาะสม นอกจากนี้ ชุดการสอนที่ดีควรมีความสะดวกต่อการใช้งาน มีการตรวจสอบและพัฒนาแล้ว และสามารถปรับเปลี่ยนให้ยืดหยุ่นตามความต้องการของผู้เรียน การจัดชุดการสอนอย่างเหมาะสมช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ดียิ่งขึ้น

2.2 การออกแบบชุดฝึกอบรม

2.2.1 การออกแบบชุดฝึกอบรม

นิพนธ์ (2537) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการออกแบบชุดฝึกอบรมไว้ว่าประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม ทำโดยการศึกษาแนวคิดพื้นฐานของชุดฝึกอบรมและในส่วนที่เกี่ยวข้องกับด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง ศิลปวัฒนธรรม และประเพณีในท้องถิ่นเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบชุดฝึกอบรม หลังจากนั้นจึงกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบชุดฝึกอบรม

2. การศึกษาชุดฝึกอบรมที่มีอยู่เดิมเพื่อให้ได้แนวทางในการออกแบบชุดฝึกอบรม

3. การออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม โดยกำหนดปัจจัยนำเข้าในการนำไปใช้ออกแบบชุดฝึกอบรม กำหนดกระบวนการออกแบบชุดฝึกอบรม และกำหนดการประเมินผลลัพธ์และผลย้อนกลับใน การออกแบบชุดฝึกอบรม หลังจากนั้นจึงออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม

2.2.2 การผลิตชุดฝึกอบรม

การผลิตชุดฝึกอบรมเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญ และมีผลต่อการนำไปใช้ในการฝึกอบรมให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ของการอบรม ซึ่งกระบวนการผลิตได้มีผู้เสนอแนวทางในการผลิตไว้ ดังนี้

นิพนธ์ (2537) ได้เสนอแนวทางในการผลิตชุดฝึกอบรมไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตชุดฝึกอบรมเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้ทราบถึงผลที่ได้จากการฝึกอบรมว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

2. การจัดลำดับสาระการนำเสนอ โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์พฤติกรรม การจัดลำดับประสบการณ์ การฝึกอบรม การกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา การฝึกอบรม และการพิจารณาหลักสูตรฝึกอบรม

3. การผลิตชุดฝึกอบรม เป็นการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมอย่างมีเหตุผล และ การเข้ามามีส่วนร่วมของกลุ่มคนที่เข้ารับการฝึกอบรม โดยคำนึงถึงหลักการปรัชญา จิตวิทยา สังคมวิทยา และการศึกษา

4. การเลือกสื่อชุดฝึกอบรมที่ช่วยให้ประสบการณ์มีความเป็นรูปธรรมสูงขึ้น โดยพิจารณาจากการตอบสนองวัตถุประสงค์ การตอบสนองของผู้รับการฝึกอบรม ความเหมาะสมกับ ประสบการณ์เดิมของผู้รับการฝึกอบรม และเป็นสื่อราคาไม่แพงหาได้ในท้องถิ่น

5. การประเมินชุดฝึกอบรมมีขอบข่ายของการประเมินครอบคลุม ทั้งด้านวัตถุประสงค์ เนื้อหา สาระ รวมทั้งการประเมินก่อนการเข้ารับการฝึกอบรม ยุทธศาสตร์ชุด ฝึกอบรม สถานที่ เวลา และสื่อฝึกอบรม

ศิริพรรณ และสมประสงค์ (2534) มีแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการผลิตชุดฝึกอบรมว่า มีกระบวนการผลิตที่ควรคำนึงถึง 7 กระบวนการ ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์
2. การกำหนดเนื้อหา
3. การกำหนดสื่อ
4. การกำหนดผู้ผลิตชุดฝึกอบรม
5. การดำเนินการผลิต
6. การทดสอบคุณภาพชุดฝึกอบรม
7. การปรับปรุงชุดฝึกอบรม

จากการศึกษาการออกแบบชุดฝึกอบรม สรุปได้ว่า การออกแบบชุดฝึกอบรมของ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1.การกำหนดวัตถุประสงค์ โดยศึกษาปัจจัยแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ 2.การศึกษาชุดฝึกอบรมเดิม เพื่อหาแนวทางปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น 3.การออกแบบจำลองชุดฝึกอบรม โดยกำหนดปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และการประเมินผลเพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

การหาประสิทธิภาพของชุดการฝึกอบรม กฤษมันต์ (2554) เมื่อนำการผลิตชุดการสอนขึ้นมาแล้ว ต้องทำการประเมินผลชุดการสอนที่ผลิตขึ้นมาก่อนนำไปใช้ จำเป็นต้องหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เพราะเหตุผลดังนี้

1. เกิดความมั่นใจว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพ

2. แน่ใจว่าชุดการสอนสามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง ชุดการสอนที่ผลิตขึ้นมาจะต้องผลิตให้ได้ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพและกระบวนการหาประสิทธิภาพที่ตั้งไว้จึงถือได้ว่าเป็นชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพและกระบวนการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนนั้น สามารถทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ลักษณะ คือ พฤติกรรมต่อเนื่องระหว่างการเรียน (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของการเรียน (ผลลัพธ์) เป็นการกำหนดให้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเป็น E1 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์เป็น E2 ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะพิจารณาจากเกณฑ์ที่ผู้ผลิตชุดการสอนได้กำหนดขึ้นว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระดับใด โดยกำหนดไว้ 2 ส่วนคือ ในส่วนของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดของผู้เรียนทุกคน (E1) และเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของผลทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน (E2) นั่นคือ E1/E2 จะเท่ากับ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ และเกณฑ์ที่ควรใช้ไม่ควรต่ำกว่า 80/80

จากการศึกษาการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเป็นขั้นตอนสำคัญในการประเมินผลก่อนนำไปใช้ ต้องมั่นใจว่าชุดการสอนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้จริง โดยใช้เกณฑ์ E1/E2 ซึ่งหมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังเรียน (E2) ค่าที่เหมาะสมไม่ควรต่ำกว่า 80/80 ซึ่งแสดงถึงคุณภาพของการเรียนการสอน ทั้งนี้ การวัดผลดังกล่าวช่วยให้สามารถปรับปรุงชุดฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการพัฒนาผู้เรียน

2.4 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

2.4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

วีรุฬ (2542) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับสิ่งหนึ่งอย่างไรถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมาก แต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่งเมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่ามีมากหรือน้อย

อรรถพร (2546) ได้สรุปว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติหรือระดับความพึงพอใจของบุคคลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมนั้น ๆ โดยเกิดจากพื้นฐานของการรับรู้ ค่านิยมและประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลจะได้รับ ระดับของความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อกิจกรรมนั้น ๆ สามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้นได้

วฤทธิ์ (2548) อ้างถึงใน รัตนศักดิ์ (2551) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจว่า เป็นปฏิกิริยาด้านความรู้สึกต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นที่แสดงผลออกมาในลักษณะของผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการ

ประเมิน โดยแบ่งออกถึงทิศทางของผลการประเมินว่าเป็นไปในลักษณะทิศทางบวกหรือทิศทางลบ หรือไม่มีปฏิกิริยา

สุทธิชาติ (2543) อ้างถึงใน รังสรรค์ (2550) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจของผู้รับบริการ โดยแบ่งออกเป็น 2 นัย คือ

1. ความหมายที่ยึดสถานการณ์การซื้อหลัก ให้ความหมายว่า “ความพึงพอใจเป็นผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการประเมินสิ่งที่ได้รับภายหลังสถานการณ์หนึ่ง”

2. ความหมายที่ยึดประสบการณ์เกี่ยวกับเครื่องหมายการค้าเป็นหลัก ให้ความหมายว่า “ความพึงพอใจเป็นผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการประเมินภาพรวมทั้งหมดของประสบการณ์หลายอย่างเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือการบริการในระยะหนึ่ง” และได้ให้ความหมายคำว่า ความพึงพอใจของผู้บริโภค หมายถึง ภาวะการแสดงผลออกที่เกิดจากการประเมินประสบการณ์ซื้อและการใช้สินค้าและบริการและได้อธิบายความหมายเพิ่มเติมว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ภาวะที่แสดงออกถึงความรู้สึกในทางบวกที่เกิดขึ้นจากการประเมินเปรียบเทียบ ประสบการณ์ ได้รับบริการที่ตรงกับสิ่งที่ลูกค้าคาดหวัง หรือดีกว่าความคาดหวังของลูกค้าในทางตรงกันข้าม ความไม่พึงพอใจ หมายถึง ภาวะการแสดงผลออกถึงความรู้สึกในทางลบที่เกิดจากการเปรียบเทียบประสบการณ์ได้รับบริการที่ต่ำกว่าความคาดหวังของลูกค้า

2.4.2 ทฤษฎีความพึงพอใจ

เซลลี (1995) อ้างถึงใน ปราการ (2546) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่าเป็นความรู้สึกสองแบบของมนุษย์ คือ ความรู้สึกในทางบวกและ ความรู้สึกในทางลบ ความรู้สึกในทางบวกเป็นความรู้สึกที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วทำให้ความรู้สึกที่มีระบบย้อนกลับและความสุขนี้สามารถทำให้เกิดความสุข หรือความรู้สึกทางบวกเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ความสุขเป็นความรู้สึกที่สลับซับซ้อนและความสุขนี้จะมีผลต่อบุคคลมากกว่าความรู้สึกในทางบวกอื่น ๆ ความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกทางบวกและความสุขมีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อนและระบบความสัมพันธ์ของความรู้สึกทั้งสามนี้เรียกว่าระบบความพึงพอใจโดยความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อระบบความพึงพอใจมีความรู้สึกทางบวกมากกว่าความรู้สึกทางลบ

ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (1970) อ้างถึงใน รังสรรค์ (2550)

มาสโลว์ (Maslow) ได้เรียงลำดับสิ่งจูงใจ หรือความต้องการของมนุษย์ไว้ 5 ระดับ โดยเรียงลำดับขั้นของความต้องการไว้ตามความสำคัญ ดังนี้

1. ความต้องการพื้นฐานทางสรีระ
2. ความต้องการความปลอดภัยรอดพ้นอันตรายและมั่นคง
3. ความต้องการความรัก ความเมตตา ความอบอุ่น การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ
4. ความต้องการเกียรติยศชื่อเสียง การยกย่อง และความเคารพตัวเอง

5. ความต้องการความสำเร็จด้วยตนเอง

ความพอใจในขั้นต่าง ๆ ของความต้องการของมนุษย์นี้ ความต้องการขั้นสูงกว่าบางครั้งได้ปรากฏออกมาให้เห็นแล้วก่อนที่จะความต้องการ ขั้นแรกจะได้เห็นผลเป็นที่พอใจเสียด้วยซ้ำอย่างไรก็ตามบุคคลแต่ละคนส่วนมากแสดงให้เห็นว่า ตนมีความพอใจอย่างสูงสุด ในลำดับขั้นความต้องการขั้นต่าง ๆ มากกว่าขั้นสูงจากการสำรวจ พบว่า คนธรรมดาทั่วไปจะมีความพอใจในลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ความต้องการทางด้านกายภาพ 85%

ความต้องการความปลอดภัย 70%

ความต้องการทางด้านสังคม 50%

ความต้องการเด่นในสังคม 40%

ความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในสิ่งที่ตนปรารถนา 10%

ศิริพงศ์ และ พยัต (2547) สรุปประเด็นเกี่ยวกับความพึงพอใจดังนี้

1. ความพึงพอใจเป็นการเปรียบเทียบความรู้สึกกับความคาดหวัง
2. ความพึงพอใจเป็นการเปรียบเทียบความรู้สึกกับสิ่งเร้า
3. ความพึงพอใจเป็นการเปรียบเทียบความรู้สึกหรือทัศนคติกับสิ่งที่ได้รับ
4. ความพึงพอใจเป็นการเปรียบเทียบประสบการณ์กับการคาดหวัง

กัลธิดา, นิธิวดี และปัญญา (2545) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจต่อการให้บริการและการจูงใจว่าบุคคลส่วนใหญ่เข้าใจว่าเป็นสิ่งเดียวกันซึ่งในความเป็นจริงแล้วความพึงพอใจเป็นความรู้สึกต่อการให้บริการ ส่วนการจูงใจมาใช้บริการนั้นเป็นผลที่เกิดจากความรู้สึก ซึ่งกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมการใช้บริการความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ ความพึงพอใจเป็นทัศนคติที่มีต่อการให้บริการของบุคคลในองค์กร เป็นเป้าหมายแต่แรงจูงใจนั้นมีจุดหมาย อย่างไรก็ตาม ทั้งสองเรื่องไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจนด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

ประการที่ 1 ความพึงพอใจนั้นเป็นความพึงพอใจที่ตอบสนองสิ่งที่ชอบหรือไม่ชอบและเราถือว่าคนเราพยายามเข้าใจสิ่งที่ตนพอใจ และความพยายามหลีกเลี่ยงสิ่งที่ตนไม่พอใจซึ่งเป็นผลให้ความพึงพอใจเชื่อมโยงกับพฤติกรรมในการจูงใจมาใช้บริการ

ประการที่ 2 ทฤษฎีการจูงใจทั้งหลายอยู่ภายใต้ข้อสมมติฐานในเรื่องความพึงพอใจซึ่งหมายความว่า แต่ละคนจะถูกจูงใจให้มุ่งหาสิ่งที่ตนพึงพอใจอันก่อให้เกิดผลที่ว่า ทฤษฎีการจูงใจนั้นยังต้องพิจารณาในเรื่อง ความพึงพอใจควบคู่ไปด้วย

ความพึงพอใจมีความหมายโดยทั่วไปว่าระดับความรู้สึกในทางบวกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความหมายของความพึงพอใจในการบริการ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ความหมายในความหมายที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจผู้บริโภคหรือผู้รับบริการและความพึงพอใจในงานของผู้ให้บริการ

ความพึงพอใจในการบริการเกิดจากการประเมินคุณค่าการรับรู้คุณภาพของการบริการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บริการตามลักษณะของการบริการและกระบวนการนำเสนอบริการในวงจรของการให้บริการระหว่างผู้ให้บริการและผู้รับบริการ ซึ่งถ้าตรงกับสิ่งที่ผู้รับบริการมีความต้องการหรือตรงกับ ความคาดหวังที่มีอยู่หรือประสบการณ์ที่เคยได้รับบริการตามองค์ประกอบ ดังกล่าวย่อมนำมา ซึ่งความพึงพอใจในการบริการนั้น หากเป็นไปในทางตรงกันข้าม การรับรู้สิ่งที่ผู้รับบริการได้รับจริงไม่ตรงกับ การรับรู้สิ่งที่ผู้รับบริการคาดหวังผู้รับบริการย่อมเกิดความไม่พอใจต่อผลิตภัณฑ์บริการและนำเสนอ บริการนั้นได้

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่า เมื่อนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนผลตอบแทนภายในหรือรางวัลภายใน เป็นผลทางด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดขึ้นกับ ตัวผู้เรียนเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้น เมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ และสามารถดำเนินภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จทำให้เกิดความภาคภูมิใจความมั่นใจตลอดจน ได้รับความยกย่องจากบุคคลอื่นส่วนผลของการตอบแทนจากภายนอกจะเป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดทำให้ มากกว่าที่ตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับความยกย่องชมเชยจากครูผู้สอนพ่อแม่ผู้ปกครองหรือแม้แต่ ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

2.5 ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills)

2.5.1 ทักษะอาชีพ

เพ็ชรี (2545) ให้ความหมายของอาชีพ หมายถึง ภาระหน้าที่มนุษย์ต้องทำเป็นประจำด้วยความถนัด ความสนใจ ความรู้ ความสามารถ การฝึกฝนจนเชี่ยวชาญ มีผลตอบแทน ในรูปแบบ ได้แบ่งอาชีพเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. งานอาชีพที่ทำให้ผู้อื่น (Work for others) หรือเป็นลูกจ้าง/พนักงานให้กับองค์กรที่เป็น รัฐบาล องค์กรธุรกิจเอกชน หรือองค์กรการกุศลสาธารณะต่าง ๆ
2. งานอาชีพอิสระ (Self – Employment) เป็นการทำงานที่ไม่ต้องมีการสมัครงาน เกิด จากการตัดสินใจของผู้ที่จะทำเพื่อทำให้ตนเอง ทำด้วยตนเอง จ้างตนเอง อาศัยปัจจัยความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ โอกาส จังหวะ การเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในชีวิต การฝึกฝน การ พัฒนาพัฒนาตนเอง ซึ่งกิจการของงานอาชีพอิสระนั้นมีขนาดตั้งแต่เล็ก กลาง และขนาดใหญ่ ตาม ความพึงพอใจ ทุนทรัพย์ ความสามารถ

ราชบัณฑิตยสถาน (2554) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ทักษะ” และ “อาชีพ” ไว้ดังนี้

ทักษะ เป็นคำนาม ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Skill ซึ่งหมายถึง ความชำนาญ

อาชีพ อาชีวะ - อาชีวะ เป็นคำนาม ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Occupation ซึ่งหมายถึง การหาเลี้ยงชีพ การทำมาหากิน งานที่ทำเป็นประจำเพื่อเลี้ยงชีพ

จากความหมายดังกล่าว ทักษะอาชีพ หมายถึง ความชำนาญในการทำงาน การทำมาหากิน เพื่อเลี้ยงชีพ

กระทรวงแรงงาน (2557) ให้ความหมายของอาชีพ ว่าหมายถึง งานหรือภาระหน้าที่ของมนุษย์ ที่ต้องทำอย่างสม่ำเสมอ หรือประจำด้วยความถนัด ความสนใจ ความรู้ความสามารถ รวมทั้งประสบการณ์ หรือการฝึกฝนจนเชี่ยวชาญ โดยมีผลตอบแทนในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ความพึงพอใจ เงิน การแลกเปลี่ยน การได้รับการยกย่องให้มียศชื่อเสียง และการสร้างเครือข่ายเพื่อนฝูงในสังคม

จากความหมายดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า ทักษะอาชีพ หมายถึง ความชำนาญ ความเชี่ยวชาญในการทำมาหากิน การหาเลี้ยงชีพหรือในงานที่ทำอยู่เป็นประจำ อันเป็นภาระหน้าที่ที่มนุษย์ต้องทำเพื่อให้ได้มาซึ่งผลตอบแทนในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งอาชีพที่ทำให้แก่ผู้อื่นและอาชีพอิสระที่ตนทำขึ้นเองตามความพึงพอใจ ความสามารถ และความชำนาญ อันเกิดจากการฝึกฝน เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงของตนเอง

ทักษะในศตวรรษที่ 21 คือ ความรู้ ความเชี่ยวชาญ ความสามารถกว้าง ๆ ที่จำเป็นในการประสบความสำเร็จในสังคมสมัยใหม่ ในช่วงหลายปีที่ผ่านมากลุ่มนักการศึกษา นักวิชาการ และหน่วยงานของรัฐได้เตรียมพร้อมและส่งเสริมทักษะพื้นฐานเหล่านี้ เพื่อเตรียมบุคลากรให้พร้อมสำหรับสิ่งที่เกิดขึ้น ในขณะที่ เราอาจเห็นความแตกต่างเล็กน้อยใน การอธิบายและกำหนดทักษะในศตวรรษที่ 21 จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.5.1 ทักษะการเรียนรู้

ทักษะการเรียนรู้ (Learning skills) : ทักษะที่ใช้ในการประมวลผลและสื่อสารข้อมูล ซึ่งรวมถึงความคิดสร้างสรรค์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์การทำงานร่วมกันและการสื่อสาร ประกอบด้วยทักษะ 4 ทักษะ คือ

- 1.1 Critical Thinking หรือ ความคิดเชิงคิดวิเคราะห์แก้ไขปัญหา
- 1.2 Collaboration หรือ การทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็นทีม
- 1.3 Creativity หรือ ความคิดสร้างสรรค์
- 1.4 Communication หรือ การสื่อสาร

จากการศึกษาทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) สรุปได้ว่า ทักษะอาชีพหมายถึงความชำนาญในการทำงานที่ต้องอาศัยความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ เพื่อให้เกิดผลตอบแทน ทั้งในรูปแบบของงานประจำและอาชีพอิสระ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต ส่วนทักษะการเรียนรู้เป็นพื้นฐานที่ช่วยพัฒนาทักษะอาชีพ โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน ความคิดสร้างสรรค์ และการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ในศตวรรษที่ 21 ทักษะเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการปรับตัวและประสบความสำเร็จในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นการพัฒนาทักษะทั้งสองด้านควรดำเนินควบคู่กันเพื่อเพิ่มโอกาสในการทำงานและความก้าวหน้าในอาชีพ

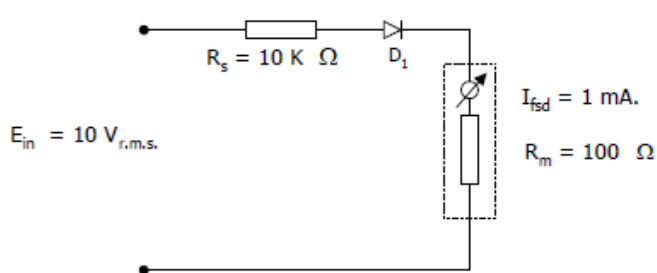
2.6 เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

2.6.1 โวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแส

เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแสจะมีส่วนเคลื่อนที่เป็นแบบขดลวดเคลื่อนที่ที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Moving Coil : PMMC) ซึ่งได้กล่าวแล้วในหน่วยที่ 2 เป็น เครื่องวัดแบบมีขั้วตายตัว และตอบสนองต่อปริมาณไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น เมื่อป้อนกระแสสลับความถี่ต่ำ เช่น 0.1 เฮิรตซ์ ผ่านเครื่องวัดแบบ PMMC เข็มของเครื่องวัดจะเบี่ยงเบนตามค่าชั่วขณะที่เพิ่มขึ้นและลดลงของ กระแสสลับ แต่สำหรับกระแสสลับที่มีความถี่สูงกว่านี้ เช่น 50-60 เฮิรตซ์ กลไกหน่วงแรงและโมเมนต์ความเฉื่อย ของระบบเคลื่อนที่ของเครื่องวัดทำให้เข็มเคลื่อนที่ไม่ทันการเปลี่ยนแปลงของกระแสสลับ และจะทำให้เข็มของ มิเตอร์ชี้บอกค่าเฉลี่ยของ กระแสที่ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่แทน กรณีที่กระแสสลับเป็นรูปคลื่นหรือฟังก์ชันของ ไซน์จะได้ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ เข็มชี้ของเครื่องมือวัดแบบนี้จึงชี้ค่าศูนย์ แม้ว่ากระแสสลับไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ อยู่ ก็ตาม ดังนั้นเมื่อต้องการให้เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่สามารถวัดกระแสสลับได้ จำเป็นจะต้องเปลี่ยนไฟ กระแสสลับให้เป็นปริมาณที่เครื่องวัดสามารถตอบสนองและแสดงค่าได้ถูกต้องโดยการต่อ วงจรเรียงกระแสเข้า กับระบบเคลื่อนที่และปรับเทียบให้อ่านค่ากระแสสลับได้ถูกต้อง

1. โวลต์มิเตอร์กระแสสลับแบบเรียงกระแส

โวลต์มิเตอร์แบบครึ่งคลื่น (Half-Wave Rectifier Voltmeter)



ภาพที่ 2.1 เครื่องมือวัดแบบ D' Arsonval ต่อแบบครึ่งคลื่น

จากภาพที่ 2.1 ความไวของโวลต์มิเตอร์ (DC. Sensitivity) คือ

$$S = \frac{1}{I_{fsd}} = \frac{1}{1mA} = 1k\Omega/V \quad (1.1)$$

สมมติว่าไดโอดที่ใช้เป็นไดโอดแบบอุดมคติ และระบบเคลื่อนที่ต้องการค่าแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 10 โวลต์ จึงจะทำให้เข็มชี้แสดงค่าเบี่ยงเบนเต็มสเกลต่อวงจรดังรูปที่ 1.1 ดังนั้นถ้าแทน $10 V_{dc}$ ด้วยแรงดันรูปไซน์ $10 V_{rms}$ ด้านขาเข้า แรงดันที่ตกคร่อมมิเตอร์จะเป็นแรงดันครึ่งบวกหรือครึ่งลบของรูปคลื่นเท่านั้นเพราะรูปคลื่น ไซน์ผ่านไดโอดเรียงกระแสซึ่งจะยอมให้กระแสไหลผ่านทิศทางเดียว ค่ายอดสูงสุดของคลื่นไซน์ $10 V_{rms}$ หาได้ จากสมการ

$$E_p = 10 V_{rms} \times \sqrt{2} = 14.14 V$$

เนื่องจากมิเตอร์แบบ PMMC เป็นมิเตอร์กระแสตรงดังนั้นจะตอบสนองกับค่าเฉลี่ยคลื่น ไซน์ของ ไฟสลับ (เทียบเท่ากับไฟฟ้กระแสตรง) ซึ่งมีค่าเป็น 0.318 เท่าของค่าสูงสุด เขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$E_{ave} = E_{dc} = \frac{E_p}{\pi} = 0.318 E_p$$

หรือ

$$E_{ave} = E_{dc} = \frac{\sqrt{2} V_{rms}}{\pi} = 0.45 E_{rms} \quad (1.2)$$

ไดโอดจะทำให้มีแรงดันคร่อมระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์เพียงครึ่งคลื่น จะเห็นว่าถ้าต่อระบบเคลื่อนที่ ที่นี้เป็นเครื่องวัดกระแสสลับ จะมีความไวต่ำกว่าเครื่องวัดกระแสตรงประมาณ 45 % ของความไวกระแสตรง เช่น ต้องการให้เข็มเบี่ยงเบนเต็มสเกลโดยใช้แรงดันขาเข้าเป็น $10 V_{rms}$ ต้องลดค่าความต้านทานจำกัดกระแสลง 45 % ของค่าที่ใช้ในเครื่องวัดกระแสตรงด้วย สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$R_s = \frac{E_{dc}}{I_{dc}} - R_m$$

หรือ

$$R_s = \frac{0.45 E_{rms}}{I_{dc}} - R_m \quad (1.3)$$

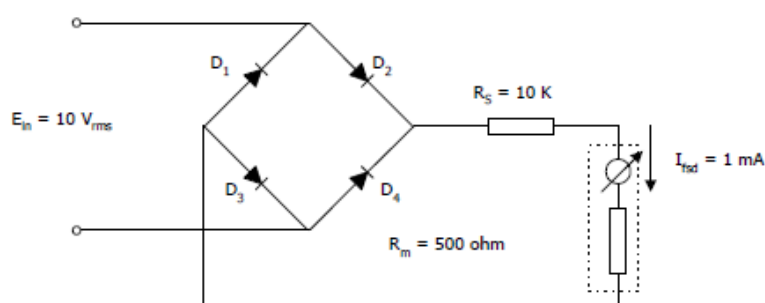
ดังนั้น

$$S_{ac} = 0.45 S_{dc} \quad (1.4)$$

ในทางการค้าจะจัดให้ไดโอดอยู่ในชุดเดียวกันเรียกว่า “Instrument Rectifier” ดังแสดงในรูปที่ 1.2 ขณะ ด้านเข้าเป็นคลื่นครึ่งบวก D_2 จะได้รับไบอัสกลับ และเมื่อคลื่นลบเข้าจะได้รับไบอัสตรงเป็นทางผ่านให้กระแส รั่วไหลของ D_1 แทนที่จะต้องผ่านระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์ และความต้านทานขนาน (Shunt) ซึ่งค่าความต้านทานขนานจะต่อไว้เพื่อให้มิเตอร์ทำงานอยู่ในช่วงเชิงเส้นดี

2. โวลต์มิเตอร์แบบเรียงกระแสเต็มคลื่น (Full-Wave Rectifier Voltmeter)

เมื่อต่อเครื่องวัดกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น จะทำให้มีความไวเพิ่มขึ้นมากกว่าแบบครึ่งคลื่น สองเท่า โดยต่อเป็นวงจรแบบบริดจ์ ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นร่วมกับระบบเคลื่อนที่ แบบ D' Arsonval

จากภาพที่ 2-2 ค่าแรงดันยอด (Peak Value) ของ $10 V_{rms}$ จะคำนวณได้เช่นเดียวกับการต่อแบบครึ่ง คลื่นคือ

$$E_p = \sqrt{2} E_{rms} = \sqrt{2} \times 10 = 14.14 V_{peak}$$

ค่าเฉลี่ยหรือ V_{dc} ของรูปคลื่นก็จะมีค่าเป็นสองเท่าของการต่อแบบครึ่งคลื่นดังนี้

$$\begin{aligned} E_{av} &= 2\sqrt{2} E_{rms} = \frac{2 E_p}{\pi} \\ &= 0.636 \times 14.14 = 8.99 V. \approx 9 V. \end{aligned}$$

หรือ

$$E_{av} = 0.9 \times E_{rms} = 0.9 \times 10 V = 9 V.$$

$$S_{ac} = 0.9 S_{dc} \quad (1.5)$$

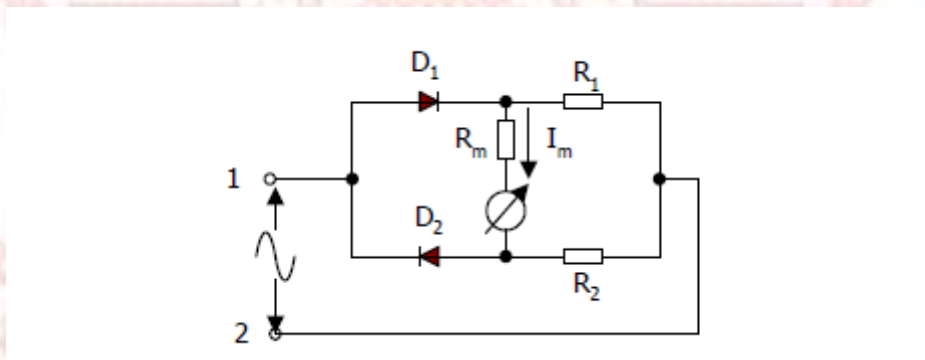
จะเห็นว่าแรงดัน $10 V_{rms}$ มีค่าเทียบเท่ากับแรงดันไฟตรง $9 V$ เมื่อใช้วงจรแบบเต็มคลื่น ซึ่งจะทำให้ เข็มชี้เบี่ยงเบนไปเพียง 90% ของค่าเต็มสเกล นั้นหมายความว่าเครื่องวัดมีความไว $= 90 \%$ ของค่าความไว กระแสตรง ดังนั้นวงจรจะใช้ค่าความต้านทาน $R_s = 90 \%$ ของค่า R_s ที่ใช้สำหรับแรงดัน $10 V_{dc}$ หาค่าได้จาก สมการ

$$R_s = S_{ac} \times \text{Range} - R_m \quad (1.6)$$

ซึ่งค่าต่าง ๆ จะใช้ได้กับรูปคลื่นไซน์ สำหรับสัญญาณที่เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม, สามเหลี่ยม หรือ ฟัน เลื่อยหากใช้สมการต่าง ๆ เหล่านี้จะได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง

3. โวลต์มิเตอร์ต่อแบบเรียงกระแสครึ่งบริดจ์ (Half-Bridge Full-Wave Rectifier Voltmeter)

โวลต์มิเตอร์กระแสสลับที่ใช้วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งบริดจ์ เนื่องจากใช้ไดโอดเพียงสองตัวและอีก สองตัวที่เหลือจะแทนด้วยความต้านทานจึงเรียกว่าเป็นแบบครึ่งบริดจ์วงจรนี้จะทำให้มิเตอร์มีกระแสผ่านเต็มคลื่น แต่ขณะเดียวกันก็มีกระแสบางส่วนไม่ผ่าน (Bypasses) ระบบเคลื่อนที่ของมิเตอร์ แสดงดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งบริดจ์

การทำงาน

การทำงานของวงจรรูปที่ 1.4 อธิบายได้โดยเริ่มจากเมื่อมีคลื่นกระแสสลับครึ่งด้านบวก เข้ามาระหว่าง ขั้ว 1 และ 2 ไดโอด D_1 จะนำกระแสเนื่องจากได้รับไบอัสตรงและ D_2 จะกั้นไม่ให้กระแสไหลเนื่องจากได้รับไบอัส กลับทาง กระแสจะไหลจากขั้วหมายเลข 1 ผ่านไดโอด D_1 และระบบเคลื่อนที่ R_m จากบนลงล่าง (บวกไปลบ) ผ่านความต้านทาน R_2 ไปยังขั้วหมายเลข 2 ขณะเดียวกันจะเห็นว่าความต้านทาน R_1 ขนานอยู่กับระบบเคลื่อนที่ R_m ที่ต่ออนุกรมอยู่กับความต้านทาน R_2 สรุปได้ว่ากระแสจำนวนมาก จะไหลผ่านไดโอด D_1 ผ่าน ความต้านทาน R_1 และบางส่วนขนาดไม่เกินไปกีดของระบบเคลื่อนที่ไหลผ่านระบบเคลื่อนที่ R_m และความต้านทาน R_2

เมื่อมีคลื่นกระแสลับครึ่งด้านลบเข้ามาระหว่างขั้ว 1 และ 2 ไดโอด D_2 จะนำกระแสเนื่องจากได้รับ ไบอัสตรงส่วน D_1 จะกั้นไม่ให้กระแสไหลเนื่องจากได้รับไบอัสกลับทาง กระแสจะไหลจากขั้วหมายเลข 2 ผ่าน R_2 ผ่านระบบเคลื่อนที่ R_m จากบนลงล่าง (บวกไปลบ) ผ่านไดโอด D_2 ไปยังขั้วหมายเลข 1 ขณะเดียวกันจะเห็น ว่าความต้านทาน R_2 ขนานอยู่กับระบบเคลื่อนที่ R_m ที่ต่ออนุกรมกับความต้านทาน R_1 ดังนั้นกระแสจำนวนมาก จะไหลผ่านความต้านทาน R_2 ผ่านไดโอด D_2 เหลือบางส่วนที่ไม่เกินพิกัดของระบบเคลื่อนที่ผ่าน R_1 และ R_m นั้นเอง

2. ความต้านทานขยายพิสัย

ค่าความต้านทานที่ใช้ขยายย่านการวัดในเครื่องวัดกระแสลับที่ใช้ระบบเคลื่อนที่แบบ D'Arsonval ร่วมกับวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น จะหาได้จากสมการ โดยที่ E_{rms} ในสมการคือย่านหรือพิสัยการวัด ส่วน R_m คือความต้านทานรวมของระบบเคลื่อนที่ D'Arsonval

$$R_s = \frac{E_{dc}}{I_{dc}} - R_m$$

หรือ

$$R_s = \frac{0.45E_{dc}}{I_{dc}} - R_m \quad (1.3)$$

สำหรับค่าความต้านทานที่ใช้ขยายย่านการวัดในเครื่องวัดกระแสลับที่ใช้ระบบเคลื่อนที่แบบ D'Arsonval เมื่อใช้ร่วมกับวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น จะหาได้จากสมการ (1.5) และ (1.6) โดยที่ Range ใน สมการ (3.6) คือ E_{rms} หรือย่านการวัดนั่นเอง

$$S_{ac} = 0.9 S_{dc} \quad (1.5)$$

$$R_s = S_{ac} \times \text{Range} - R_m \quad (1.6)$$

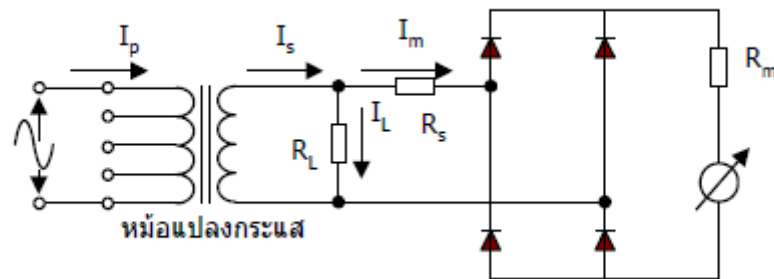
2.6.2 แอมมิเตอร์แบบเรียงกระแส

แอมมิเตอร์กระแสตรงจะมีค่าความต้านทานต่ำเช่นกัน แอมมิเตอร์กระแสลับก็ต้องการให้มีความต้านทานค่าต่ำ ๆ ด้วย เพราะการวัดกระแสจะต้องต่ออนุกรมกับวงจรเพื่อให้มีแรงดันตกคร่อม แอมมิเตอร์มี ค่าต่ำมาก ๆ โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณไม่เกิน 100 มิลลิโวลต์ ดังนั้นหากใช้วงจรเรียงกระแสที่ใช้ไดโอดแบบ เยอรมันเนียมจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอดอย่างน้อย 0.3 โวลต์ และ 0.7 โวลต์ ถ้าเป็นซิลิคอนไดโอด เมื่อต่อวงจร เป็นแบบเต็มคลื่นจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอด 0.3 ถึง 1.4 โวลต์ จะเห็นว่าแรงดันตกเกินค่าที่ต้องการ (100 มิลลิโวลต์) ทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องมือวัดแบบเรียงกระแสนี้สำหรับใช้วัดกระแสลับโดยตรง

การใช้หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) จะทำให้ความต้านทานของแอมมิเตอร์และแรงดัน ตกคร่อมที่ขั้วต่อมีค่าต่ำลง หม้อแปลงจะช่วยเพิ่มแรงดันด้านเพื่อให้ได้แรงดันสูงพอที่จะให้วงจรเรียงกระแส ทำงานได้ ขณะเดียวกันก็จะลดกระแสจากด้านเข้าให้เป็นกระแสด้านออกที่มีขนาดที่ไม่เกินพิกัดของระบบ เคลื่อนที่ของมิเตอร์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบ D'Arsonval หรือ PMMC และสิ่งสำคัญเมื่อใช้หม้อแปลงกระแสใน วงจรแอมมิเตอร์คือจะต้องคำนึงถึงอัตราส่วนหม้อแปลง $I_p/I_s = N_s/N_p$ ด้วย

1. การทำงานและการคำนวณค่าความต้านทานขยายพิสัย

การขยายย่านการวัดทำได้โดยการต่อความต้านทานขนานเข้ากับระบบเคลื่อนที่ที่ต่ออยู่กับวงจรเรียง กระแส โดยต่อความต้านทานค่าที่เที่ยงตรงสูง R_L ทางด้านออกของหม้อแปลงดังรูปที่ 1.5



ภาพที่ 2-4 แอมมิเตอร์ใช้หม้อแปลงกระแส วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นและระบบเคลื่อนที่ PMMC

การเลือกค่าความต้านทาน R_L ใช้วิธีคำนวณเหมือนกับการขยายพิสัยกระแสของแอมมิเตอร์กระแสตรง เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสส่วนเกินความต้องการ (สูงสุด) ของระบบเคลื่อนที่

พิสัยของเครื่องวัดสามารถเปลี่ยนได้โดยใช้สวิตช์เลือกเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_L ให้เป็นค่าที่ เหมาะสมค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณซึ่งจะทำให้สามารถใช้วัดกระแสในแต่ละพิสัยได้นอกจากวิธีนี้เรายัง สามารถเปลี่ยนพิสัยของการวัดกระแสของเครื่องวัดได้อีกวิธีหนึ่ง คือ ทำการเปลี่ยนตำแหน่งขั้วต่อแยก (Tap) ของ ขดลวดด้านปฐมภูมิหม้อแปลงกระแสให้มีจำนวนรอบต่างกัน ดังแสดงขั้วต่อแยกในภาพที่ 2-4

2.6.3 เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนามิก

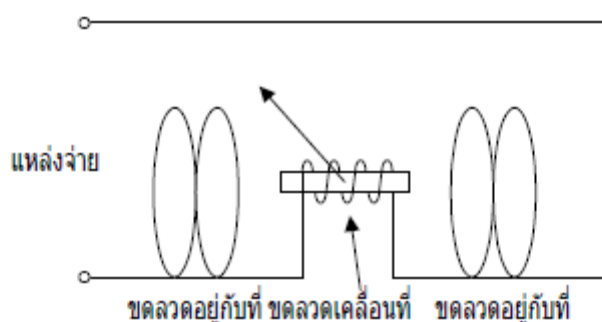
หลักการทำงานและการใช้งานวัดกระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า

อิเล็กทรอนิกส์ไดนามิเตอร์ประกอบด้วยขดลวดอยู่กับที่ 2 ชุดใช้แทนขั้วแม่เหล็กถาวรในเครื่องวัดแบบ ขดลวดเคลื่อนที่ และมีชุดขดลวดเคลื่อนที่ต่ออนุกรมกันดังแสดงในรูปที่ 1.6 เมื่อปล่อยให้กระแสผ่านขดลวด สนามแม่เหล็กและขดลวดเคลื่อนที่ที่เกิดแรงจากแม่เหล็กไฟฟ้าในส่วนเคลื่อนที่ เรานิยมเรียกเครื่องวัดชนิดนี้ว่า อิเล็กทรอนิกส์ไดนามิเตอร์

เครื่องวัดชนิดนี้ใช้วัดได้ทั้งกระแสดตรงและกระแสสลับใช้ทำเป็นแอมมิเตอร์มาตรฐานต่าง ๆ เช่น โวลต์มิเตอร์ วาร์มิเตอร์ เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ มิเตอร์วัดความถี่ และเครื่องมือวัดถ่ายทอด (Transfer Instruments) แต่เนื่องจากการใช้กำลังสูง ไม่นิยมใช้เป็นแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ ปัจจุบันนิยมเพียงใช้ทำ เป็นวัตต์มิเตอร์

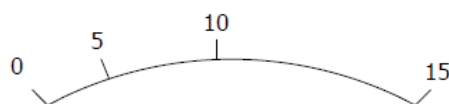
เครื่องวัดถ่ายทอด หมายถึงเครื่องวัดที่ทำการปรับเทียบ (Calibrated) ด้วยปริมาณไฟฟ้ากระแสดตรง แล้วสามารถนำไปใช้วัดค่าไฟฟ้ากระแสสลับได้โดยไม่ต้องปรับปรุงแก้ไขแล้ว ซึ่งสามารถนำไปใช้วัดแสดงค่าได้ ถูกต้องทั้งไฟฟ้ากระแสดตรงและกระแสสลับ โดยมีความถูกต้องของการวัดอยู่ในช่วงความถี่ 0 - 125 เฮิรตซ์

อิเล็กทรอนิกส์ไดนามิเตอร์จะมีชุดขดลวดเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถทนกระแสสูงถึง 100 mA โดยไม่ต้องต่อ ความต้านทานแบ่งกระแส (Shunt) นั่นคือขนาดตัวนำที่ใช้ก็ต้องโตพอและจะทำให้มีน้ำหนักมากกว่าระบบ เคลื่อนที่ธรรมดาเป็นสาเหตุให้มีความไวต่ำลงด้วย โดยทั่วไปจะมีความไวประมาณ 20 - 100 Ω / V เท่านั้น



ภาพที่ 2-5 เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนามิก

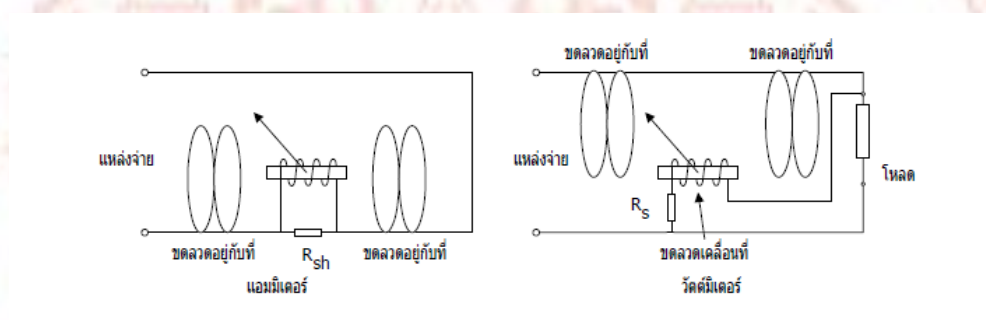
สามารถใช้ทำเป็นแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์ได้โดยการต่อวงจรดังภาพที่ 2-7 ซึ่งเข็มชี้จะเบี่ยงเบน ตามค่าของกระแสยกกำลังสอง (I^2) ทำให้สเกลของมิเตอร์เตอร์ถูกกำหนดเป็นแบบ



สเกลแบบ Square - Law meter

Square - Law Meter Scale ดังภาพที่ 2-6

ภาพที่ 2-6 สเกลของมิเตอร์เตอร์ (Square - Law Meter Scale)



ภาพที่ 2-7 การต่อวงจรใช้ทำเป็นแอมมิเตอร์หรือโวลต์มิเตอร์

2.6.4 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

Iron-vane Meter Movement นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความแข็งแรงทนทานมาก แต่มีความถูกต้องไม่สูงมากนัก นิยมนำไปวัดไฟฟ้ากระแสสลับที่แผงสวิตช์หรือแผงควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม หรือในรถยนต์ นอกจากนี้เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่จะมีใช้ในเครื่องมือวัดราคาถูก เช่น ใช้สำหรับวัดการอัด ประจุและคายประจุในรถยนต์ สำหรับกรณีใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น สำหรับงานวัดกระแสไฟฟ้าจะยอมให้มี ค่าผิดพลาดในช่วง 5 % - 10 % เป็นต้น แบ่งตามผลของแรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนที่เป็น 3 แบบคือ แบบ แรงดูด แบบแรงผลัก และแบบแรงดูดแรงผลัก รวมกันดังนี้

เครื่องวัดแบบแรงดูด (Attraction Movement)

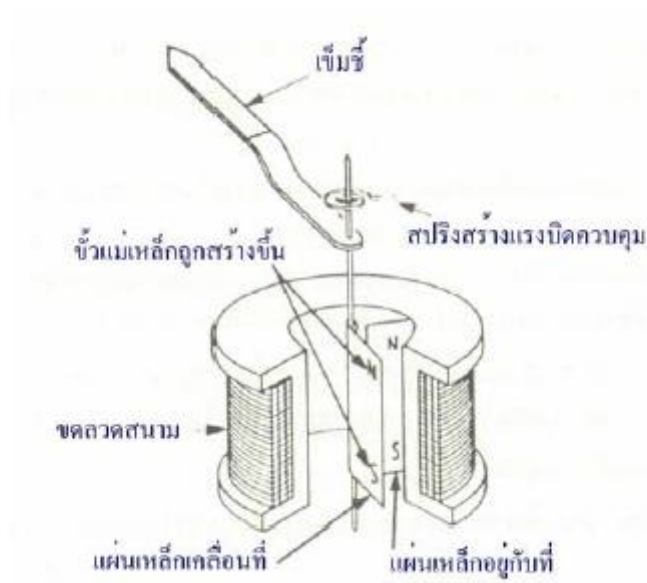
กระแสที่วัดจะผ่านขดลวดอยู่กับที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) และเกิดการเหนี่ยวนำดูดให้ ส่วนเคลื่อนที่ซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอ่อน (Soft Iron Plunger) ที่ประกอบเป็นกลไกเชื่อมกับสปริงควบคุม (Control Spring) ดังภาพที่ 2-8 เคลื่อนที่เข้าไปและทำให้เข็มของเครื่องวัดเบี่ยงเบนไปได้ เมื่อเกิดสมดุลของแรงดูดของ ขดลวดสนามและแรงสปริงเข็มจึงจะหยุดนิ่งชี้แสดงค่าได้



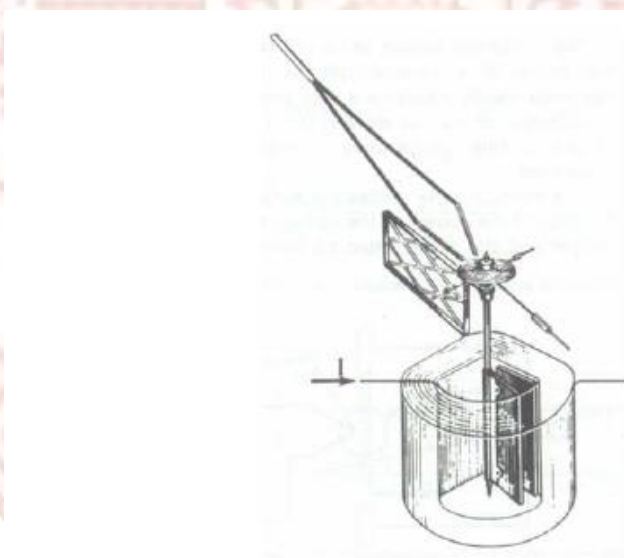
ภาพที่ 2-8 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงดูด

เครื่องวัดแบบแรงผลัก (Repulsion Movement)

การเบี่ยงเบนของเข็มในเครื่องวัดชนิดนี้เกิดจากแรงผลักของแผ่นเหล็กอ่อน 2 แผ่นซึ่งแผ่นหนึ่งอยู่กับที่ อีกแผ่นเคลื่อนที่และมีขั้วแม่เหล็กที่เกิดจากการเหนี่ยวนำจากขดลวดสนามเหมือนกัน แสดงส่วนประกอบ ดังภาพที่ 2-9 ทำให้เกิดแรงผลักซึ่งแปรตามค่ากำลังสองของกระแส (I^2) ดังนั้นสเกลมิเตอร์แบบนี้จะเป็นแบบ Square - Law Scale เหมือนกับแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ ซึ่งขดลวดอยู่กับที่ที่สามารถออกแบบให้ตอบสนอง แบบเชิงเส้นได้โดยออกแบบให้มีรูปร่างขดลวดเป็นส่วนหนึ่งของวงกลมดังภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-9 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงผลัก



ภาพที่ 2-10 ขดลวดสนามเป็นส่วนของวงกลม (Radial-type Iron-vane)

เครื่องวัดแบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกัน

เข็มชี้ในเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่แบบแรงดูดหรือแรงผลักจะสามารถเบี่ยงเบนได้ประมาณ 90 องศาเท่านั้น เมื่อต้องการให้เบี่ยงเบนได้มากกว่าจะใช้แบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกันซึ่งทำให้สามารถเบี่ยงเบนได้ถึง 250 องศา มีลักษณะโครงสร้างดังภาพที่ 2-11 ประกอบด้วยแผ่นเหล็ก

อ่อน 2 คู่ วางอยู่ในสนามแม่เหล็กที่ เกิดจากขดลวดสนาม โดยคู่หนึ่งจะออกแบบผลัก และอีกคู่จะออกแรงดูดให้เข็มเบี่ยงเบนไป

เมื่อขดลวดสนามได้รับไฟฟ้ากระแสสลับ การเบี่ยงเบนของเข็มจะอาศัยแรงผลักของแผ่นเหล็กอยู่กับที่ กับแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ แต่เมื่อเบี่ยงเบนถึงช่วงปลายสเกลแผ่นเหล็กปรับแต่งได้จะดูดแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ เพื่อ ชดเชยแรงผลักในตอนเริ่มต้น ทำให้เข็มชี้เบี่ยงเบนได้มุมเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2-11 เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ใช้แรงดูดและแรงผลักร่วมกัน

สมการมุมการเคลื่อนที่ของเข็มชี้และผลของความถี่ไฟฟ้า

เข็มชี้สามารถเคลื่อนที่ไปได้ด้วยแรงที่เกิดจากแผ่นเหล็กภายในทรงกระบอก เขียนเป็นความสัมพันธ์คือ

$$\begin{aligned} F &\sim B^2 \\ \text{เมื่อ } F &= \text{แรงบิดที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ (N)} \\ B &= \text{ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กบนแผ่นเหล็ก Vs/m}^2 \end{aligned}$$

ขณะที่แผ่นเหล็กเคลื่อนที่ห่างออกจากแผ่นเหล็กอยู่กับที่ จะทำให้แรงระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองลดลง

$$F_a \sim B^2 k\theta$$

เมื่อ $K\theta$ เป็นสมการมุมของเข็มชี้ เมื่อมุมมากขึ้น ระยะระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองจะมากขึ้น ด้วย ทำให้ แรงอ่อนลง ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กที่แผ่นเหล็กทั้งสอง จะขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวดที่อยู่กับที่ ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัดนั่นคือ

$$B \sim I_m$$

ดังนั้นแรงที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่เป็น

$$F_a \sim I_m^2 f'(\theta)$$

หาแรงบิดที่ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่ได้จากแรงคูณระยะ r จากกลางเพลาลงถึงแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

$$T_D \sim I_m^2 f'(\theta) r$$

เมื่อเข็มชี้เคลื่อนที่สปริงกันหอยที่ติดอยู่กับเพลาลงของเข็มชี้จะถูกบิดไปด้วย ทำให้เกิดแรงบิดควบคุม T_C

$$T_C \sim c\theta$$

เมื่อ

$$\theta = \text{มุมของเข็มชี้ที่เบี่ยงเบนไป}$$

$$c = \text{ค่าคงที่ในการยึดตัวของสปริง}$$

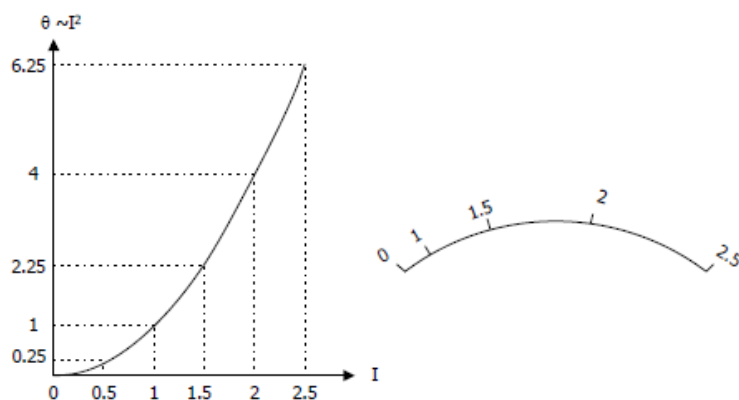
เข็มชี้จะหยุดนิ่งเมื่อแรงบิดขับเท่ากับแรงบิดควบคุม

$$T_C = T_D$$

$$c\theta \sim I_m^2 f'(\theta) r$$

$$\theta = \frac{f'(\theta) r}{c} I_m^2$$

จะเห็นว่ามุมเบี่ยงเบนของเข็มชี้ขึ้นกับกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัดยกกำลังสอง ดังนั้นสเกลที่หน้าปัทม์ ของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะถูกแบ่งไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง เนื่องจาก θ ค่ากระแสไฟฟ้าต่ำ ๆ จะได้มุม น้อยกว่าที่ค่ากระแสสูง ดังภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 การแบ่งสเกลบนหน้าปัทม์และลักษณะสเกลเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

การวัดกระแสไฟฟ้าใช้งาน

เนื่องจากเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่นิยมใช้วัดกระแสซึ่งพิสัยอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 50 แอมแปร์ หากต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่สูงกว่านี้จะต้องใช้หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าประกอบการวัดด้วย เข็มชี้ของเครื่องวัด แบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะแปรตามกระแสไฟฟ้าที่วัดยกกำลังสอง เมื่อเป็นกระแสสลับเข็มชี้จะไม่สามารถ เคลื่อนที่ขึ้นตามค่าชั่วขณะของกระแสยกกำลังสองได้ เข็มจึงแสดงค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นกระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง

$$\theta = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(i) dt$$

เมื่อพิจารณาสมการมุมของเข็มชี้ที่กระทำได้ จะเห็นว่าเป็นสมการเดียวกันกับสมการของการหาค่า กระแสไฟฟ้าใช้งานยกกำลังสอง

$$(I_{\text{eff}})^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(i) dt$$

$$\text{สำหรับคลื่นไซน์} \quad (I_{\text{eff}})^2 = \frac{I_{\text{max}}^2}{2}$$

ดังนั้นเข็มของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่ตามค่าใช้งานของกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัด ยกกำลังสองนั่นเอง การอ่านค่าบนหน้าปัทม์ของเครื่องวัดตามความต้องการให้อ่านค่าเป็นค่าใช้งาน เครื่องวัดแบบ แผ่นเหล็กเคลื่อนที่จึงมีการคาลิเบรทสเกลด้วย $\sqrt{\quad}$

$$\begin{aligned}\text{กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้} &= \sqrt{I_{\text{eff}}^2} \\ &= I_{\text{eff}}\end{aligned}$$

ผลของความถี่ไฟฟ้า

เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่สามารถไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นมีความถี่ต่ำ ๆ จนสูง ถึง 1 kHz โดย ที่ความถี่ไฟฟ้ามีผลต่อการวัดแรงดันไฟฟ้ามาก เนื่องจากวงจรของเครื่องวัดประกอบด้วย ความต้านทานและค่า ความเหนี่ยวนำรวมเป็นอิมพีแดนซ์คือ

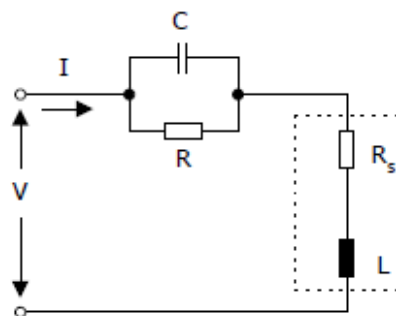
$$Z_s = R_s + j\omega L$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}Z_s &= \text{ขนาดอิมพีแดนซ์ภายในวงจรเครื่องวัด (โอห์ม)} \\ R_s &= \text{ความต้านทานภายในเครื่องวัด (โอห์ม)} \\ \omega L &= \text{ค่าอิมพีแดนซ์ของขดลวดอยู่กับที่ (โอห์ม)}\end{aligned}$$

ค่าอิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดเมื่อใช้วัดแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสที่ไหลเข้าเครื่องวัดขึ้นกับค่าของแรงดันไฟฟ้า และแปรผกผันกับอิมพีแดนซ์ เมื่อความถี่สูงขึ้นจะทำให้อิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดสูงขึ้นด้วย และ กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าเครื่องวัดจะต่ำลง ทำให้เข็มชี้ของเครื่องวัดเคลื่อนที่ได้้น้อยลงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่า เท่ากับแต่ความถี่ไฟฟ้าต่ำกว่า ซึ่งเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่จำเป็นต้องคาลิเบรทสเกลในการใช้วัด แรงดันไฟฟ้าที่มีความถี่ต่าง ๆ

สามารถทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรไม่ขึ้นกับความถี่ได้ โดยการต่อความต้านทานขนานกับความจุไฟฟ้าแล้วนำไปอนุกรมกับขดลวดของเครื่องวัดดังภาพที่ 2-13



ภาพที่ 2-13 อิมพีแดนซ์ของขดลวดในเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ไม่ขึ้นกับความถี่ไฟฟ้า

จะได้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรระหว่างขั้วเป็น

$$\begin{aligned} Z &= R_s + j\omega L + \left(\frac{R}{1+j\omega CR} \right) \\ &= R_s + \frac{R}{1+\omega^2 C^2 R^2} + j\omega \left(L - \frac{CR^2}{1+\omega^2 C^2 R^2} \right) \end{aligned}$$

เมื่อให้ $\omega^2 C^2 R^2 \ll 1$ เราสามารถไม่คิดเทอมของ $\omega^2 C^2 R^2$ ได้สมการเหลือเป็น

$$Z = R_s + R + j\omega (L - CR^2)$$

เมื่อทำให้ค่าความเหนี่ยวนำ (L) ของขดลวดมีค่าเท่ากับ CR^2

$$L = CR^2$$

จะเขียนสมการอิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดเป็นความต้านทานเพียงอย่างเดียวดังสมการ

$$Z = R_s + R$$

ดังนั้นเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่นี้ค่าความต้านทานจะไม่ขึ้นกับความถี่ไฟฟ้า

ลักษณะพิเศษของเครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

1. ขดลวดมีค่าความเหนี่ยวนำตัวเอง (Self-inductance : L) เมื่อใช้กับความถี่สูงขึ้นค่าอิมพีแดนซ์จะสูงขึ้น กระแสจะไหลผ่านได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น เข็มชี้จะแสดงค่าได้ต่ำกว่า หรือผิดไปจากค่าที่เป็นจริง ($I = V/Z$)

2. ถ้าบริเวณรอบ ๆ เครื่องวัดมีสนามแม่เหล็กอาจมีผลกระทบต่อจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กภายใน เครื่องวัดได้

3. เมื่อนำ Iron-vane วัดไฟฟ้ากระแสตรงค่ามากเกินไปจะเกิดความสูญเสียเนื่องจากฮิสเตอรีซิสที่ แผ่นเหล็กจะทำให้เกิดความผิดพลาดได้

การขยายพิสัยการวัดสามารถนำไปใช้เป็นโวลต์มิเตอร์ได้โดยต่อค่า RS ขยายพิสัยเหมือนกับ D'Arsonval และไวต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่ ดังนั้นจึงสามารถแสดงค่าได้ถูกต้องเมื่อใช้งานอยู่ในย่านความถี่ 25 - 125 Hz เท่านั้น

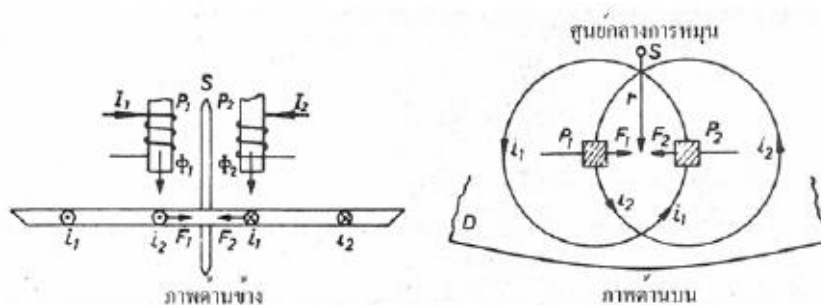
2.6.5 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Induction type Instruments)

เครื่องวัดชนิดเหนี่ยวนำ คือเครื่องวัดที่อาศัยแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกระแสไหลวนที่ เกิดจากการชักนำของสนามแม่เหล็กที่ได้จากไฟฟ้ากระแสสลับ โดยที่ตัวนำอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลง จะเกิดมีกระแสไหลวนในตัวนำ และเมื่อมีกระแสจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นอีกชุดหนึ่งทำปฏิกิริยากับสนาม แม่เหล็กจากกระแสสลับอีกทอดหนึ่ง หากตัวนำดังกล่าวทำเป็นจานอิสระจะเกิดการเคลื่อนที่ไปตามแรงลัพธ์ สามารถใช้เป็นตัวชี้บอกปริมาณไฟฟ้าได้

เครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำสามารถทำเป็นเครื่องวัดมุกว้างได้ง่าย มีแรงบิดมาก ใช้วัดเฉพาะไฟฟ้า กระแสสลับเท่านั้น มีใช้ในเครื่องวัดกระแส แรงดัน และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการ ทำงาน

1. หลักการทำงานของเครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำ

พิจารณาการทำงานได้จากภาพที่ 2-14



ภาพที่ 2-14 แรงบิดงานโลหะเกิดจากกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในเครื่องวัดแบบเหนี่ยวนำ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรรพ ทับทิม และยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะการใช้ มัลติมีเตอร์วัดไฟฟ้าของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 มีทักษะการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 3 ด้าน 1) หลักการทำงาน โครงสร้างเครื่องมือวัดไฟฟ้า มีค่าร้อยละเท่ากับ 83.30 แปลผล ผ่านเกณฑ์ 2) ลักษณะการใช้งานของเครื่องมือวัดไฟฟ้า มีค่าร้อยละเท่ากับ 94.40 แปลผล ผ่านเกณฑ์ และ 3) ประโยชน์ ของเครื่องมือวัดไฟฟ้า มีค่าร้อยละเท่ากับ 88.90 แปลผล ผ่านเกณฑ์ โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวม ทั้งหมดของทักษะทางการเรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าของนักเรียน มีค่าร้อยละเท่ากับ 88.87 แปลผล ผ่านเกณฑ์ 2) นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 16.39 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.50 และคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 25.17 คะแนน และมีส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.33 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นายสิทธิชัย โกเสนตอ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดสาธิตกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผลการวิจัยพบว่า 1) พัฒนาชุดสาธิตกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านที่ 1 การออกแบบโครงสร้างเท่ากับ 4.43 อยู่ใน เกณฑ์มาก ด้านที่ 2 การใช้งานชุดสาธิตเท่ากับ 4.55 อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ด้านที่ 3 แรงจูงใจ เท่ากับ 4.60 อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด รวมทุกด้านเท่ากับ 4.50 อยู่ในเกณฑ์มาก 2) ความพึงพอใจชุดสาธิตในทุก ด้านรวมกันที่ระดับมากดังนั้นจึงสามารถนำเสนอชุดสาธิตกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ธรรมบุญ นวมบางขวัญ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของเอกสาร ประกอบการเรียนการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2104 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) ผลการศึกษาพบว่า 1) เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2104 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 84.95/82.63 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความ พึงพอใจต่อการเรียน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.21$, S.D. = 0.71)

ฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดทดลองวงจร มัลติมิเตอร์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.69/83.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ชุดทดลองวงจร มัลติมิเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียน มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองอยู่ในระดับมากที่สุด

ณัฐพล จินุพงศ์ และอัศครันท์ พูลกระจำง (2561) ผลการวิจัยพบว่า ผลการสร้างชุดฝึกอบรม พบว่า ชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย 5 หัวข้อดังนี้ 1.การใช้งานมัลติมิเตอร์ 2. การใช้งานแคลมป์มิเตอร์ 3. การใช้งานเกจวัด 4. การใช้งานประแจเลื่อน 5. การใช้งานสโมคคิเทคเตอร์ ผลการประเมินคุณภาพ ชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความคิดเห็นในระดับมาก ผลประเมินประสิทธิภาพของ ชุดฝึกอบรม พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม 86.00/81.43 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และมีคะแนนเฉลี่ยด้านการปฏิบัติ ร้อยละ 91.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80 และผู้เข้ารับการอบรมประเมินความคิดเห็นหลังจากฝึกอบรมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติจริง การใช้สื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมสามารถช่วยพัฒนาทักษะและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ การใช้เทคนิค Think-Pair-Share, ชุดสาธิต, ชุดทดลอง และเอกสารประกอบการเรียนที่มีคุณภาพช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้าและสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง การออกแบบการสอนที่เน้น Active Learning จึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความรู้และทักษะด้านไฟฟ้าให้กับผู้เรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยเริ่มต้นการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า เพื่อกำหนดหัวข้อบทเรียน เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และพัฒนาชุดการสอน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน โปรแกรมนำเสนอการพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า และรายวิชาที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งหัวข้อที่ศึกษามีดังนี้

- 3.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา
- 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ และการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า ผู้วิจัยมีวิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ในการดำเนินการวิจัยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 20104-2004 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เป็นการศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับหน่วยการวัด หลักการทำงาน งานการต่อใช้งาน การอ่านค่าโวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ โอห์มมิเตอร์ และเครื่องวัดความต้านทานแบบบริดจ์ วัดต์มิเตอร์ กิโลวัตต์อวาร์มิเตอร์ ออสซิลโลสโคป และเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ การขยายย่านวัด ค่าความคลาดเคลื่อน และการบำรุงรักษา เมื่อพิจารณารายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา เครื่องวัดไฟฟ้า สามารถกำหนด หัวข้อการสอน ได้ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 หัวข้อการสอนรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วย	สัปดาห์ที่	จำนวนชั่วโมง
1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้า	1-2	8
2	มัลติมิเตอร์	3-4	8
3	เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	5-6	8
4	เครื่องวัดความต้านทาน	7-8	8
5	เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง	9	4
6	เครื่องวัดความต้านทานแบบบริดจ์	10	4
7	เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า	11-12	8
8	เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป	13-15	12
9	เครื่องวัดไฟฟ้าเฉพาะทาง	16-17	8
รวม			72

3.1.2 ศึกษาการวิเคราะห์เนื้อหา หรือหัวข้อเรื่อง ผู้วิจัยได้เรียบเรียงเนื้อหาและหัวข้อ โดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ คือ หลักสูตรรายวิชา เอกสาร และตำรา จากนั้นผู้วิจัย ได้ทำการแบ่งหัวข้อเรื่องที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้า กระแสสลับ จากตารางที่ 3-1 โดยสามารถเลือกออกมาได้ หัวข้อเรื่อง ดังนี้

3.1.2.1 เอซีโวลต์มิเตอร์ (AC Voltmeter)

3.1.2.2 เอซีแอมป์มิเตอร์ (AC Ammeter)

3.1.3 ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่องโดยกำหนดรายละเอียดของหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเรื่อง ประเมินพฤติกรรมกรเรียน ความสำคัญของเนื้อหา โดยกำหนดความสำคัญของหัวข้อเรื่องเป็น XIO โดย X แทน ความสำคัญมาก, I แทน ความสำคัญปานกลาง และ O แทน ความสำคัญน้อย โดยบันทึก ในตารางประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ผลการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง พบว่าทุกหัวข้อเรื่องสามารถส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า

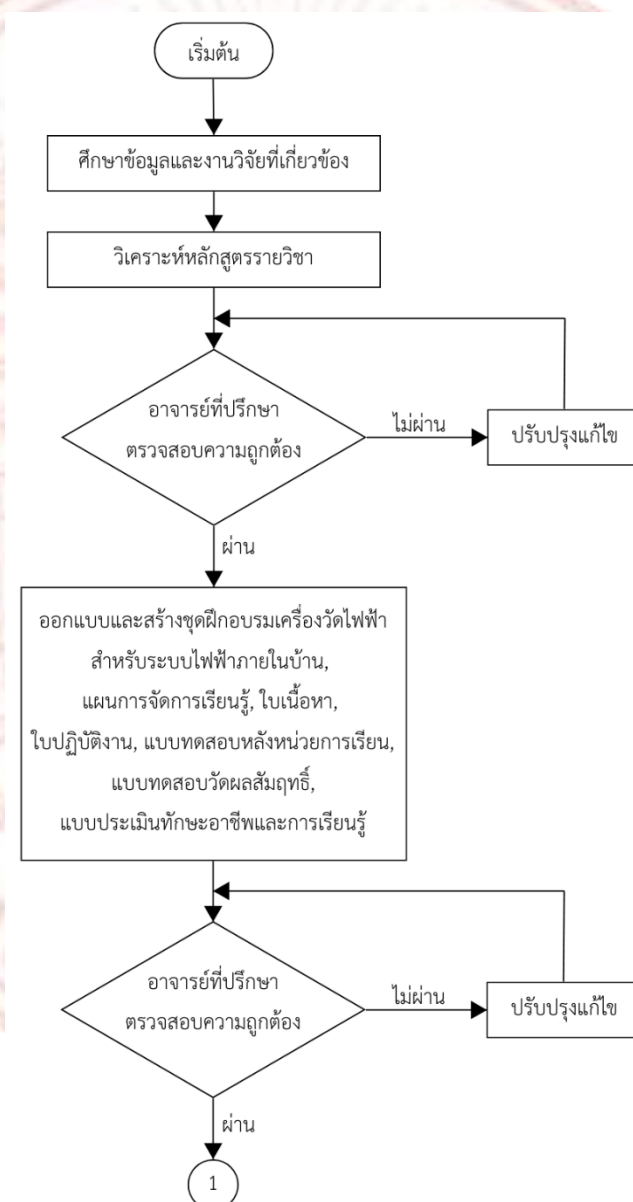
3.1.4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อบอกพฤติกรรมที่ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง หลังจากเรียนในหน่วยเรียนนั้นแล้ว ใช้คำกริยาที่บอกถึงลักษณะพฤติกรรมที่สามารถวัดพฤติกรรมนั้นได้ เช่น บอก อธิบาย และคำนวณ แล้วทำการประเมินความสำคัญ XIO ตามระดับความรู้ 3 ระดับ คือ พื้นต้นความรู้ (R) การประยุกต์ความรู้ (A) และการส่งถ่ายความรู้ (T)

3.1.5 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม จากนั้นนำผลงานมาสรุป และทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

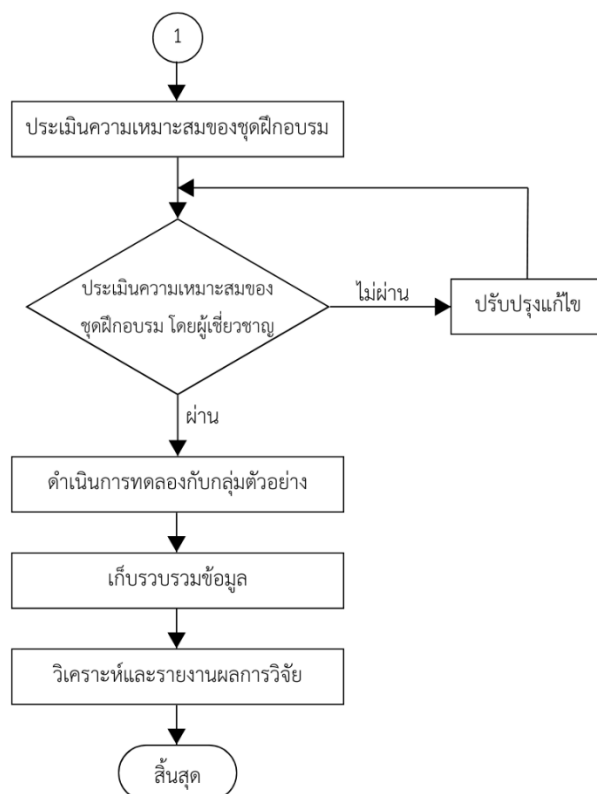
3.1.6 นำหลักสูตรรายวิชาที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว นำไปสร้างเป็นชุดฝึกอบรม

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกอบรวมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า ได้แก่ ชุดฝึกอบรวมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แสดงแผนผังดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แผนผังการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ 3-1 แผนผังการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (ต่อ)

3.2.1 การออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

การออกแบบชุดฝึกอบรมนี้ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อให้มีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า โดยเน้นการฝึกปฏิบัติงานและการแก้ไขปัญหาจริงในสภาพแวดล้อมที่จำลองสถานการณ์ภายในบ้าน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานจริงในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

สร้างชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้า ใช้ไฟฟ้าได้กับ 1 เฟส โดยทำให้นักเรียนฝึกการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า (เอซีโวลต์มิเตอร์ , เอซีแอมป์มิเตอร์ และดิจิตอลมิเตอร์) ผ่านวงจรระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ได้แก่ วงจรหลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้ วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ และวงจรเต้ารับไฟฟ้า โดยมีลักษณะการต่อแบบวงจรขนาน และวงจรผสม จึงกำหนดให้ในชุดฝึกอบรมจะต้องมีอุปกรณ์ภายในวงจรประกอบด้วย

3.2.1.1 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า ได้แก่ เบรกเกอร์

3.2.1.2 หลอดไฟ และขั้วหลอดไฟชนิดต่าง ๆ

3.2.1.3 สวิตช์ไฟฟ้า

3.2.1.4 เต้ารับไฟฟ้า

3.2.1.5 เครื่องวัดไฟฟ้า ได้แก่ เอซีโวลต์มิเตอร์ , เอซีแอมป์มิเตอร์ และดิจิตอลมิเตอร์

เมื่อกำหนดอุปกรณ์ภายในวงจรของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน แล้วจึงทำการออกแบบการวางอุปกรณ์ไฟฟ้า



ภาพที่ 3-2 การออกแบบชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

นำชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านที่ออกแบบเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอข้อเสนอแนะและความคิดเห็นในการปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งาน คัดเลือกที่เหมาะสมสำหรับการสร้างชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ให้เหมาะสมกับการใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้า จากนั้นดำเนินการประกอบอุปกรณ์ ต่อสายไฟ และเชื่อมต่อแจ๊คต่อสายให้เรียบร้อย

3.2.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติการสอน แผนการเรียนรู้ จะใช้ประกอบกับชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน กิจกรรมการเรียน การสอน ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบหลังเรียน

3.2.3 การพัฒนาใบเนื้อหา

การพัฒนาใบเนื้อหา ทำได้โดยการศึกษารวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัย และผู้ที่มีประสบการณ์สอนทางด้านเครื่องวัดไฟฟ้า ในหัวข้อเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ มีการจัดเรียงความสัมพันธ์ของเนื้อหาหัวข้อเรื่องที่ได้ทำการวิเคราะห์ แล้วรวบรวมสาระสำคัญ เพื่อให้ได้ใบเนื้อหาที่มีคุณภาพ ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้

3.2.4 การออกแบบโปรแกรมนำเสนอ

การออกแบบโปรแกรมนำเสนอ พิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ประกอบด้วย ความชัดเจน ความกระชับของเนื้อหา เนื้อหาที่ทำการสรุปพร้อมที่จะนำเสนอควรเป็นแบบประเด็นสำคัญ พร้อมภาพประกอบที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาและผู้เรียน มีการจัดลำดับเนื้อหาให้มีระเบียบ ภายในโปรแกรมนำเสนอต่อหน้าไม่ควรมีตัวอักษรเกิน 5 - 8 บรรทัด ขนาดตัวอักษรไม่เล็กเกิน

3.2.5 การพัฒนาใบปฏิบัติงาน

การพัฒนาใบปฏิบัติงานเพื่อให้สอดคล้อง เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนการสอน ด้านเครื่องวัดไฟฟ้า ในหน่วยการเรียนรู้ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ ได้แก่ ใบงานการใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน และใบงานการใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องวัดไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้

3.2.6 การพัฒนาแบบทดสอบ

3.2.6.1 แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ หลังจากวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ สร้างแบบทดสอบหลังเรียนทั้งหมด 30 ข้อ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ทำการแก้ไขตามคำแนะนำ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพ

3.2.6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ โดยแบบทดสอบหลังเรียนผ่านการตรวจและปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งหมด 20 ข้อ

3.2.7 การสร้างแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

3.2.7.1 แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ ทำการสร้างแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ โดยมีความระดับการพิจารณา ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบไม่ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยเกณฑ์การหาค่า IOC ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือปรับแก้ข้อคำถาม

3.2.7.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม โดยถามความเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้เครื่องวัดไฟฟ้า ทั้งหมด 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง โดยแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมมีทั้งหมด 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ ด้านใบปฏิบัติงาน ด้านคุณภาพชุดฝึก และด้านสื่อการสอน ซึ่งลักษณะของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

โดยกำหนดค่าความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง มากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง มาก
- ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง น้อย
- ระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย ซึ่งการให้ความหมาย ของค่าเฉลี่ยเป็นช่วงคะแนนและเป็นรายชื่อ ดังนี้

- ระดับ 5 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด
- ระดับ 4 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง มาก
- ระดับ 3 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง
- ระดับ 2 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง น้อย
- ระดับ 1 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

3.2.7.3 แบบประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า ทำการสร้างแบบประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า โดยประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่ใช้ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้เครื่องวัดไฟฟ้า ทั้งหมด 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการปรับตัว ต่อสถานการณ์ ด้านการปฏิบัติงาน ซึ่งลักษณะของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

สำหรับการแบ่งระดับความพึงพอใจของผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วน
ประเมินค่า (อโนทัย พลเยี่ยม , 2563)

ระดับ 5 หมายถึง ระดับทักษะมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ระดับทักษะมาก

ระดับ 3 หมายถึง ระดับทักษะปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ระดับทักษะน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ระดับทักษะน้อยที่สุด

สำหรับการแปลความหมายของค่าที่วัดได้ โดยหาค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์การแปลความหมายเป็นช่วง ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มีระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.2.7.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม ทำการสร้างแบบประเมิน
ความพึงพอใจของชุดฝึกอบรม โดยถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า
สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้เครื่องวัดไฟฟ้า ทั้งหมด 5 ด้าน
ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ ด้านใบปฏิบัติงาน ด้านคุณภาพชุดฝึก และด้านสื่อ
การสอน ซึ่งลักษณะของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

สำหรับการแบ่งระดับความพึงพอใจของผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วน
ประเมินค่าของลิเคิร์ท (อ้างถึงใน บุญชม ศรีสะอาด , 2556)

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

สำหรับการแปลความหมายของค่าที่วัดได้ โดยหาค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์การแปลความหมายเป็นช่วง ดังนี้

- 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรม อยู่ในระดับมากที่สุด
- 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรม อยู่ในระดับมาก
- 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรม อยู่ในระดับปานกลาง
- 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรม อยู่ในระดับน้อย
- 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.3 วิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนวิธีการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.3.1 คัดเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคพิจิตรที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3.3.2 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้เรียนเรียนด้วยชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านที่ได้ทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.3 ผู้เรียนทำใบปฏิบัติการงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบกับชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

3.3.4 ผู้เรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน ด้วยวิธีการทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.5 นำคะแนนจากการทำใบปฏิบัติการงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน โดยใช้คะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพ E1/E2

3.3.6 นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

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

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

3.4.2 การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

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

เมื่อ S.D คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

x คือ จำนวนของข้อมูล

N คือ จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3 การหาร้อยละ โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P คือ ร้อยละ

f คือ ความถี่ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้เป็นร้อยละ

N คือ จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม ตามเกณฑ์ 80/80

โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ E1/E2

$$E1 = \frac{\sum x_1}{N} \times 100$$

$$E2 = \frac{\sum x_2}{N} \times 100$$

- เมื่อ E1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ
- E2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์
- $\sum x_1$ คือ คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้
- $\sum x_2$ คือ ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
- A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้
- B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

3.4.5 การหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบ โดยใช้สูตรการค่า IOC ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

- เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง
- $\sum x$ คือ ผลรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
- N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การหาค่า IOC

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือปรับแก้ข้อคำถาม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน โดยวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยได้ดังนี้

- 4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- 4.3 ผลการแบบประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า
- 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า มีผลการดำเนินงานดังนี้

4.1.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

จากผลดำเนินงาน พบว่า สามารถพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้จำนวน 1 ชุด สามารถนำไปประกอบการเรียนได้ ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้า ภายในบ้าน ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบ หลังหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 แผนการจัดการเรียนรู้



ภาพที่ 4-3 โปรแกรมนำเสนอ

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

เมื่อนำชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ และการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า ที่พัฒนามาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน และให้ผู้เรียน ทำแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ หาประสิทธิภาพดังนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ คะแนนระหว่างเรียน คิดจากคะแนนใบปฏิบัติงาน และผลการทดสอบหลังเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์คะแนนระหว่างเรียน

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	ผลรวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ (%)
ใบปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	15	20	270	18.00	90.00
แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	15	10	130	8.67	86.67
ใบปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	15	20	258	17.20	86.00
แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	15	10	129	8.6	86.00
รวม	15	60	787	52.47	87.44

จากตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์คะแนนระหว่างเรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน คะแนนเต็ม 60 คะแนน พบว่า ผลรวมของคะแนนทั้งหมด 787 คะแนน ค่าเฉลี่ย 52.47 คิดเป็นร้อยละ 87.44 โดยผลคะแนนใบปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผลรวมของคะแนน 270 คะแนน ค่าเฉลี่ย 18.00 คิดเป็นร้อยละ 90 และแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน คะแนนเต็ม 10 คะแนน มีผลรวมของคะแนน 130 คะแนน ค่าเฉลี่ย 8.67

คิดเป็นร้อยละ 86.77 ผลคะแนนใบปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผลรวมของคะแนน 258 คะแนน ค่าเฉลี่ย 17.20 คิดเป็นร้อยละ 86.00 และแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน คะแนนเต็ม 10 คะแนน มีผลรวมของคะแนน 129 คะแนน ค่าเฉลี่ย 8.6 คิดเป็นร้อยละ 86.00

4.2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	ผลรวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ (%)
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	15	20	248	16.53	82.67

จากตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน คะแนนเต็ม 20 คะแนน พบว่า ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 248 คะแนน ค่าเฉลี่ย 16.53 คิดเป็นร้อยละ 82.67

4.2.3 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม แสดงได้ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	ผลรวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ (%)
คะแนนระหว่างเรียน	15	60	787	52.47	87.44
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	15	20	248	16.53	82.67

จากตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน คะแนนเต็ม 20 คะแนน พบว่า ผลรวมของคะแนนทั้งหมด 787 คะแนน ค่าเฉลี่ย 52.47 คิดเป็นร้อยละ 87.44 ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 248 คะแนน ค่าเฉลี่ย 16.53 คิดเป็นร้อยละ 82.67 ดังนั้นชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านที่พัฒนาขึ้นมี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.44/82.67 ซึ่งประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

4.3 ผลการประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

เมื่อนำชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า ที่พัฒนามาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ผลการประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า แสดง ได้ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

ข้อที่	ข้อความคำถามความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับทักษะ
ด้านทักษะอาชีพ				
1	ระบุลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	4.73	0.44	มากที่สุด
2	วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้	4.53	0.50	มากที่สุด
3	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.80	มาก
4	ดำเนินการแก้ไขปัญหามาได้	4.53	0.72	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านทักษะอาชีพ		4.55	0.12	มากที่สุด
ด้านการปฏิบัติงาน				
1	ต่อระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง	4.80	0.54	มากที่สุด
2	ต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง	4.93	0.25	มากที่สุด
3	ใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้	4.67	0.47	มากที่สุด
4	ใช้แอมป์มิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้	4.47	0.72	มาก
ค่าเฉลี่ยด้านการปฏิบัติงาน		4.80	0.11	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยภาพรวมทั้งหมด		4.58	0.23	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-4 การประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะในภาพรวมทั้งหมด 4.58 ซึ่งมีระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจแบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

ด้านทักษะอาชีพ พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านทักษะอาชีพ 4.55 ซึ่งมีระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยระบุลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะเท่ากับ 4.73 วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้ มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะเท่ากับ 4.53 เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะเท่ากับ 4.40 ดำเนินการแก้ไขปัญหามาได้ มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะเท่ากับ 4.53 ตามลำดับ

ด้านการปฏิบัติงาน พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านการปฏิบัติงาน 4.80 ระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยต่อระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะเท่ากับ 4.80 ต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะเท่ากับ 4.93 ใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะเท่ากับ 4.67 ใช้แอมป์มิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะเท่ากับ 4.47 ตามลำดับ

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

เมื่อนำชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ และการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า ที่พัฒนามาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ผลการประเมินความพึงพอใจแสดงได้ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อที่	ข้อความถามความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา				
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน	4.67	0.47	มากที่สุด
2	เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.47	0.72	มาก
3	เนื้อหาของชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เข้าใจเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้	4.80	0.40	มากที่สุด
4	เนื้อหา มีประโยชน์ต่อผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.80	0.54	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านความเหมาะสมของเนื้อหา		4.69	0.14	มากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน				
1	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.47	0.72	มาก
2	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติ	4.93	0.25	มากที่สุด
3	ช่วยส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้	4.80	0.40	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน		4.73	0.19	มากที่สุด
ด้านการออกแบบและคุณภาพของชุดฝึกอบรม				
1	วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.67	0.47	มากที่สุด
2	ชุดฝึกอบรมมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน	4.47	0.62	มาก
3	ชุดฝึกอบรมมีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.93	0.25	มากที่สุด
4	ชุดฝึกก่อให้เกิดทักษะด้านการต่อใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้า	4.74	0.34	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบและคุณภาพของชุดฝึกอบรม		4.74	0.18	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยภาพรวมทั้งหมด		4.72	0.17	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-5 การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมทั้งหมด 4.72 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านความเหมาะสมของเนื้อหา 4.69 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยเนื้อหาของชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เข้าใจเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสสลับได้ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.80 เนื้อหามีประโยชน์ต่อผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.80 เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.67 และเนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.47 ตามลำดับ

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน 4.73 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.93 ช่วยส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.80 และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.47 ตามลำดับ

ด้านการออกแบบและคุณภาพของชุดฝึกอบรม พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบ และคุณภาพชุดฝึกอบรม 4.74 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยชุดฝึกอบรมมีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.93 ชุดฝึกก่อให้เกิดทักษะด้านการต่อวงจรไฟฟ้า ภายในบ้าน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.74 วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรม มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.67 และชุดฝึกอบรมมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.47 ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 3) เพื่อประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า 4) เพื่อประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า และ 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า แบบประเมินความพึงพอใจ และแบบทดสอบการประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ทำแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ และทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดสอน ทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม และผู้วิจัยทำแบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้เครื่องวัดไฟฟ้า

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า ประกอบด้วย ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน จำนวน 1 ชุด แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน จำนวน 2 ใบ (การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน และการใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน) แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

5.1.2 ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า ที่พัฒนาขึ้นมี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.44/82.67 ซึ่งประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2

5.1.3 ผลการประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า มีระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะในภาพรวมทั้งหมด 4.58 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3

5.1.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้า ภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะในภาพรวมทั้งหมด 4.72 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 ซึ่งสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 4

5.2 การอภิปรายการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ และการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะ อาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.44/82.67 หมายความว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน จากกลุ่มตัวอย่าง ได้คะแนนจากแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 87.44 และคะแนนจากแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 82.67 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากชุดฝึกอบรม เครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านที่พัฒนาขึ้นผ่านกระบวนการอย่างเป็นระบบ มีการศึกษา ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบหลักสูตรรายวิชา ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และนำชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านมาปรับปรุง แก้ไข ก่อนนำไปใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ มีการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 4.46 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ซึ่ง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทร ก้องสินธุ์ และ ณัฐวิษย์ สุขสง (2562) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ผลการวิจัยพบว่าจาก การหาประสิทธิภาพของชุดฝึก เท่ากับ 90.02/82.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่า นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยชุดฝึกนี้ ผลการประเมินคุณภาพ ด้านประสิทธิภาพ ทางการสอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.50 อยู่ในระดับดีมาก ด้านการออกแบบชุดฝึกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.51 อยู่ในระดับดีมาก ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.32 อยู่ในระดับดี และผลการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกในรายวิชาการควบคุมระบบ อัตโนมัติทางอุตสาหกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.2 การประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า มีระดับทักษะอาชีพ และการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะในภาพรวมทั้งหมด 4.58 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 เนื่องจากชุดฝึกอบรม เครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน สามารถส่งเสริมทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ได้ จากการปฏิบัติงานจริง มีการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกอบรมอย่างมีขั้นตอน ซึ่งผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของอโณทัย พลเยี่ยม (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการพัฒนาทักษะชีวิตละ

อาชีพในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาครูภาษาอังกฤษ งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมสร้างทักษะชีวิตและอาชีพในศตวรรษที่ 21 ผ่านการจัดค่ายภาษาอังกฤษ ตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบทักษะชีวิตและอาชีพในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาครูภาษาอังกฤษก่อนและหลังการใช้โปรแกรม และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาครูภาษาอังกฤษที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม ผลการวิจัย พบว่า 1) โปรแกรมเสริมสร้างทักษะชีวิตและอาชีพในศตวรรษที่ 21 ผ่านการจัดค่ายภาษาอังกฤษมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.13/88.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ 75/75 2) กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 61.19 คะแนน เมื่อทำการทดสอบค่าทักษะพบว่า ทักษะชีวิตและอาชีพในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาครูภาษาอังกฤษสูงขึ้นหลังการใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมเสริมสร้างทักษะชีวิตและอาชีพในศตวรรษที่ 21 ผ่านการจัดค่ายภาษาอังกฤษอยู่ในระดับมากที่สุด

5.2.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยระดับทักษะในภาพรวมทั้งหมด 4.72 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 4 เนื่องจากมีเนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติ และชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านมีขนาดที่เหมาะสมในการใช้งาน และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีความยากง่ายที่เหมาะสม ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและนำมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิทธิชัย โกแสนตอ (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดสาธิตกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์ วิชาเครื่องวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดสาธิตกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์รวมทั้งเพื่อประเมินหาคุณภาพและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์และใช้เป็นสื่อการสอนในรายวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจชุดสาธิตในทุกด้านรวมกันที่ระดับมาก ดังนั้นจึงสามารถนำชุดสาธิตกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ และการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านดังนี้

5.3.1.1 ชุดฝึกอบรมนี้ถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติงานการใช้งานระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ได้อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้การนำไปใช้ควรพัฒนาไปปฏิบัติงาน และเพิ่มอุปกรณ์ให้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ

5.3.1.2 เนื่องจากเนื้อหาการสอนเครื่องวัดไฟฟ้า เน้นความหลากหลายของเครื่องวัด ชนิดต่างๆ ควรเพิ่มเติมเครื่องวัดไฟฟ้าที่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับระบบไฟฟ้าภายในบ้านที่อยู่ในชุดฝึกอบรมได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้เครื่องวัดไฟฟ้า ในการพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

5.3.2.1 มีการพัฒนาชุดฝึกอบรมในระดับที่สูงขึ้น เช่น เพิ่มวัดคีมเตอร์ กิโลวัตต์ฮาร์วี่ มิเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการฝึกปฏิบัติงานการใช้เครื่องวัดไฟฟ้ามากขึ้น

5.3.2.2 นำเทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนประกอบ กับชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็ม ประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

จุฑารัตน์ ศรีน้อย สุพจน์ อิงอาจ และศยามน อินสะอาด. การพัฒนาชุดฝึกอบรมแบบความคิดสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟฟิกแบบเคลื่อนไหว สำหรับเยาวชนแกนนำ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2565.

เจริญพงษ์ ชมภูษ. ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์. การค้นคว้าอิสระ หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563

ธรรมบุญ นวมบางขวัญ. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2104 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546). วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 2560.

ธิดารัตน์ ใบสูงเนิน. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตจากชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่มีกิจกรรมกลุ่มร่วมมือที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

นริภัทร ผิวพอใช้. การพัฒนาโมดูลชุดฝึกอบรมการส่งเสริมการรู้สารสนเทศตามลักษณะของกลุ่มผู้เรียนสำหรับนักศึกษาปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาอุดมศึกษา ภาควิชานโยบาย การจัดการและความเป็นผู้นำทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

นริสานันท์ เดชสุระ. การพัฒนาชุดฝึกอบรมทักษะการจัดการเรียนรู้เพศศึกษารอบด้านสำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาอุดมศึกษา ภาควิชานโยบาย การจัดการและความเป็นผู้นำทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557.

บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุริยาสาส์น, 2556.

บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สุริยาสาส์น 2556

กรป ทับทิม และ ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. การพัฒนาทักษะการใช้มัลติมีเตอร์วัดไฟฟ้าของ นักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิค Think-Pair-Share. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต ขาหลัสูตร และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2564.

ฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ. การพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมีเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ สาขาไฟฟ้ากำลัง. วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง, 2563.

วรัชญ์ น่วมอยู่. การพัฒนาชุดการสอนกลไกหุ่นยนต์ด้วยกระบวนการออกแบบ เพื่อส่งเสริม การคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562.

วิจารณ์ พานิช. วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2555.

วิษณุ น้อยมาลา. ทักษะจำเป็นของการทำงานในศตวรรษที่ 21. บทความจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2564.

สิทธิชัย โกแสนต่อ. การพัฒนาชุดสาธิตกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์ วิชาเครื่องวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.). วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์โทรคมนาคม มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์โทรคมนาคม มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์โทรคมนาคม มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ 2562.

อโณทัย พลเยี่ยม. ผลการพัฒนาทักษะชีวิตละอชีพในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาครู ภาษาอังกฤษ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2565

ภาคผนวก ก

- หลักสูตรรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ และมาตรฐานอาชีพ
- ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้
- ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ และการแบ่งหน่วยการเรียนรู้
- แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า

หลักสูตรรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567

ประเภทวิชา...อุตสาหกรรม...กลุ่มอาชีพ พลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชา ช่างไฟฟ้า

กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน รหัส.....20104-2004.....ชื่อวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า.....

ทฤษฎี.....1.....ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ.....3.....ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน.....1.....หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกลสำหรับ
อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อ และอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย
และมีความรับผิดชอบ

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ
2. มีทักษะเกี่ยวกับการต่อ และอ่านค่าที่ได้จากการวัดของเครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์ และมีความรับผิดชอบ
4. มีความสามารถในการประยุกต์ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ

สรุณรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดชนิดต่าง ๆ
2. ปฏิบัติการหาความคลาดเคลื่อนการวัด
3. ใช้งานโอห์มมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ มัลติมิเตอร์ วัดต์มิเตอร์ กิโลวัตต์อาร์มิเตอร์ ดิจิทัลมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป
4. ประยุกต์ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ และหาความคลาดเคลื่อนการวัด

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับหน่วยการวัด หลักการทำงาน งานการต่อใช้งาน การอ่านค่า โวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ โอห์มมิเตอร์ และเครื่องวัดความต้านทานแบบบริดจ์ วัดต์มิเตอร์ กิโลวัตต์อาร์มิเตอร์ ออสซิลโลสโคป แลเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ การขยายย่านวัด ค่าความคลาดเคลื่อน และการบำรุงรักษา

มาตรฐานอาชีพ

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกล

สำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2557

เรื่อง มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกล
สำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกล
สำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ ทักษะ ความสามารถ และ
ประสบการณ์ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สามารถทำหน้าที่ในการบำรุงรักษา ปรับสภาพ
ถอดเปลี่ยน ตรวจสอบ และแก้ไขปัญหาของเครื่องจักรพื้นฐาน (ประกอบด้วย เครื่องกลึง, กัด, ไส,
เจาะ, เจียรไน และเครื่องเชื่อม) เครื่องจักรประเภทที่ใช้พนักงานควบคุม (Manual) แบบกึ่งอัตโนมัติ
(Semi-Auto) แบบอัตโนมัติ (Automatic) ตัวควบคุมระบบไฟฟ้าเครื่องจักร มอเตอร์ เครื่องจักร
ประเภทระบบแรงดันน้ำมัน (Hydraulic) และระบบแรงดันลม (Pneumatic) ระบบหล่อลื่นส่วน
เคลื่อนไหวยของเครื่องจักรและระบบท่อ ตลอดจนสามารถวางแผนและประเมินต้นทุนการติดตั้ง การ
บำรุงรักษา และการอนุรักษ์พลังงาน รวมถึงสามารถให้คำแนะนำด้านเทคนิคการติดตั้ง การ
บำรุงรักษา การแก้ไข และบริการ และจัดทำรายงานการแก้ไขปัญหาทางเทคนิคเพื่อรายงานต่อ
ผู้บังคับบัญชา

ข้อ 3 ข้อกำหนดทางวิชาการมาตรฐานฝีมือที่ใช้เป็นเกณฑ์วัดระดับความรู้ ความสามารถ
และทัศนคติในการทำงานของผู้ประกอบอาชีพในสาขาอาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกล
สำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้เป็นดังนี้

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๑ ได้แก่

3.1 ความรู้ ความเข้าใจ ประกอบด้วย ขอบเขตความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่อง
ดังต่อไปนี้

3.1.1 การปฏิบัติงานตามข้อกำหนดและกฎความปลอดภัยของเครื่องจักร
ที่รับผิดชอบ

- (1) อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล
- (2) สัญลักษณ์ความปลอดภัยที่กำหนดไว้ในเครื่องจักรแต่ละ

ประเภท

- (3) ข้อควรปฏิบัติในการทำงานที่ปลอดภัย
- (4) ข้อห้ามและข้อควรระวังของความปลอดภัย
- (5) การสร้างความปลอดภัยในที่ปฏิบัติงาน

3.1.2 การงานบำรุงรักษาระบบท่อ

- (1) เกลียวท่อ/ขนาดท่อ
- (2) เทคนิคการทดสอบคันหารอยรั่ว
- (3) พื้นฐาน 5 ส
- (4) ศัพท์ทางเทคนิค
- (5) อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบท่อ
- (6) ความปลอดภัยในการใช้สารเคมีสำหรับตรวจสอบ
- (7) ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับงานท่อ
- (8) สี และสัญลักษณ์งานท่อแต่ละประเภท
- (9) อายุการใช้งานอุปกรณ์
- (10) ประสาทสัมผัสทั้ง 5 (Visual Control)
- (11) การวิเคราะห์รอยเชื่อม
- (12) โครงสร้างอุปกรณ์จับยึด

3.1.3 การบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) และระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic) ของเครื่องจักร

- (1) กิจกรรรม 5 ส
- (2) ประสาทสัมผัสทั้ง 5 (Visual Control)
- (3) ความปลอดภัยและสิ่งแวดลอม
- (4) ระบบไฮดรอลิกพื้นฐาน
- (5) ระบบนิวเมติกส์พื้นฐาน
- (6) ประเภทของชิ้นส่วนเคลื่อนไหว
- (7) ชนิดของสารหล่อลื่น
- (8) การเลือกใช้สารหล่อลื่นให้ตรงกับประเภทของงาน

- (9) การใช้เครื่องวัดความเร็วรอบ ความร้อน
- (10) การสันสะเทือนให้ถูกต้องกับงาน
- (11) การขันแน่น
- (12) พิกัดหลวมคลอน

3.1.4 การบำรุงรักษามอเตอร์

- (1) กิจกรรม 5 ส
- (2) ประสาทสัมผัสทั้ง 5 (Visual Control)
- (3) ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
- (4) ไฟฟ้ากระแสตรง
- (5) ไฟฟ้ากระแสสลับ
- (6) มอเตอร์
- (7) เครื่องวัด Multi-Meter
- (8) เครื่องวัด Thermometer
- (9) ตลับลูกปืน
- (10) จาระบี
- (11) การขันแน่น
- (12) เครื่องมือวัด Clamp On Meter
- (13) การปรับร่วมศูนย์
- (14) เครื่องมือวัด RPM Meter
- (15) เครื่องวัด Mega Ohm

3.1.5 การบำรุงรักษาตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าเครื่องจักร

- (1) กิจกรรม 5 ส
- (2) ประสาทสัมผัสทั้ง 5 (Visual Control)
- (3) ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
- (4) อุปกรณ์ไฟฟ้า
- (5) ชนิดของสายไฟ
- (6) ประเภทของเครื่องมือช่างทางไฟฟ้า
- (7) แบบไฟฟ้า
- (8) การขันแน่น

- (9) เครื่องมือวัด Earth Meter
- (10) ระบบสายดิน
- (11) การเชื่อมต่อสายไฟฟ้า

3.1.6 การบำรุงรักษาเครื่องจักรพื้นฐาน

- (1) กิจกรรม 5 ส
- (2) ประสาทสัมผัสทั้ง 5 (Visual Control)
- (3) ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
- (4) ระบบส่งกำลัง (สายพาน, พู่เล่, เฟือง)
- (5) เครื่องมือวัดเบื้องต้น (เวอร์เนียร์, ฟิลเลอร์เกจ)
- (6) การใช้สารหล่อลื่น
- (7) การขันแน่น
- (8) เครื่องมือช่าง
- (9) ระบบนิวเมติก
- (10) ระบบไฮดรอลิก

3.2 ความสามารถ ประกอบด้วย ขอบเขตความสามารถในการปฏิบัติงาน

ดังต่อไปนี้

3.2.1 การปฏิบัติงานตามข้อกำหนดและกฎความปลอดภัยของเครื่องจักร

ที่รับผิดชอบ

- (1) การเตรียมการก่อนปฏิบัติงาน
- (2) การปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย
- (3) การจัดทำรายงาน

3.2.2 การงานบำรุงรักษาระบบท่อ

- (1) การบำรุงรักษารายเดือน
- (2) การบำรุงรักษารายปี

3.2.3 การบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) และระบบนิวเมติก (Pneumatic) ของเครื่องจักร

- (1) การบำรุงรักษารายวัน
- (2) การบำรุงรักษารายปี

3.2.4 การบำรุงรักษามอเตอร์

- (1) การบำรุงรักษารายวัน
- (2) การบำรุงรักษาราย 6 เดือน
- (3) การบำรุงรักษารายปี

3.2.5 การบำรุงรักษาตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าเครื่องจักร

- (1) การบำรุงรักษารายวัน
- (2) การบำรุงรักษารายเดือน

3.2.6 การบำรุงรักษาเครื่องจักรพื้นฐาน

- (1) การบำรุงรักษาเครื่องจักรรายวัน
- (2) การบำรุงรักษาราย 3 เดือน
- (3) การบำรุงรักษารายปี

3.3 ทักษะ ทักษะ ประกอบด้วย จิตสำนึกในการทำงานที่ดี มีระเบียบวินัย มีความซื่อสัตย์ ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความถูกต้องและปลอดภัย สุขอนามัยและความสะอาด

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job) ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อ และอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ			
งานหลัก (Duty)	งานย่อย (Task)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
1. ความรู้ เบื้องต้นเกี่ยวกับ เครื่องวัดไฟฟ้า	1.1 หน่วยการวัด	1) ความหมายของการวัด 2) หน่วยการวัดในระบบ SI	1) อธิบายสัญลักษณ์บน หน้าปัดเครื่องวัด ไฟฟ้า
	1.2 เครื่องวัดที่ใช้ในงานไฟฟ้า	1) การป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้า 2) ข้อควรระวังในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า	
	1.3 สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัด	1) สัญลักษณ์ของเครื่องวัดไฟฟ้าตามกำหนด	
	1.4 การคำนวณความคลาดเคลื่อน	1) สัญลักษณ์ของเครื่องวัดไฟฟ้าตามกำหนด	
	1.5 วิธีการบำรุงรักษาเครื่องวัดไฟฟ้า	1) สัญลักษณ์ของเครื่องวัดไฟฟ้าตามกำหนด	
2. มัลติมิเตอร์	2.1 มัลติมิเตอร์	1) ส่วนประกอบภายนอกของมัลติมิเตอร์	1) ใช้มัลติมิเตอร์วัดความต้านทานไฟฟ้า 2) ใช้มัลติมิเตอร์วัดความแรงดันไฟฟ้า 3) ใช้มัลติมิเตอร์วัดความกระแสไฟฟ้า
	2.2 ดิจิทัลมิเตอร์	1) การใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดความต้านทาน 2) ข้อควรระวังในการใช้มัลติมิเตอร์	
3. เครื่องวัดไฟฟ้า กระแสสลับ	3.1 โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	1) การวัด และอ่านค่าไฟฟ้ากระแสสลับด้วยโวลต์มิเตอร์	1) ต่อวงจรระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ 2) ใช้งานเอซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า 3) อ่านแรงดันไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของเอซีโวลต์มิเตอร์ 4) ใช้งานเอซีแอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าในวงจร 5) อ่านกระแสไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของเอซีแอมมิเตอร์
	3.2 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	1) การวัด และอ่านค่าไฟฟ้ากระแสสลับด้วยแอมป์มิเตอร์	

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job) ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อ และอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ			
งานหลัก (Duty)	งานย่อย (Task)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
4. เครื่องวัดความ ต้านทาน	4.1 โอห์มมิเตอร์	1) อธิบายโครงสร้างของโอห์มมิเตอร์ 2) บอกการใช้งานโอห์มมิเตอร์ 3) อ่านค่าสเกลจากการวัดของโอห์มมิเตอร์	1) วัดและอ่านค่าความต้านทาน
	4.2 เมกะโอห์มมิเตอร์	1) บอกลักษณะการใช้งานของเมกะ โอห์มมิเตอร์ 2) อธิบายหลักการทำงานของเมกะโอห์มมิเตอร์	
5. เครื่องวัดไฟฟ้า กระแสตรง	5.1 โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	1) การวัด และอ่านค่าไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโวลต์มิเตอร์	1) ใช้งานดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า 2) อ่านแรงดันไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของดีซีโวลต์มิเตอร์
	5.2 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	1) การวัด และอ่านค่าไฟฟ้ากระแสตรงด้วยแอมป์มิเตอร์	3) ใช้งานดีซีแอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าในวงจร 4) อ่านกระแสไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของดีซีแอมมิเตอร์
6. เครื่องวัดความ ต้านทานแบบ บริดจ์	6.1 วงจรบริดจ์สมดุล	1) อธิบายวงจรบริดจ์สมดุล 2) คำนวณค่าความต้านทานในวงจรบริดจ์สมดุล	1) ใช้เครื่องวัดแบบวีทสโตนบริดจ์วัดค่าความต้านทาน
	6.2 วงจรบริดจ์ไม่สมดุล	1) อธิบายวงจรบริดจ์ไม่สมดุล 2) คำนวณค่าความต้านทานในวงจรบริดจ์ไม่สมดุล	
	6.3 เครื่องวัดความต้านทานแบบวีทสโตนบริดจ์	1) อ่านค่าความต้านทานจากเครื่องวัดความต้านทานแบบวีทสโตนบริดจ์	

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (Job) ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อ และอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ			
งานหลัก (Duty)	งานย่อย (Task)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
7. เครื่องวัด กำลังไฟฟ้า	7.1 วัดดีเอ็มเตอร์	1) การต่อใช้งานวัดดีเอ็มเตอร์	1) ต้องวงจรวัดดีเอ็มเตอร์ วัดกำลังไฟฟ้า
	7.2 วาร์มิเตอร์	1) การต่อใช้งานวาร์มิเตอร์	2) ต้องวงจรรีเลย์วัด อวาร์มิเตอร์วัด พลังงานไฟฟ้า
	7.3 วัดอวาร์มิเตอร์	1) การต่อใช้งานวัดอวาร์ มิเตอร์	
8. เครื่องกำเนิด สัญญาณและ ออสซิลโลสโคป	8.1 เครื่องกำเนิด สัญญาณ	1) ลักษณะโครงสร้างของตัว เหนี่ยวนำ 2) รูปร่างสัญลักษณ์ของตัว เหนี่ยวนำ	1) ปรับตำแหน่งปุ่มปรับ ให้ออสซิลโลสโคป พร้อมใช้งาน 2) ใช้ออสซิลโลสโคปวัด แรงดันไฟฟ้า กระแสตรง
	8.2 ออสซิลโลสโคป	1) คุณสมบัติและหน้าที่ของตัว เหนี่ยวนำ	3) ใช้ออสซิลโลสโคปวัด แรงดันไฟฟ้า กระแสสลับ 4) ใช้ออสซิลโลสโคปวัด คาบเวลา
9. เครื่องวัดไฟฟ้า เฉพาะทาง	9.1 เครื่องวัดความถี่	1) การใช้งานเครื่องวัดความถี่	1) ใช้งานเครื่องวัด ความถี่แบบก้านสั้น และแบบเข็มชี้ป้าย เบน
	9.2 เครื่องวัดลำดับเฟส	1) การใช้งานเครื่องวัดลำดับ เฟส	2) ใช้เครื่องวัดลำดับเฟส เพื่อวัดลำดับเฟส
	9.3 เครื่องวัดความเร็ว รอบ	1) การใช้งานเครื่องวัด ความเร็วรอบ	3) ใช้งานเครื่องวัดความเร็ว รอบ
	9.4 เครื่องวัดความ เข้มของแสง	1) การใช้งานเครื่องวัดความ เข้มของแสง	4) ใช้เครื่องวัดความส่อง สว่าง
	9.5 เครื่องวัด กระแสไฟฟ้าแบบ แคลมป์ออน	1) การใช้งานเครื่องวัด กระแสไฟฟ้าแบบแคลมป์ ออน	5) ใช้งานแคลมป์ออน มิเตอร์

หน่วยการเรียนรู้

รหัส.....20104-2004 ชื่อวิชา.....เครื่องวัดไฟฟ้า.....

ทฤษฎี.....1.....ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ.....3.....ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน.....1.....หน่วยกิต

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้า 1.1 หน่วยการวัด 1) หน่วยการวัดในระบบ SI 2) การลดทอนและการขยายหน่วย 1.2 เครื่องวัดที่ใช้ในงานไฟฟ้า 1.3 สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัด 1) สัญลักษณ์บอกชนิดของเครื่องวัดไฟฟ้า 2) สัญลักษณ์บอกโครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้า 3) สัญลักษณ์บอกตำแหน่งการวางของ เครื่องวัดไฟฟ้า 4) สัญลักษณ์บอกค่าความคลาดเคลื่อน 1.4 การคำนวณความคลาดเคลื่อน 1) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ 2) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของย่านวัด 3) ค่าความแม่นยำ 4) ความเที่ยงตรง 1.5 วิธีการบำรุงรักษาเครื่องวัดไฟฟ้า	2	6	8
2	มัลติมิเตอร์ 2.1 มัลติมิเตอร์ 1) ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ 2) ส่วนประกอบสเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์ 3) การใช้มัลติมิเตอร์ 2.2 ดิจิทัลมิเตอร์ 1) หลักการทำงานเบื้องต้นของดิจิทัลมิเตอร์ 2) ข้อควรระวังและการเตรียมใช้งานดิจิทัลมิเตอร์	2	6	8

หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
3	เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ 3.1 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า 1) เครื่องวัดแบบเรียงกระแสครึ่งรูปคลื่น 2) เครื่องวัดแบบเรียงกระแสเต็มรูปคลื่น 3.2 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ 1) โครงสร้างและหลักการทำงาน 2) การนำไปใช้งาน 3.3 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ 1) แบบแรงดูด 2) แบบแรงผลัก 3) แบบแรงดูดและผลักร่วมกัน 3.4 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคับเบิล 3.5 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบไฟฟ้าสถิต	2	6	8
4	เครื่องวัดความต้านทาน 4.1 โอห์มมิเตอร์ 1) โครงสร้างของโอห์มมิเตอร์ 1) สเกลของโอห์มมิเตอร์ 1) การใช้งานโอห์มมิเตอร์ 1) วิธีอ่านค่าความต้านทาน 4.2 เมกะโอห์มมิเตอร์	2	6	8
5	เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง 5.1 ดิซีโวลต์มิเตอร์ 1) โครงสร้างดิซีโวลต์มิเตอร์ 2) การขยายย่านวัดดิซีโวลต์มิเตอร์ 3) การต่อดิซีโวลต์มิเตอร์ 4) การอ่านสเกลของโวลต์มิเตอร์ 5.1 ดิซีแอมมิเตอร์ 1) โครงสร้างของดิซีแอมมิเตอร์ 2) การขยายย่านวัดของดิซีแอมมิเตอร์ 3) การขยายย่านวัดของแอมมิเตอร์หลายย่านวัด 4) การใช้งานดิซีแอมมิเตอร์	1	3	4

หน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
6	เครื่องวัดความต้านทานแบบบริดจ์ 6.1 วงจรบริดจ์สมดุล 6.2 วงจรบริดจ์ไม่สมดุล 6.3 เครื่องวัดความต้านทานแบบวีทสโตนบริดจ์	1	3	4
7	เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า 7.1 วัดวัตต์มิเตอร์ 1) โครงสร้างของวัตต์มิเตอร์ 2) การต่อใช้งานวัตต์มิเตอร์ 7.2 วาร์มิเตอร์ 7.3 วัดต่อวาร์มิเตอร์ 1) โครงสร้างของวัดต่อวาร์มิเตอร์ 2) การต่อใช้งานวัดต่อวาร์มิเตอร์	2	6	8
8	เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป 8.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณ 1) ปุ่มปรับ ขั้วต่อของเครื่องกำเนิดสัญญาณ 2) ขั้นตอนการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ 8.2 ออสซิลโลสโคป 1) ส่วนประกอบและหน้าที่การทำงานของ ออสซิลโลสโคป 2) การวัดแรงดันไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคป 3) การวัดคาบเวลาและการคำนวณความถี่ 4) การวัดเฟสและคำนวณมุมเฟส	3	9	12
9	เครื่องวัดไฟฟ้าเฉพาะทาง 9.1 เครื่องวัดความถี่ 1) เครื่องวัดความถี่แบบก้านสั่น 2) เครื่องวัดความถี่แบบเข็มชี้ป้ายเบน 9.2 เครื่องวัดลำดับเฟส 1) เครื่องวัดลำดับเฟสแบบอาศัยการเหนี่ยวนำ 2) เครื่องวัดลำดับเฟสแบบอาศัยหลอดไฟ 9.3 เครื่องวัดความเร็วรอบ 9.4 เครื่องวัดความเข้มของแสง 9.5 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบแคลมป์ออน	2	6	8

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20104-2004 ชื่อวิชา เครื่องวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่องาน เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อ และอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพ อาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกลสำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1 สมรรถนะย่อย แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

- 1.1) รู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน
- 1.2) รู้วิธีเลือกใช้เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้อง
- 1.3) รู้วิธีปฏิบัติงานตามแบบที่กำหนด
- 1.4) สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย
- 1.5) การปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัยในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

2) วิธีประเมิน

- 2.1) สัมภาษณ์
- 2.2) สังเกตการปฏิบัติงาน

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

- 3.1) หลักฐานการปฏิบัติงานการใช้โอซีโวลต์มิเตอร์และเอซีแอมป์มิเตอร์ที่กำหนด
- 3.2) หลักฐานการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
- 3.3) หลักฐานการปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย ในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

- 4.1) หลักฐานความรู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน
- 4.2) หลักฐานความรู้วิธีเลือกใช้เครื่องวัดไฟฟ้า
- 4.3) หลักฐานความรู้เทคนิคการต่อใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้า
- 3.2 ประกอบวงจรระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- 3.3 ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าวัดปริมาณไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ใช้งานเอซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้
- 4.3 อ่านแรงดันไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของเอซีโวลต์มิเตอร์ได้
- 4.4 ใช้งานเอซีแอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรได้
- 4.5 อ่านกระแสไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของเอซีแอมมิเตอร์ได้
- 4.6 ปฏิบัติงานต่อใช้เครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง
- 4.7 ปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย ละเอียด รอบคอบ ตรงต่อเวลา และเป็นระเบียบ

5. สารการเรียนรู้

5.1 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า

- 1) เครื่องวัดแบบเรียงกระแสครึ่งรูปคลื่น
- 2) เครื่องวัดแบบเรียงกระแสเต็มรูปคลื่น

5.2 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

- 1) โครงสร้างและหลักการทำงาน
- 2) การนำไปใช้งาน

5.3 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

- 1) แบบแรงดูด
- 2) แบบแรงผลัก
- 3) แบบแรงดูดและผลักร่วมกัน

5.4 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคัปเปิล

5.5 เครื่องวัดไฟฟ้าสถิต

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้/กิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้/กิจกรรมของนักเรียน
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (M) 1. ผู้สอนทบทวนความรู้เรื่อง มัลติมิเตอร์ 2. ผู้สอนเกริ่นนำเกี่ยวกับเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสสลับ 2. ขั้นการให้ข้อมูล (I) 1. ผู้สอนบอกความหมายของเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสสลับ พร้อมภาพเครื่องวัดชนิดต่าง ๆ 2. ผู้สอนอธิบายเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดนาโมมิเตอร์ และเครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ พร้อมนำตัวอย่างมาแสดง 3. ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มแล้วร่วมกันอภิปรายเรื่อง เอซีโวลต์มิเตอร์ 3. ขั้นพยายาม (A) 1. ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอความรู้ เรื่อง เอซีโวลต์มิเตอร์ และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำใบปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ประกอบกับชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 4. ขั้นสำเร็จผล (P) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติตามใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้จาก เรื่องเอซีโวลต์มิเตอร์ 2. ผู้สอนประเมินผลการทำใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ และแบบประเมินใบงาน	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (M) 1. ผู้เรียนฟังผู้สอนทบทวนความรู้เรื่อง มัลติมิเตอร์ 2. ผู้เรียนฟังผู้สอนเกริ่นนำเกี่ยวกับเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ และจดบันทึก 2. ขั้นการให้ข้อมูล (I) 1. ผู้เรียนฟังผู้สอนบอกความหมายของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ 2. ผู้เรียนฟังผู้สอนอธิบายเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดนาโมมิเตอร์ และเครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ 3. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มแล้วร่วมกันอภิปรายเรื่อง เอซีโวลต์มิเตอร์ 3. ขั้นพยายาม (A) 1. ผู้เรียนนำเสนอความรู้ เรื่อง เอซีโวลต์มิเตอร์ และฟังความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 2. ผู้เรียนทำใบปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ประกอบกับชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 4. ขั้นสำเร็จผล (P) 1. ผู้เรียนสรุปผลจากการปฏิบัติตามการปฏิบัติตามใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้จาก เรื่องเอซีโวลต์มิเตอร์ 2. ผู้เรียนรับการประเมินในการการทำใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ และแบบประเมินใบงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้/กิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้/กิจกรรมของนักเรียน
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (M) 1. ผู้สอนทบทวนความรู้เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ ไดนาโมมิเตอร์ และเครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ 2. ผู้สอนเกริ่นนำเกี่ยวกับเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ 2. ขั้นการให้ข้อมูล (I) 1. ผู้สอนบอกความหมายของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ เครื่องวัดไฟฟ้าสถิต พร้อมภาพเครื่องวัดชนิดต่าง ๆ 2. ผู้สอนอธิบายเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้าสถิต พร้อมนำตัวอย่างมาแสดง 3. ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มแล้วร่วมกันอภิปรายเรื่อง เอซีแอมป์มิเตอร์มิเตอร์ 3. ขั้นพยายาม (A) 1. ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอความรู้ เรื่อง เอซีแอมป์มิเตอร์ และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำใบปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ประกอบกับชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 4. ขั้นสำเร็จผล (P) 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติตามใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้จาก เรื่องเอซีโวลต์มิเตอร์ 2. ผู้สอนประเมินผลการทำใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ และแบบประเมินใบงาน	1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (M) 1. ผู้เรียนฟังผู้สอนทบทวนความรู้เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ ไดนาโมมิเตอร์ และเครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ 2. ผู้เรียนฟังผู้สอนเกริ่นนำเกี่ยวกับเรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ และจดบันทึก 2. ขั้นการให้ข้อมูล (I) 1. ผู้เรียนฟังผู้สอนบอกความหมายของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ เครื่องวัดไฟฟ้าสถิต 2. ผู้เรียนฟังผู้สอนอธิบายเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้าสถิต 3. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มแล้วร่วมกันอภิปรายเรื่อง เอซีแอมป์มิเตอร์มิเตอร์ 3. ขั้นพยายาม (A) 1. ผู้เรียนนำเสนอความรู้ เรื่อง เอซีแอมป์มิเตอร์ และฟังความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 2. ผู้เรียนทำใบปฏิบัติงาน เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ประกอบกับชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 4. ขั้นสำเร็จผล (P) 1. ผู้เรียนสรุปผลจากการปฏิบัติตามการปฏิบัติตามใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้และสิ่งที่ได้เรียนรู้จาก เรื่องเอซีโวลต์มิเตอร์ 2. ผู้เรียนรับการประเมินในการการทำใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ และแบบประเมินใบงาน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ
- 7.2 ใบปฏิบัติงานที่ 3 เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- 7.3 ใบปฏิบัติงานที่ 4 เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

- 1) หลักฐานความรู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน
- 2) หลักฐานความรู้วิธีเลือกใช้เอซีโวลต์มิเตอร์และเอซีแอมป์มิเตอร์
- 3) หลักฐานความรู้เทคนิคการต่อใช้เอซีโวลต์มิเตอร์และเอซีแอมป์มิเตอร์

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

- 1) หลักฐานการปฏิบัติงานการใช้เอซีโวลต์มิเตอร์และเอซีแอมป์มิเตอร์
- 2) หลักฐานการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
- 3) หลักฐานการปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย ในการทำงาน ความปลอดภัย

ในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

- 1) อธิบายความรู้เกี่ยวกับเอซีโวลต์มิเตอร์และเอซีแอมป์มิเตอร์ได้ถูกต้อง
- 2) ต่อใช้งานเอซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง
- 3) ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
- 5) ปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
- 6) ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย ละเอียด รอบคอบ ตรงต่อเวลา และเป็นระเบียบ

9.2 วิธีการประเมิน

- 1) สังเกตการปฏิบัติงาน
- 2) ประเมินผลการปฏิบัติงาน

9.3 เครื่องมือประเมิน

- 1) แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ด้าน ได้
 - 1.1) ด้านทักษะอาชีพ
 - 1.2) ด้านการปฏิบัติงาน
- 2) แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่
 - 2.1) กระบวนการปฏิบัติงาน
 - 2.2) ผลการปฏิบัติงาน
 - 2.3) กิจนิสัยการปฏิบัติงาน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไข้ปัญหา

1) ผลการแก้ไข้ปัญหาที่ส่งผลดีต่อผู้เรียน

.....

.....

.....

2) แนวทางแก้ไข้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20104-2004 ชื่อวิชา เครื่องวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่องาน เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อ และอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. **มาตรฐานอาชีพ** อาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกลสำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1 **สมรรถนะย่อย** แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

- 1.1) รู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน
- 1.2) รู้วิธีเลือกใช้เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้อง
- 1.3) รู้วิธีปฏิบัติงานตามแบบที่กำหนด
- 1.4) สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย
- 1.5) การปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย ในการทำงาน ความปลอดภัย ในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

2) วิธีประเมิน

- 2.1) สัมภาษณ์
- 2.2) สังเกตการปฏิบัติงาน

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

- 3.1) หลักฐานการปฏิบัติงานการใช้เอสไวลต์มิเตอร์และเอซีแอมป์มิเตอร์ที่กำหนด
- 3.2) หลักฐานการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
- 3.3) หลักฐานการปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย ในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

- 4.1) หลักฐานความรู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน
- 4.2) หลักฐานความรู้วิธีเลือกใช้เครื่องวัดไฟฟ้า
- 4.3) หลักฐานความรู้เทคนิคการต่อใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้า
- 3.2 ประกอบวงจรระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- 3.3 ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าวัดปริมาณไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

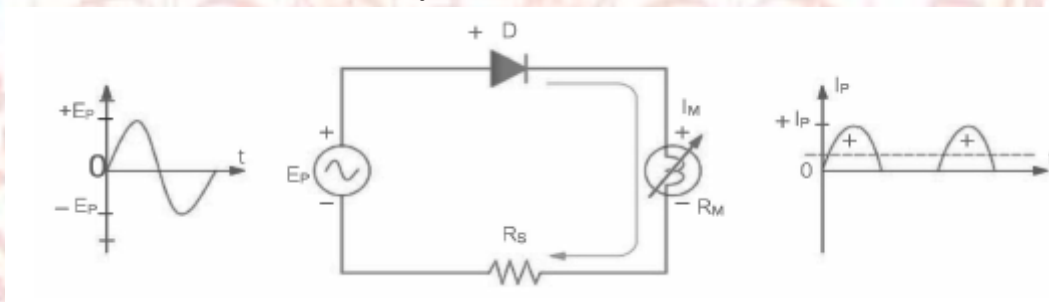
- 4.1 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ใช้งานเอซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้
- 4.3 อ่านแรงดันไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของเอซีโวลต์มิเตอร์ได้
- 4.4 ใช้งานเอซีแอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรได้
- 4.5 อ่านกระแสไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของเอซีแอมมิเตอร์ได้
- 4.6 ปฏิบัติงานต่อใช้เครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง
- 4.7 ปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย ละเลียด รอบคอบ ตรงต่อเวลา และเป็นระเบียบ

5. เนื้อหาสาระ

5.1 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier Instrument) เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปที่ขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) จะทำให้ทิศทางการบิดเบือนของเข็มชี้ย้อนกลับไปกลับมาตามการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) การย้อนกลับไปกลับมาเร็วมากจนมองเห็นว่าเข็มชี้เกิดการสั่น ดังนั้นจะต้องทำการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงก่อน โดยใช้อุปกรณ์ในการเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier) นั่นคือ ไดโอดซึ่งสามารถทำการเรียงกระแสไฟฟ้าได้ 2 แบบ ดังนี้ แบบการเรียงกระแสไฟฟ้าครึ่งรูปคลื่น (Half-Wave Rectifier) แบบการเรียงกระแสไฟฟ้าเต็มรูปคลื่น (Full-Wave Rectifier)

1) เครื่องวัดแบบเรียงกระแสครึ่งรูปคลื่น

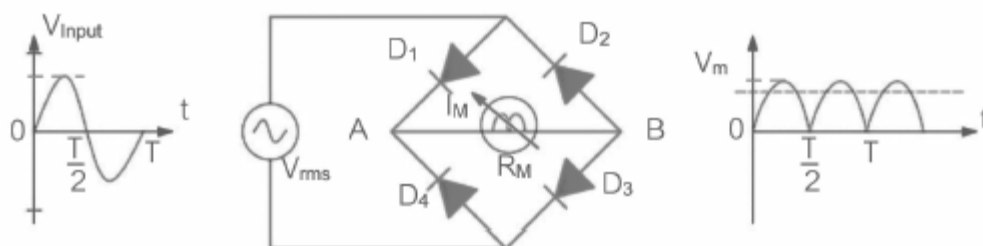


จากรูปเมื่อนำไดโอดมาต่ออนุกรมเข้ากับขดลวดเคลื่อนที่ เพื่อทำการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับในซีกบวกไหลผ่านไดโอด จะเป็นการได้รับการไบอัสตรง ทำให้ไดโอดสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ สัญญาณทางด้านเอาต์พุตจึงมีแรงดันไฟฟ้า (มีรูปคลื่นเกิดขึ้น) เมื่อรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับในซีกลบไหลผ่านไดโอด เป็นการได้รับไบอัสกลับ ทำให้ไดโอดไม่สามารถนำกระแสได้จึงไม่มีสัญญาณของแรงดันไฟฟ้าทางเอาต์พุต

สรุปว่า ไดโอดจะสามารถนำกระแสได้เฉพาะรูปคลื่นในซีกบวกเท่านั้น ซึ่งเป็นการเรียงแบบครึ่งรูปคลื่น (Half-Wave Rectifier) เครื่องวัดที่ใช้หลักการนี้เรียกว่า “เครื่องวัดไฟฟ้าเรียงกระแสแบบครึ่งรูปคลื่น”

2) เครื่องวัดแบบเรียงกระแสเต็มรูปคลื่น



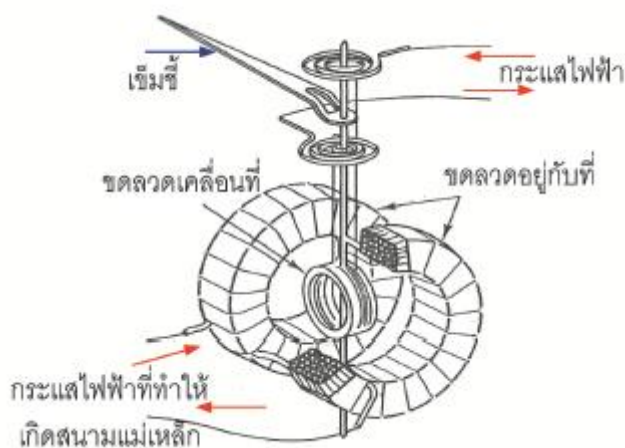
จากรูปที่ 3.2 เมื่อรูปคลื่นสัญญาณไซน์ (Sine Wave) ในซีกบวกเข้ามา ที่จุด A สัญญาณจะเป็นบวก + จุด B เป็นสัญญาณลบ - ไดโอด D1, D3 จะได้รับไบอัสตรงทำให้มีแรงดันไฟฟ้า (รูปคลื่นสัญญาณทางด้านเอาต์พุต) เมื่อรูปคลื่นสัญญาณไซน์ (Sine Wave) ในซีกลบกลับมาที่จุด A มีค่าเป็นลบ - ที่จุด B มีค่าเป็นบวก + ไดโอด D2, D4 ได้รับการไบอัสตรง ทำให้เกิดมีแรงดันไฟฟ้า

หลักการทำงานเช่นนี้เรียกว่าเป็นการเรียงกระแสแบบเต็มรูปคลื่น (Full-Wave Rectifier) เครื่องวัดที่ใช้หลักการนี้เรียกว่า เครื่องวัดแบบเรียงกระแสเต็มคลื่น

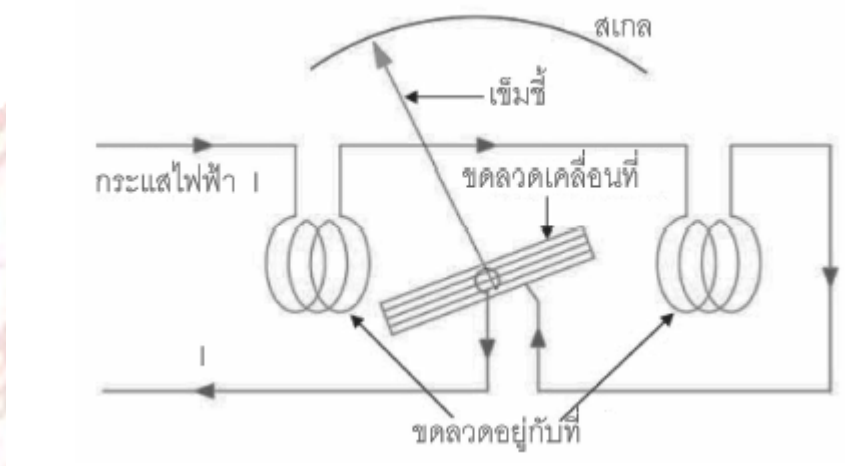
5.2 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์

1) โครงสร้างและหลักการทำงาน

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์ (Electrodynamometer) มีโครงสร้างเหมือนกับแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) แต่ทำการเปลี่ยนจากแม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแยกออกเป็น 2 ชุดขดลวดชุดที่อยู่กับที่เรียกว่า “ขดกระแสไฟฟ้า” ขดลวดเคลื่อนที่เรียกว่า “ขดแรงดันไฟฟ้า”



หลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์



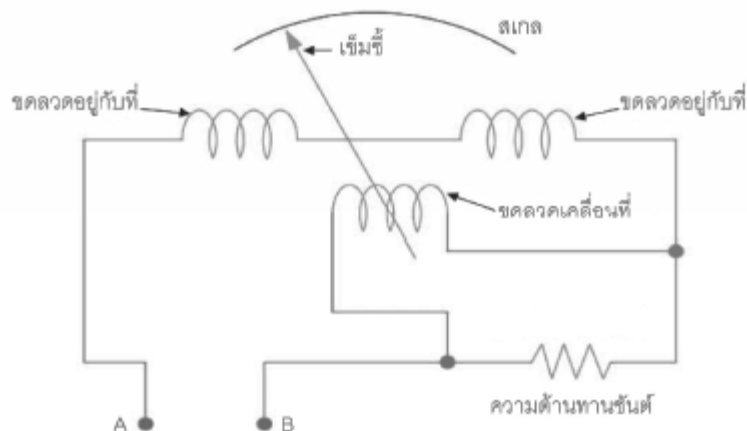
จากรูป จะเห็นว่าการต่อขดลวดเคลื่อนที่อนุกรมกับขดลวดอยู่กับที่เพื่อให้ทิศทางของสนามแม่เหล็กไปในทิศทางเดียวกัน

เมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดอยู่กับที่ ทำให้เกิดการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นเป็นผลให้ขดลวดเคลื่อนที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมารอบ ๆ ขดลวดเคลื่อนที่ และมีกระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ ทำให้เกิดแรงบิดบ้ายเบนที่มีอำนาจชนะแรงสปริงต้านไว้เป็นผลให้เข็มชี้เคลื่อนที่ไปและหยุดชี้ค่าที่ตำแหน่งตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวด

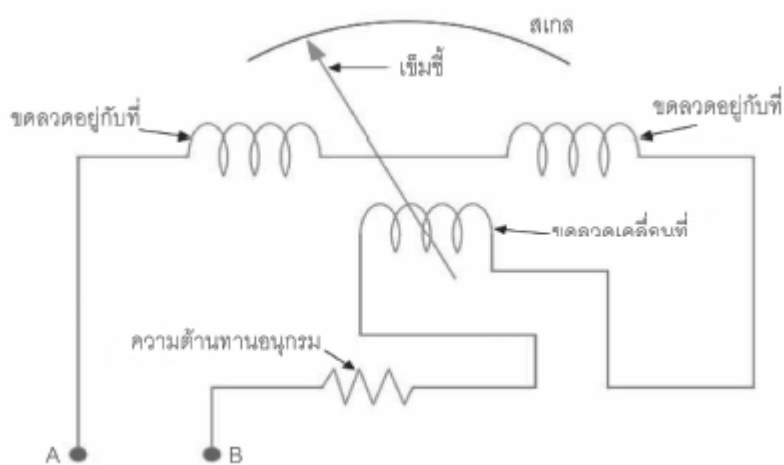
2) การนำไปใช้งาน

เนื่องจากเครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ไดนาโมมิเตอร์สามารถวัดทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับได้ดังนั้นจึงสามารถประยุกต์เป็นเครื่องวัดต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การนำไปใช้เป็นแอมมิเตอร์ ทำการต่อขดลวดเคลื่อนที่อนุกรมกับขดลวดอยู่กับที่ดังรูป

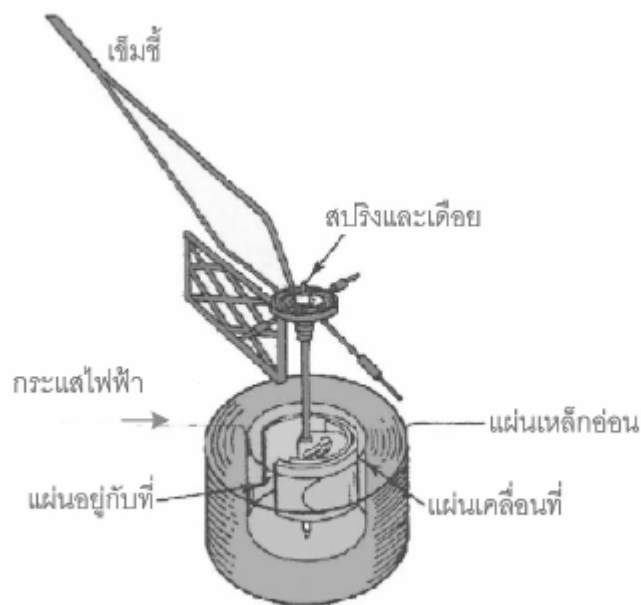


2. การนำไปใช้เป็นโวลต์มิเตอร์ ทำการต่อตัวต้านทานอนุกรมเข้ากับขดลวดเคลื่อนที่และขดลวดอยู่กับที่ ดังรูป



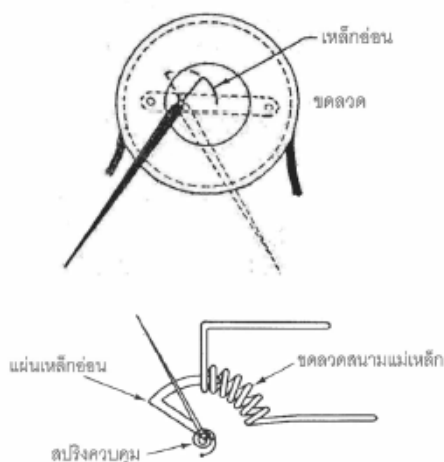
5.3 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ (Moving Iron Instrument) มีโครงสร้างประกอบด้วย แผ่น-เหล็กอ่อน 2 แผ่น เป็นแผ่นเหล็กเคลื่อนที่กับแผ่นเหล็กอยู่กับที่ สปริงและเข็มชี้ติดอยู่กับขดลวดเคลื่อนที่มีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ แบบแรงดูด แบบแรงผลัก และแบบแรงดูดและแรงผลักร่วมกัน



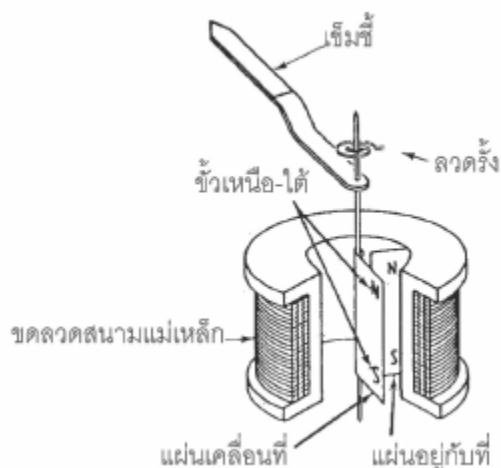
1) แบบแรงดูด

เครื่องวัดชนิดนี้มีโครงสร้างประกอบด้วย ส่วนที่เคลื่อนที่ ทำจากแผ่นเหล็กอ่อนส่วนนี้จะมี การเชื่อมต่อกับสปริงควบคุมและเข็มชี้ ส่วนที่อยู่กับที่ เป็นขดลวดสนามแม่เหล็ก หรือเรียกว่าฟิลด์ คอยล์ (Field Coil) มีหลักการทำงาน คือ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านฟิลด์คอยล์ (Field Coil) ฟิลด์ คอยล์จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นเป็นผลให้เกิดการเหนี่ยวนำ และเกิดแรงดูดแผ่นเหล็กอ่อนให้ เคลื่อนที่เข้าไป เข็มชี้ของเครื่องวัดจึงเกิดการบ่ายเบนไปด้วย เมื่อเกิดการสมดุลของแรงดูดระหว่าง ฟิลด์คอยล์กับสปริงจะทำให้เข็มชี้หยุดนิ่ง



2) แบบแรงผลัก

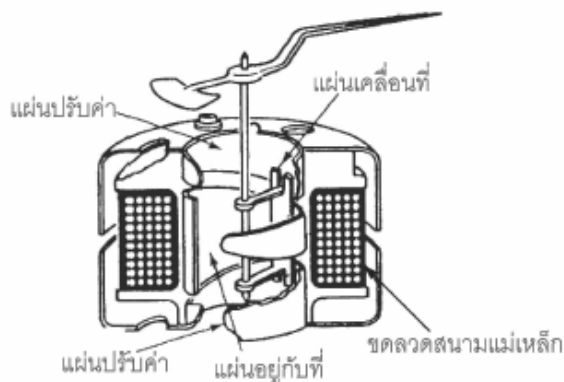
โครงสร้างของเครื่องวัดแบบผลักนี้ประกอบด้วยแผ่นเหล็กอ่อน 2 แผ่น แผ่นที่หนึ่ง ติดอยู่กับที่บริเวณขดลวดสนามแม่เหล็ก เรียกส่วนนี้ว่า “แผ่นเหล็กอยู่กับที่” แผ่นที่สอง ติดอยู่กับส่วนที่เคลื่อนที่ประกอบด้วยเข็มชี้และสปริง เรียกส่วนนี้ว่า “แผ่นเหล็กเคลื่อนที่”



แผ่นเหล็กอ่อนทั้ง 2 แผ่น วางอยู่ในขดลวดสนามแม่เหล็ก หลักการทำงานของเครื่องวัดชนิดนี้ทำได้โดยเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นเป็นผลให้แผ่นเหล็กทั้งสองกลายเป็นแม่เหล็กที่มีขั้วเหมือนกัน เกิดการผลักกันระหว่างแผ่นเหล็กอ่อนทำให้เกิดแรงบิดทำให้แผ่นเหล็กเคลื่อนที่หมุนเคลื่อนที่ไป

3) แบบแรงดูดและผลักร่วมกัน

โครงสร้างของเครื่องวัดชนิดนี้ ประกอบด้วยแผ่นเหล็กอ่อนทั้ง 2 คู่ คู่ที่หนึ่งทำหน้าที่ในการผลักอีกคู่หนึ่งทำหน้าที่ในการดูด แผ่นเหล็กทั้งสองวางอยู่ในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil)



หลักการทำงานของเครื่องวัดนี้มีลักษณะการทำงานดังนี้ เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดสนามแม่เหล็ก ขดลวดสนามแม่เหล็กจะให้อำนาจในการสร้างสนามแม่เหล็กให้กับแผ่นเหล็กอยู่กับที่กับแผ่นเหล็กเคลื่อนที่มีแรงผลักกันซึ่งทำให้เกิดการบ่ายเบนไป เมื่อถึงท่ายสเกล จะมีแผ่นเหล็กที่ทำหน้าที่ดูดจะทำให้การดูดแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ที่ทำให้เข็มชี้บ่ายเบนไปมีมุมในการบ่ายเบนเพิ่มมากขึ้น

5.4 เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคัปเปิล

โครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคัปเปิล มีหลักการทำงานและการนำไปใช้ ดังนี้

1. โครงสร้างและหลักการทำงาน

โครงสร้างของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคัปเปิล ประกอบด้วย

1. ขดลวดเคลื่อนที่ เป็นขดลวดเคลื่อนที่ของมิลลิโวลต์มิเตอร์ที่มีความไวสูงในการวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่มาจากเทอร์มอคัปเปิล
2. ขดลวดความร้อน เป็นขดลวดเส้นเล็ก ๆ ทำหน้าที่ในการสร้างความร้อน (Heater)
3. เทอร์มอคัปเปิล เป็นตัวตรวจจับความแตกต่างของความร้อนระหว่างโลหะ 2 ชนิด เป็นผลให้เกิดแรงดันไฟฟ้า ซึ่งขนาดของแรงดันไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะและอุณหภูมิที่สูงขึ้นที่จุดต่อระหว่างโลหะสองชนิด

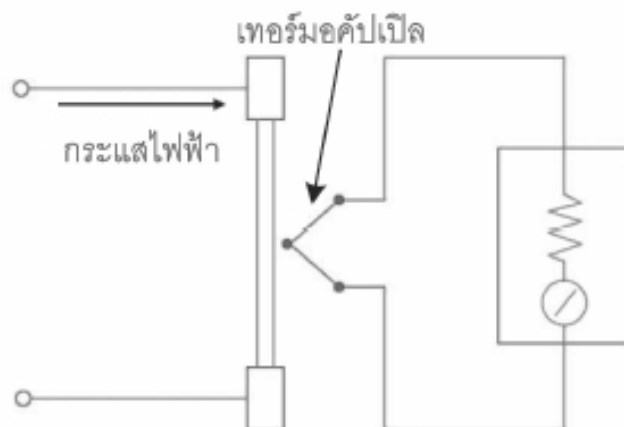


หลักการทำงานของเครื่องวัดชนิดนี้จะอาศัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายใน ความร้อนที่ได้มีค่าเท่ากับ I^2R แล้วส่งมายังเทอร์มอคับเบิลจะเป็นตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงดันไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เข็มชี้เกิดบายนไป

2. การนำไปใช้งาน

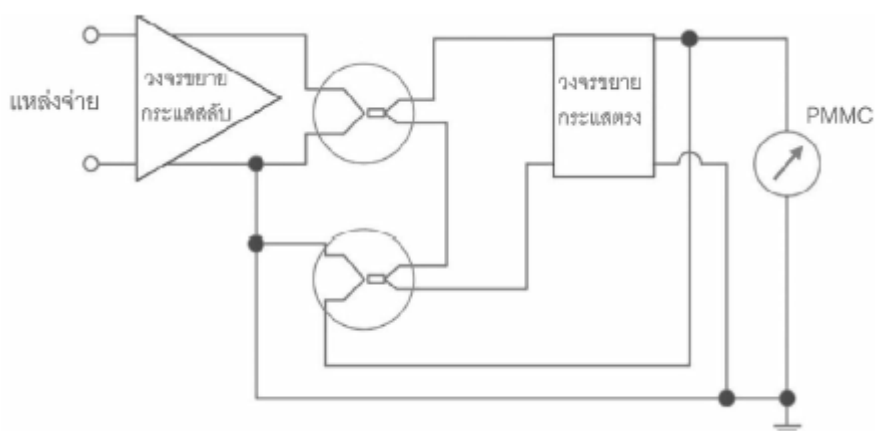
จากคุณลักษณะของเทอร์มอคับเบิล สามารถนำมาทำเป็นเครื่องวัดไฟฟ้าได้ดังนี้

1. การนำไปใช้เป็นแอมมิเตอร์



จากรูปที่ 3.13 เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนส่งความร้อนเทอร์มอคับเบิลจะส่งสัญญาณเป็นแรงดันไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ทำให้เข็มชี้บายนไป ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่เทอร์มอคับเบิลจะแปรผันตามค่าของ I^2 ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดความร้อน ค่าที่อ่านได้จากสเกลจึงเป็นค่าอาร์เอ็มเอส ค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่สเกลของขดลวดเคลื่อนที่จะมีค่าสูงประมาณ 10 mA เนื่องจากใช้กระแสไฟฟ้ามากในการที่จะทำให้ขดลวดเกิดความร้อนได้

2. การนำไปใช้เป็นโวลต์มิเตอร์

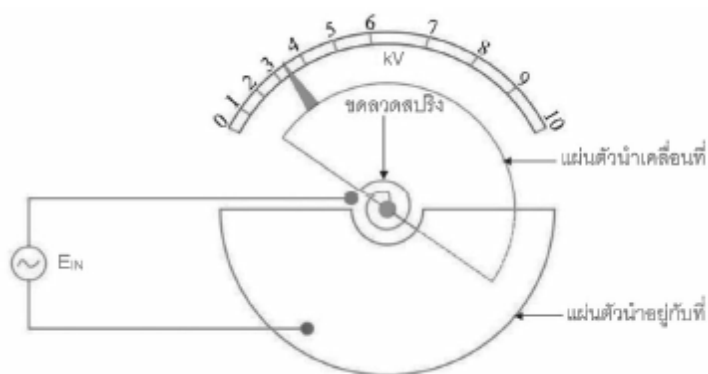


จากรูปแสดงบล็อกไดอะแกรมของโวลต์มิเตอร์ ซึ่งมีเทอร์มอคับเบิล 2 ตัว ตัวที่ 1 ทำหน้าที่วัดค่า อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่ทำให้เกิดการสมดุลของวงจร เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ

ไหลผ่านขดลวดความร้อน เทอร์มอคัปเปิลตัวที่หนึ่งจะแสดงค่าออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า ส่งสัญญาณไปยังวงจรขยายไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนหนึ่งของวงจรขยายกระแสตรงจะส่งไปยังขดลวดความร้อนตัวที่สอง เทอร์มอคัปเปิลจะส่งสัญญาณเป็นแรงดันไฟฟ้าไปยังวงจรขยายกระแสตรง เมื่อค่าของแรงดันไฟฟ้าที่เข้าไปยังวงจรขยายกระแสตรงมีค่าเท่ากันพอดี สัญญาณที่ออกมาทางด้านขดลวดเคลื่อนที่จะมีค่าคงที่ สามารถอ่านค่าได้ทันที

5.5 เครื่องวัดไฟฟ้าสถิต

โครงสร้างของเครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต ประกอบด้วย แผ่นตัวนำ 2 ชุด และสปริงชุดที่หนึ่งเป็นแผ่นตัวนำเคลื่อนที่ทำการติดตั้งบนแบริง (Bearing) และมีเข็มชี้ติดอยู่ สามารถหมุนได้ แผ่นตัวนำชุดที่สองเป็นแผ่นตัวนำอยู่กับที่และสปริงทำหน้าที่สำหรับทำให้เกิดแรงบิดต้าน



หลักการทำงานของเครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิตมีดังนี้ เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่อินพุตของแผ่นตัวนำทั้งสองชุด จะทำให้แผ่นตัวนำทั้งสองมีขั้วที่แตกต่างกันเป็นผลให้เกิดแรงบิดที่แผ่นตัวนำทั้งสองชุด ส่งผลให้แผ่นตัวนำเคลื่อนที่ไปเข็มชี้ที่ติดกับแผ่นตัวนำให้เกิดการบ่ายเบน เข็มชี้จะหยุดนิ่งเมื่อแรงบิดของแผ่นตัวนำเคลื่อนที่ และแผ่นตัวนำอยู่กับที่มีแรงบิดที่สปริงเกิดการสมดุลกัน

6. สรุปสาระสำคัญ

การวัดปริมาณไฟฟ้ากระแสสลับต้องใช้มิเตอร์วัดไฟกระแสสลับ จึงจะสามารถวัดปริมาณไฟฟ้านั้น ๆ ออกมาได้ มิเตอร์วัดปริมาณไฟฟ้ากระแสสลับสามารถสร้างได้จากมิเตอร์หลายแบบ มิเตอร์แต่ละแบบมีโครงสร้างและคุณสมบัติแตกต่างกันไปแต่ละลักษณะโดยเฉพาะเครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier instrument) โดยใช้ไดโอดเป็นอุปกรณ์ในการเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier) มี 2 แบบ คือ แบบการเรียงกระแสไฟฟ้าครึ่งรูปคลื่น (Half-Wave Rectifier) แบบการเรียงกระแสไฟฟ้าเต็มรูปคลื่น (Full-Wave Rectifier)

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครมีเตอร์ มีโครงสร้างเหมือนกันแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC) แต่ทำการเปลี่ยนจากแม่เหล็กถาวรเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแยกออกเป็น 2 ชุด ขดลวดชุดที่อยู่กับที่เรียกว่า “ขดกระแสไฟฟ้า” ขดลวดเคลื่อนที่เรียกว่า “ขดแรงดันไฟฟ้า”

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ มีโครงสร้างประกอบด้วยแผ่นเหล็กอ่อน 2 แผ่น เป็นแผ่นเหล็กเคลื่อนที่กับแผ่นเหล็กอยู่กับที่ สปริง และเข็มชี้ติดอยู่กับขดลวดเคลื่อนที่

เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคัปเปิล มีหลักการทำงาน โดยอาศัยความร้อนที่เกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดความร้อนที่มีค่าความต้านทานภายใน ความร้อนที่ได้มีค่าเท่ากับ I^2R แล้วส่งมายังเทอร์มอคัปเปิลจะเป็นตัวส่งสัญญาณที่เป็นแรงดันไฟฟ้าไปยังขดลวดเคลื่อนที่ที่ทำให้เข็มชี้เกิดป้ายเบนไป

เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต ประกอบด้วย แผ่นตัวนำ 2 ชุด และสปริงชุดที่หนึ่งเป็นแผ่นตัวนำเคลื่อนที่ทำการติดตั้งบนแบริง (Bearing) และมีเข็มชี้ติดอยู่ สามารถหมุนได้ แผ่นตัวนำชุดที่สองเป็นแผ่นตัวนำอยู่กับที่และสปริงทำหน้าที่สำหรับทำให้เกิดแรงบิดต้าน

	ใบปฏิบัติงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20104-2004 ชื่อวิชา เครื่องวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ทฤษฎี 1 ชม.
ชื่องาน การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน		ปฏิบัติ 3 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อ และอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. **มาตรฐานอาชีพ** อาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกลสำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1 **สมรรถนะย่อย** แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

2.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

2.1.1 รู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน

2.1.2 รู้วิธีเลือกใช้อะมิเตอร์ได้ถูกต้อง

2.1.3 รู้วิธีปฏิบัติงานตามแบบที่กำหนด

2.1.4 สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

2.1.5 การปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย ในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

2.2 วิธีประเมิน

2.2.1 สัมภาษณ์

2.2.2 สังเกตการปฏิบัติงาน

2.3 หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

2.3.1 หลักฐานการปฏิบัติงานการใช้อะมิเตอร์ที่กำหนด

2.3.2 หลักฐานการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย

2.3.3 หลักฐานการปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย ในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

2.4 หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.4.1 หลักฐานความรู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน

2.4.2 หลักฐานความรู้วิธีเลือกใช้อะมิเตอร์

2.4.3 หลักฐานความรู้เทคนิคการใช้อะมิเตอร์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการใช้งานอะมิเตอร์

3.2 ประกอบวงจรระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

3.3 ใช้อะมิเตอร์วัดปริมาณไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายหลักการทำงานของเอซีโวลต์มิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ใช้งานเอซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้
- 4.3 อ่านแรงดันไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของเอซีโวลต์มิเตอร์ได้
- 4.4 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบอนุกรมได้ถูกต้อง
- 4.4 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบขนานได้ถูกต้อง
- 4.5 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง
- 4.6 ปฏิบัติงานต่อใช้เครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง
- 4.7 ปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย ละเอียด รอบคอบ ตรงต่อเวลา และเป็นระเบียบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

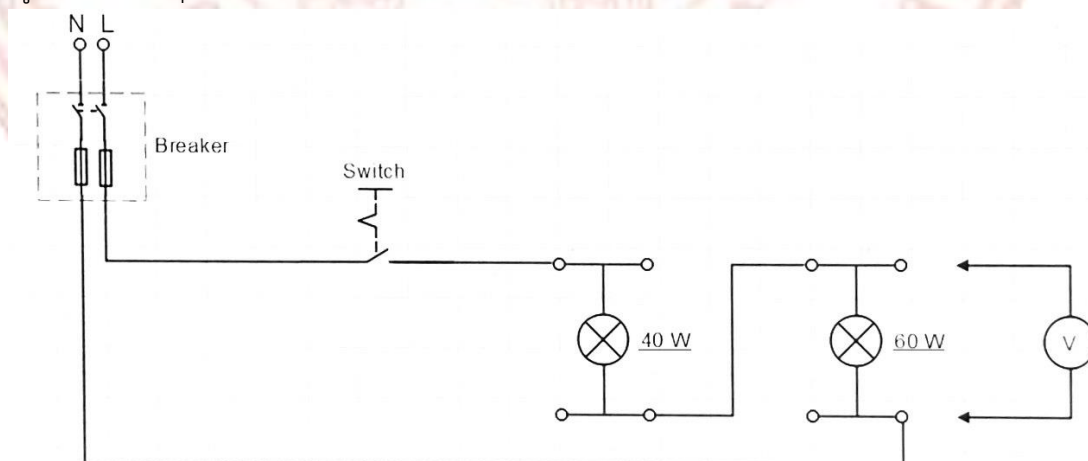
- 5.1 ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 1 ชุด
- 5.2 สายสำหรับต่อวงจร 1 ชุด
- 5.3 หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้ 2 หลอด
- 5.4 หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

- 6.1 ควรตรวจสอบเอซีโวลต์มิเตอร์ เพื่อทดสอบการทำงานก่อนปฏิบัติงานจริง

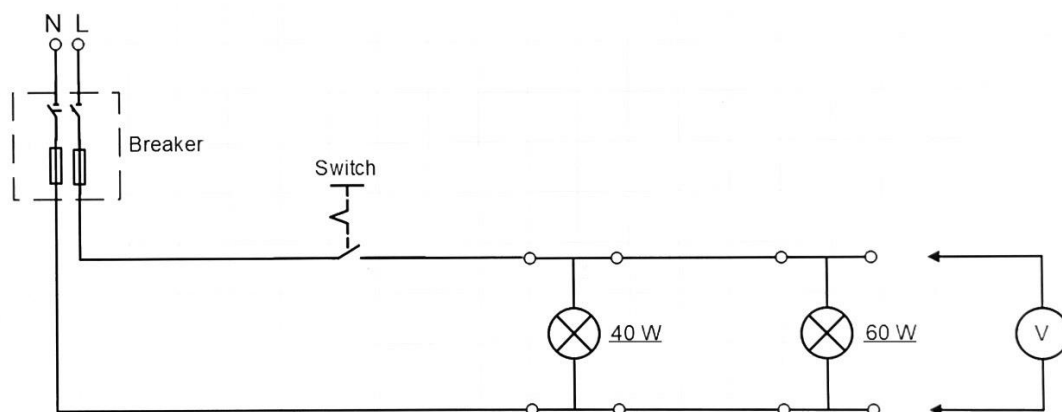
7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- 7.1 นำอุปกรณ์ต่างๆ มาต่อลงในชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านตามรูปของวงจรอนุกรม



- 7.2 จ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเข้าวงจร จากนั้นกดสวิตช์แล้วสังเกตความสว่างของหลอดไฟ
- 7.3 ต่อเอซีโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันตกคร่อมของหลอดไฟแต่ละหลอด แล้วบันทึกผลลงในตาราง
- 7.4 จากนั้นต่อเอซีโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งวงจร แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1
- 7.5 ใช้ดีจิทัลมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1

7.6 นำอุปกรณ์ต่างๆ มาต่อลงในชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ตามรูปของวงจรขนาน



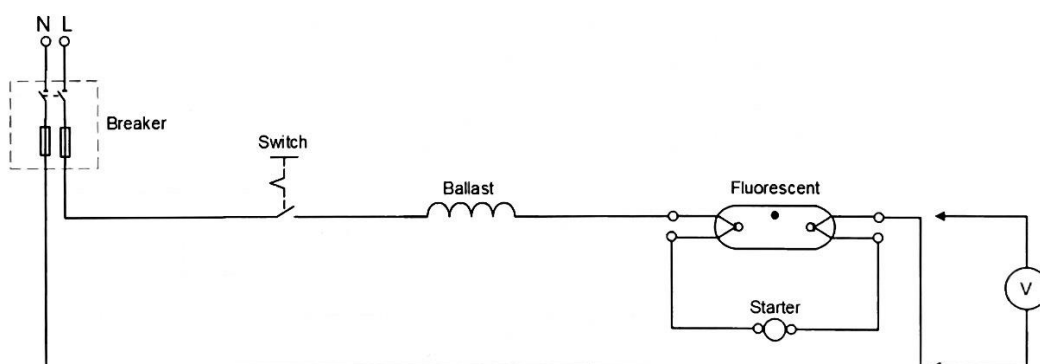
7.7 จ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเข้าวงจร จากนั้นกดสวิตช์แล้วสังเกตความสว่างของหลอดไฟ

7.8 ต่อเอซีโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันตกคร่อมของหลอดไฟแต่ละหลอด แล้วบันทึกผลลงในตาราง

7.9 จากนั้นต่อเอซีโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันทั้งวงจร แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1

7.10 ใช้ดิจิตอลมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1

7.11 นำอุปกรณ์ต่างๆ มาต่อลงในชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ตามรูปของวงจรไฟฟ้าแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตามรูปวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์



7.12 จ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเข้าวงจร จากนั้นกดสวิตช์แล้วสังเกตความสว่างของหลอดไฟ

7.13 ต่อเอซีโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันตกคร่อมของหลอดไฟแต่ละหลอด แล้วบันทึกผลลงในตาราง

7.14 จากนั้นต่อเอซีโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันทั้งวงจร แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1

7.15 ใช้ดิจิตอลมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บันทึกผลการปฏิบัติงาน

ค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจร						
หลอดไฟ	ประเภทของวงจร					
	วงจรอนุกรม			วงจรขนาน		
	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณได้	เอซีโวลต์มิเตอร์	ดิจิตอลมิเตอร์	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณได้	เอซีโวลต์มิเตอร์	ดิจิตอลมิเตอร์
หลอดไส้ ขนาด 40 วัตต์						
หลอดไส้ ขนาด 60 วัตต์						
หลอดฟลูออเรสเซนต์	E Fluorescent =V.					
รวมทั้งวงจร						

8. สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

9. คำถามหลังการปฏิบัติงาน

9.1 จากการทดลองพบว่าในวงจรอนุกรม แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอดมีผลต่อความสว่างของหลอดอย่างไร

.....

.....

9.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่าไร (แสดงสูตรและวิธีคำนวณ)

.....

.....

.....

9.3 จากทดลองในวงจรขนานหลอดใดหลอดหนึ่งออก มีผลทำให้.....เพราะ.....

.....

.....

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน					
ใบปฏิบัติงานที่ 3 การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน					
ชื่อ-สกุล ผู้เรียน.....			ชั้น ปวช./..... เลขที่		
ชื่อ-สกุล ผู้ประเมิน.....			วัน/เดือน/ปี		
ที่	รายการการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	หมายเหตุ
1.	กระบวนการปฏิบัติงาน				
	1.1 การเตรียมอุปกรณ์	1			
	1.2 ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือ	1			
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	1			
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	1			
2.	ผลการปฏิบัติงาน				
	2.1 ต่อใช้งานเอซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง	6			
	2.2 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	3			
	2.3 ตารางบันทึกผล สรุปผลการปฏิบัติงาน	1			
	2.4 ตอบคำถามท้ายการทดลอง	1			
3.	กิจนิสัยการปฏิบัติงาน				
	3.1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1			
	3.2 การใช้เครื่องมืออุปกรณ์	2			
	3.3 ความเรียบร้อยของพื้นที่ปฏิบัติงาน	1			
	3.4 ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน	1			
รวม		20			

หลักเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติงาน

รายการการประเมินผล	ลักษณะการตรวจ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. กระบวนการปฏิบัติงาน 1.1 การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ 1.2. ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือ 1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน 1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	1.1 การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ 1.1.1 ครบถ้วน 1.1.2 ไม่ครบถ้วนบางส่วน 1.1.3 ไม่ครบถ้วนทั้งหมด 1.2 ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือ 1.2.1 ครบถ้วน 1.2.2 ไม่ครบถ้วนบางส่วน 1.2.3 ไม่ครบถ้วนทั้งหมด 1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน 1.3.1 ถูกต้องครบถ้วน 1.3.2 ถูกต้องบางส่วน 1.3.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด 1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด 1.4.1 เสร็จตามเวลาที่กำหนด 1.4.2 ไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด	1.1.1 ได้ 1 คะแนน 1.1.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 1.1.3 ได้ 0 คะแนน 1.2.1 ได้ 1 คะแนน 1.2.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 1.2.3 ได้ 0 คะแนน 1.3.1 ได้ 1 คะแนน 1.3.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 1.3.3 ได้ 0 คะแนน 1.4.1 ได้ 1 คะแนน 1.4.2 ได้ 0 คะแนน
2. ผลการปฏิบัติงาน 2.1 ต่อใช้งานเอสซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง 2.2 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	2.1 ต่อใช้งานเอสซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง 2.1.1 ถูกต้องครบถ้วน 2.1.2 ถูกต้องบางส่วน 2.1.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด 2.2 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 2.2.1 ถูกต้องครบถ้วน 2.2.2 ถูกต้องบางส่วน 2.2.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด	2.1.1 ได้ 6 คะแนน 2.1.2 ตัดจุดละ 1 คะแนน 2.1.3 ได้ 0 คะแนน 2.2.1 ได้ 3 คะแนน 2.2.2 ตัดจุดละ 1 คะแนน 2.2.3 ได้ 0 คะแนน

หลักเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติงาน (ต่อ)

รายการการประเมินผล	ลักษณะการตรวจ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. ผลการปฏิบัติงาน (ต่อ) 2.3 ตอบคำถามท้ายการทดลอง 2.4 สรุปผลการปฏิบัติงาน	2.3 ตอบคำถามท้ายการทดลอง 2.3.1 ถูกต้องครบถ้วน 2.3.2 ถูกต้องบางส่วน 2.3.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด 2.4 สรุปผลการปฏิบัติงาน 2.4.1 ถูกต้องครบถ้วน 2.4.2 ถูกต้องบางส่วน 2.4.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด	2.3.1 ได้ 1 คะแนน 2.3.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 2.3.3 ได้ 0 คะแนน 2.4.1 ได้ 1 คะแนน 2.4.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 2.4.3 ได้ 0 คะแนน
3. กิจนิสัยการปฏิบัติงาน 3.1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน 3.2 การบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ 3.3 ความสะอาดเรียบร้อยของพื้นที่ปฏิบัติงาน 3.4 ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน	3.1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน 3.1.1 คำนึงถึงความปลอดภัย 3.1.2 ไม่คำนึงถึงความปลอดภัย 3.2 การบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ 3.2.1 มีการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ 3.2.2 ไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ 3.3.1 พื้นที่ปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย 3.3.2 พื้นที่ปฏิบัติงานสกปรกไม่เรียบร้อย 3.4 ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน 3.4.1 มีความตั้งใจในการปฏิบัติงาน 3.4.2 ไม่มีความตั้งใจในการปฏิบัติงาน	3.1.1 ได้ 1 คะแนน 3.1.2 ได้ 0 คะแนน 3.2.1 ได้ 2 คะแนน 3.2.2 ได้ 0 คะแนน 3.3.1 ได้ 1 คะแนน 3.3.2 ได้ 0 คะแนน 3.4.1 ได้ 1 คะแนน 3.4.2 ได้ 0 คะแนน

แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้
เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

1. หลักการทำงานของเอซีโวลต์มิเตอร์อาศัยหลักการใดเป็นพื้นฐาน
 - ก. การใช้ตัวต้านทานลดแรงดัน
 - ข. การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
 - ค. การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
 - ง. การแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง
2. เหตุผลที่ต้องเลือกย่านวัดของเอซีโวลต์มิเตอร์ให้เหมาะสมก่อนทำการวัด
 - ก. เพื่อให้ได้ค่าความแม่นยำสูงสุด
 - ข. เพื่อให้สามารถอ่านค่าได้ง่ายขึ้น
 - ค. เพื่อป้องกันมิเตอร์เสียหายจากแรงดันไฟฟ้าที่สูงเกินไป
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดเป็นขั้นตอนแรกก่อนทำการวัดแรงดันไฟฟ้าด้วยเอซีโวลต์มิเตอร์
 - ก. ปิดแหล่งจ่ายไฟก่อนวัดเสมอ
 - ข. ต่อโวลต์มิเตอร์อนุกรมกับวงจร
 - ค. ตั้งค่ามิเตอร์ไปที่โหมดวัดกระแสไฟฟ้า
 - ง. ตรวจสอบสายโพรบและตั้งค่าย่านวัดที่เหมาะสม
4. เมื่อนำเอซีโวลต์มิเตอร์ไปวัดแรงดันที่ปลั๊กไฟบ้าน นักเรียนควรเสียบสายวัดเข้ากับขั้วใด
 - ก. ขั้ว L และ G
 - ข. ขั้ว L และ N
 - ค. ขั้ว N และ G
 - ง. ขั้วใดก็ได้
5. เอซีโวลต์มิเตอร์สามารถใช้วัดไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ได้หรือไม่
 - ก. ได้เสมอโดยไม่ต้องตั้งค่าใด ๆ
 - ข. ได้ แต่ค่าที่อ่านได้อาจคลาดเคลื่อน
 - ค. ได้ แต่ต้องใช้ร่วมกับไดโอดแปลงสัญญาณ
 - ง. ไม่ได้ เพราะออกแบบมาสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เท่านั้น
6. ในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม หากมีตัวต้านทานหลายตัว แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมแต่ละตัวจะเป็นอย่างไร
 - ก. เท่ากันทุกตัว
 - ข. ไม่สามารถคำนวณได้
 - ค. เท่ากับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ
 - ง. แปรผันตรงกับค่าความต้านทานของแต่ละตัว

7. หากต้องการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรขนาน ควรต่อโวลต์มิเตอร์อย่างไร
 - ก. ตั้งโหมตวัดกระแสและต่อขนานกับตัวต้านทาน
 - ข. ตั้งโหมตวัดแรงดันและต่อขนานกับตัวต้านทาน
 - ค. ตั้งโหมตวัดแรงดันและต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน
 - ง. ตั้งโหมตวัดกระแสและต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน
8. การเลือกเอซีโวลต์มิเตอร์ให้เหมาะสมกับงานวัดแรงดันไฟฟ้าต้องคำนึงถึงอะไร
 - ก. ความแม่นยำของมิเตอร์
 - ข. ย่านวัดแรงดันของมิเตอร์
 - ค. ประเภทของไฟฟ้าที่ต้องการวัด (AC หรือ DC)
 - ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
9. ข้อใดคือคุณสมบัติสำคัญของเอซีโวลต์มิเตอร์ที่มีผลต่อความแม่นยำในการวัด
 - ก. สีของสายวัด
 - ข. ขนาดของหน้าจอแสดงผล
 - ค. ความต้านทานภายในของมิเตอร์
 - ง. ชนิดของแบตเตอรี่ที่ใช้ในมิเตอร์
10. หากต้องการวัดแรงดันไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า ข้อใดเป็นข้อควรปฏิบัติที่ถูกต้อง
 - ก. ถือสายวัดขณะทำการวัดแรงดันไฟฟ้า
 - ข. ควรวัดแรงดันขณะเครื่องใช้ไฟฟ้าปิดอยู่
 - ค. ตรวจสอบย่านวัดของมิเตอร์ก่อนทำการวัด
 - ง. ต่อมิเตอร์เข้ากับขั้วไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยตรง

เฉลยแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้

1. ก
2. ค
3. ก
4. ข
5. ง
6. ก
7. ข
8. ง
9. ค
10. ค

	ใบปฏิบัติงานที่ 4	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20104-2004 ชื่อวิชา เครื่องวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 6
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ	ทฤษฎี 1 ชม.
ชื่องาน การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน		ปฏิบัติ 3 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ต่อ และอ่านค่าที่ได้ด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ

2. **มาตรฐานอาชีพ** อาชีพช่างเทคนิคบำรุงรักษาเครื่องจักรกลสำหรับอุตสาหกรรมไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1 **สมรรถนะย่อย** แสดงความรู้เกี่ยวกับเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ

2.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

- 2.1.1 รู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน
- 2.1.2 รู้วิธีเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องมือได้ถูกต้อง
- 2.1.3 รู้วิธีปฏิบัติงานตามแบบที่กำหนด
- 2.1.4 สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย
- 2.1.5 การปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย ในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

2.2 วิธีประเมิน

- 2.2.1 สัมภาษณ์
- 2.2.2 สังเกตการปฏิบัติงาน

2.3 หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

- 2.3.1 หลักฐานการปฏิบัติงานการใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่กำหนด
- 2.3.2 หลักฐานการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
- 2.3.3 หลักฐานการปฏิบัติงานที่ตรงต่อเวลา การรักษาวินัย ในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน ความซื่อสัตย์ ความละเอียดรอบคอบ และความประหยัด

2.4 หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

- 2.4.1 หลักฐานความรู้หลักความปลอดภัยในการทำงาน
- 2.4.2 หลักฐานความรู้วิธีเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องมือ
- 2.4.3 หลักฐานความรู้เทคนิคการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเอซีแอมป์มิเตอร์
- 3.2 ประกอบวงจรระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- 3.3 ใช้อุปกรณ์วัดปริมาณไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายหลักการทำงานของเอซีแอมป์มิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- 4.2 ใช้งานเอซีแอมป์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้
- 4.3 อ่านแรงดันไฟฟ้าบนสเกลหน้าปัดของเอซีแอมป์มิเตอร์ได้
- 4.4 ต่ วงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบอนุกรมได้ถูกต้อง
- 4.4 ต่ วงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบขนานได้ถูกต้อง
- 4.5 ต่ วงจรไฟฟ้าแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง
- 4.6 ปฏิบัติงานต่อใช้เครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง
- 4.7 ปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย ละเลียด รอบคอบ ตรงต่อเวลา และเป็นระเบียบ

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

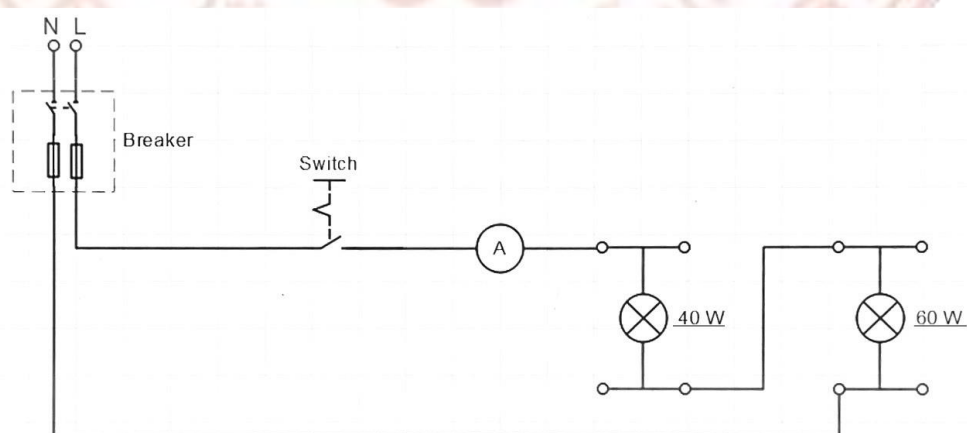
- 5.1 ชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน 1 ชุด
- 5.2 สายสำหรับต่ วงจร 1 ชุด
- 5.3 หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้ 2 หลอด
- 5.4 หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

- 6.1 ควรตรวจสอบเอซีแอมป์มิเตอร์ เพื่อทดสอบการทำงานก่อนปฏิบัติงานจริง

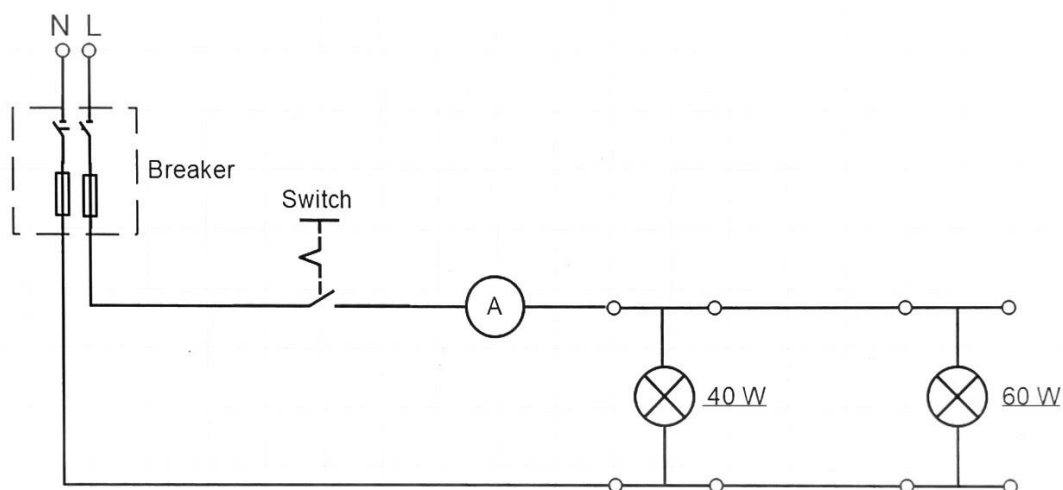
7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

- 7.1 นำอุปกรณ์ต่างๆ มาต่อลงในชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้านตามรูปของวงจรอนุกรม

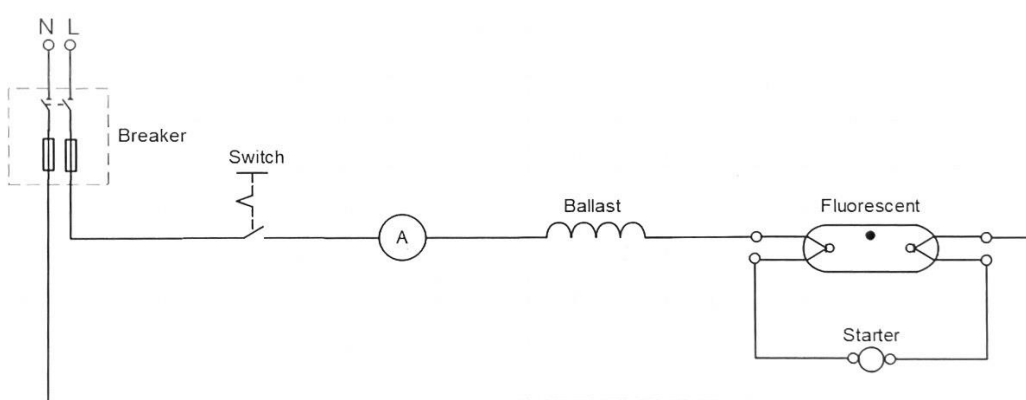


- 7.2 จ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเข้าวงจร จากนั้นกดสวิตช์แล้วสังเกตความสว่างของหลอดไฟ
- 7.3 ต่อเอซีแอมป์มิเตอร์วัดค่าแรงดันตกคร่อมของหลอดไฟแต่ละหลอด แล้วบันทึกผลลงในตาราง

- 7.4 จากนั้นต่อเอซีแอมป์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งวงจร แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2
- 7.5 ใช้ดิจิทัลมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2
- 7.6 นำอุปกรณ์ต่างๆ มาต่อลงในชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ตามรูปของวงจรขนาน



- 7.7 จ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเข้าวงจร จากนั้นกดสวิตช์แล้วสังเกตความสว่างของหลอดไฟ
- 7.8 ต่อเอซีแอมป์มิเตอร์วัดค่าแรงดันตกคร่อมของหลอดไฟแต่ละหลอด แล้วบันทึกผลลงในตาราง
- 7.9 จากนั้นต่อเอซีแอมป์มิเตอร์วัดค่าแรงดันทั้งวงจร แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2
- 7.10 ใช้ดิจิทัลมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2
- 7.11 นำอุปกรณ์ต่างๆ มาต่อลงในชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ตามรูปของวงจรไฟฟ้าแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตามรูปวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์



- 7.12 จ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเข้าวงจร จากนั้นกดสวิตช์แล้วสังเกตความสว่างของหลอดไฟ
- 7.13 ต่อเอซีแอมป์มิเตอร์วัดค่าแรงดันตกคร่อมของหลอดไฟแต่ละหลอด แล้วบันทึกผลลงในตาราง
- 7.14 จากนั้นต่อเอซีแอมป์มิเตอร์วัดค่าแรงดันทั้งวงจร แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2
- 7.15 ใช้ดิจิทัลมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บันทึกผลการปฏิบัติงาน

ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร						
หลอดไฟ	ประเภทของวงจร					
	วงจรอนุกรม			วงจรขนาน		
	ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณได้	แอมป์มิเตอร์	ดิจิตอลมิเตอร์	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณได้	แอมป์มิเตอร์	ดิจิตอลมิเตอร์
หลอดไส้ ขนาด 40 วัตต์						
หลอดไส้ ขนาด 60 วัตต์						
หลอดฟลูออเรสเซนต์	Fluorescent =					
รวมทั้งวงจร						

8. สรุปผลการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

9. คำถามหลังการปฏิบัติงาน

9.1 จากการทดลองพบว่าในวงจรอนุกรม กระแสไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอดมีผลต่อความสว่างของหลอดอย่างไร

.....

.....

9.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่าไร (แสดงสูตรและวิธีคำนวณ)

.....

.....

.....

9.3 จากทดลองในวงจรขนานหลอดใดหลอดหนึ่งออก มีผลทำให้..... เพราะ.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้
เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

1. การทำงานของเอซีแอมป์มิเตอร์ใช้หลักการทำงานใด
 - ก. การใช้ตัวต้านทานลดกระแสไฟฟ้า
 - ข. การเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ค. การแปลงกระแสไฟฟ้าสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
 - ง. การตรวจจับสนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้าสลับ
2. ในการวัดกระแสไฟฟ้าด้วยเอซีแอมป์มิเตอร์ ควรต่อลักษณะใด
 - ก. ต่อขนานกับโหลด
 - ข. ต่ออนุกรมกับโหลด
 - ค. ต่อเข้ากับสายดินโดยตรง
 - ง. ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง
3. เอซีแอมป์มิเตอร์แบบเข็มแสดงค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กลไกแบบใด
 - ก. การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า
 - ข. การสะสมประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุ
 - ค. การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กในคอยล์
 - ง. การขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์
4. หากต้องการวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานจริงในบ้าน ควรใช้แอมป์มิเตอร์ประเภทใด
 - ก. โวลต์มิเตอร์
 - ข. แคลมป์มิเตอร์
 - ค. แอมป์มิเตอร์แบบเข็ม
 - ง. แอมป์มิเตอร์แบบดิจิตอล
5. ข้อใดเป็นข้อควรระวังในการใช้แอมป์มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า
 - ก. ห้ามสัมผัสสายวัดขณะทำการวัด
 - ข. ใช้สายวัดแทนฟิวส์เมื่อฟิวส์ขาด
 - ค. ต้องต่อมิเตอร์ขนานกับวงจรเสมอ
 - ง. ห้ามตั้งค่าย่านวัดต่ำกว่ากระแสที่คาดการณ์ไว้
6. ข้อใดเป็นหลักการปฏิบัติงานที่ปลอดภัยเมื่อใช้เอซีแอมป์มิเตอร์
 - ก. ใช้เครื่องวัดในที่เปียกชื้นได้
 - ข. ใช้มือเปล่าสัมผัสสายวัดขณะต่อวงจร
 - ค. ใช้ถุงมือฉนวนไฟฟ้าระหว่างทำการวัด
 - ง. ไม่จำเป็นต้องปิดวงจรก่อนเปลี่ยนการตั้งค่ามิเตอร์

7. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เอซีแอมป์มิเตอร์อ่านค่าผิดพลาด
 - ก. ใช้ย่านวัดที่ต่ำกว่าค่ากระแสจริง
 - ข. วัดกระแสไฟฟ้าโดยต่อลงชั่วแรงดัน
 - ค. วัดกระแสไฟฟ้าสูงกว่าฟิวด์ของมิเตอร์
 - ง. ถูกทุกข้อ
8. การเลือกย่านวัดของเอซีแอมป์มิเตอร์ที่เหมาะสม ควรเริ่มต้นอย่างไร
 - ก. ตั้งค่าย่านวัดต่ำสุดก่อนเสมอ
 - ข. ตั้งค่าให้อยู่ที่ค่ากลางของมิเตอร์
 - ค. ตั้งค่าย่านวัดสูงสุดก่อนแล้วลดลงตามค่าที่อ่านได้
 - ง. ตั้งค่าย่านวัดที่ใกล้เคียงค่ากระแสที่คาดการณ์มากที่สุด
9. ถ้าต้องการให้หลอดไฟแต่ละดวงในวงจรแสงสว่างได้รับแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน ควรเลือกต่อวงจรแบบใด
 - ก. วงจรขนาน
 - ข. วงจรผสม
 - ค. วงจรอนุกรม
 - ง. วงจรเตลต้า
10. เมื่อใช้เอซีแอมป์มิเตอร์ นักศึกษาควรปฏิบัติตนอย่างไรเพื่อความปลอดภัย
 - ก. ห้ามสัมผัสสายวัดขณะทำการวัด
 - ข. ตรวจสอบค่ากระแสก่อนตั้งค่ามิเตอร์
 - ค. สวมถุงมือฉนวนไฟฟ้าเมื่อต้องวัดกระแสสูง
 - ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้

1. ง
2. ข
3. ค
4. ข
5. ก
6. ค
7. ง
8. ค
9. ก
10. ง

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน					
ใบปฏิบัติงานที่ 3 การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน					
ชื่อ-สกุล ผู้เรียน.....			ชั้น ปวช./..... เลขที่		
ชื่อ-สกุล ผู้ประเมิน.....			วัน/เดือน/ปี		
ที่	รายการการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	หมายเหตุ
1.	กระบวนการปฏิบัติงาน				
	1.1 การเตรียมอุปกรณ์	1			
	1.2 ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือ	1			
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	1			
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	1			
2.	ผลการปฏิบัติงาน				
	2.1 ต่อใช้งานเอซีแอมป์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง	6			
	2.2 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	3			
	2.3 ตารางบันทึกผล สรุปผลการปฏิบัติงาน	1			
	2.4 ตอบคำถามท้ายการทดลอง	1			
3.	กิจนิสัยการปฏิบัติงาน				
	3.1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1			
	3.2 การใช้เครื่องมืออุปกรณ์	2			
	3.3 ความเรียบร้อยของพื้นที่ปฏิบัติงาน	1			
	3.4 ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน	1			
รวม		20			

หลักเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติงาน

รายการการประเมินผล	ลักษณะการตรวจ	เกณฑ์การให้คะแนน
1. กระบวนการปฏิบัติงาน 1.1 การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ 1.2. ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือ 1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน 1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	1.1 การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ 1.1.1 ครบถ้วน 1.1.2 ไม่ครบถ้วนบางส่วน 1.1.3 ไม่ครบถ้วนทั้งหมด 1.2 ความถูกต้องในการใช้เครื่องมือ 1.2.1 ครบถ้วน 1.2.2 ไม่ครบถ้วนบางส่วน 1.2.3 ไม่ครบถ้วนทั้งหมด 1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน 1.3.1 ถูกต้องครบถ้วน 1.3.2 ถูกต้องบางส่วน 1.3.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด 1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด 1.4.1 เสร็จตามเวลาที่กำหนด 1.4.2 ไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด	1.1.1 ได้ 1 คะแนน 1.1.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 1.1.3 ได้ 0 คะแนน 1.2.1 ได้ 1 คะแนน 1.2.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 1.2.3 ได้ 0 คะแนน 1.3.1 ได้ 1 คะแนน 1.3.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 1.3.3 ได้ 0 คะแนน 1.4.1 ได้ 1 คะแนน 1.4.2 ได้ 0 คะแนน
2. ผลการปฏิบัติงาน 2.1 ต่อใช้งานเอซีแอมป์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง 2.2 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	2.1 ต่อใช้งานเอซีแอมป์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง 2.1.1 ถูกต้องครบถ้วน 2.1.2 ถูกต้องบางส่วน 2.1.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด 2.2 ต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 2.2.1 ถูกต้องครบถ้วน 2.2.2 ถูกต้องบางส่วน 2.2.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด	2.1.1 ได้ 6 คะแนน 2.1.2 ตัดจุดละ 1 คะแนน 2.1.3 ได้ 0 คะแนน 2.2.1 ได้ 3 คะแนน 2.2.2 ตัดจุดละ 1 คะแนน 2.2.3 ได้ 0 คะแนน

หลักเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติงาน (ต่อ)

รายการการประเมินผล	ลักษณะการตรวจ	เกณฑ์การให้คะแนน
2. ผลการปฏิบัติงาน (ต่อ) 2.3 ตอบคำถามท้ายการทดลอง 2.4 สรุปผลการปฏิบัติงาน	2.3 ตอบคำถามท้ายการทดลอง 2.3.1 ถูกต้องครบถ้วน 2.3.2 ถูกต้องบางส่วน 2.3.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด 2.4 สรุปผลการปฏิบัติงาน 2.4.1 ถูกต้องครบถ้วน 2.4.2 ถูกต้องบางส่วน 2.4.3 ไม่ถูกต้องทั้งหมด	2.3.1 ได้ 1 คะแนน 2.3.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 2.3.3 ได้ 0 คะแนน 2.4.1 ได้ 1 คะแนน 2.4.2 ตัดจุดละ 0.5 คะแนน 2.4.3 ได้ 0 คะแนน
3. กิจนิสัยการปฏิบัติงาน 3.1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน 3.2 การบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ 3.3 ความสะอาดเรียบร้อยของพื้นที่ปฏิบัติงาน 3.4 ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน	3.1 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน 3.1.1 คำนึงถึงความปลอดภัย 3.1.2 ไม่คำนึงถึงความปลอดภัย 3.2 การบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ 3.2.1 มีการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ 3.2.2 ไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ 3.3.1 พื้นที่ปฏิบัติงานสะอาดเรียบร้อย 3.3.2 พื้นที่ปฏิบัติงานสกปรกไม่เรียบร้อย 3.4 ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน 3.4.1 มีความตั้งใจในการปฏิบัติงาน 3.4.2 ไม่มีความตั้งใจในการปฏิบัติงาน	3.1.1 ได้ 1 คะแนน 3.1.2 ได้ 0 คะแนน 3.2.1 ได้ 2 คะแนน 3.2.2 ได้ 0 คะแนน 3.3.1 ได้ 1 คะแนน 3.3.2 ได้ 0 คะแนน 3.4.1 ได้ 1 คะแนน 3.4.2 ได้ 0 คะแนน

**แบบทดสอบทดสอบผลสัมฤทธิ์
เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ**

1. การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับต้องต่อเครื่องวัดอย่างไร
 - ก. ต่อขนานกับโหลด
 - ข. ต่ออนุกรมกับโหลด
 - ค. ต่อเข้ากับสายดินโดยตรง
 - ง. ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง
2. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของเอซีโวลต์มิเตอร์ที่ดี
 - ก. มีค่าความต้านทานภายในต่ำ
 - ข. วัดกระแสไฟฟ้าได้แม่นยำ
 - ค. มีค่าความต้านทานภายในสูง
 - ง. ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก
3. การใช้ไดโอดบริดจ์ในเอซีโวลต์มิเตอร์มีจุดประสงค์ใด
 - ก. เพิ่มความไวของมิเตอร์
 - ข. แปลงกระแสสลับเป็นกระแสตรง
 - ค. แปลงกระแสตรงเป็นกระแสสลับ
 - ง. ปรับปรุงค่าความต้านทานภายใน
4. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier Instrument) อาศัยหลักการของอุปกรณ์ใด
 - ก. ไดโอด
 - ข. คาปาซิเตอร์
 - ค. ตัวเหนี่ยวนำ
 - ง. ทรานซิสเตอร์
5. การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นทำงานอย่างไร
 - ก. ให้สัญญาณผ่านทั้งซีกบวกและซีกลบ
 - ข. ให้สัญญาณผ่านเฉพาะซีกลบของคลื่น
 - ค. ให้สัญญาณผ่านเฉพาะซีกบวกของคลื่น
 - ง. แปลงสัญญาณเป็นไฟฟ้ากระแสตรงทันที
6. ข้อใดคือหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนาโมมิเตอร์
 - ก. ใช้การเก็บประจุไฟฟ้า
 - ข. ใช้แรงดูดของแผ่นเหล็ก
 - ค. ใช้การเหนี่ยวนำความร้อน
 - ง. ใช้สนามแม่เหล็กจากขดลวดเคลื่อนที่และขดลวดอยู่กับที่

7. การนำเครื่องวัดไฟฟ้าแบบไฟฟ้าสถิตไปใช้ในงานวัดแรงดันไฟฟ้า มีข้อดีอย่างไร
 - ก. ทนทานต่ออุณหภูมิสูง
 - ข. ใช้งานกับไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น
 - ค. ไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงาน
 - ง. มีความแม่นยำสูงกว่ามิเตอร์แบบดิจิตอล
8. การเลือกย่านวัดของเอซีแอมป์มิเตอร์ที่เหมาะสม ควรเริ่มต้นอย่างไร
 - ก. ตั้งค่าย่านวัดต่ำสุดก่อนเสมอ
 - ข. ตั้งค่าให้อยู่ที่ค่ากลางของมิเตอร์
 - ค. ตั้งค่าย่านวัดสูงสุดก่อนแล้วลดลงตามค่าที่อ่านได้
 - ง. ตั้งค่าย่านวัดที่ใกล้เคียงค่ากระแสที่คาดการณ์มากที่สุด
9. ถ้าต้องวัดแรงดันไฟฟ้าในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ควรใช้เครื่องวัดแบบใด
 - ก. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต
 - ข. เครื่องวัดแบบเทอร์มอคัปเปิล
 - ค. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่
 - ง. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนมิเตอร์
10. หากต้องการเพิ่มความแม่นยำของการวัดแรงดันไฟฟ้า ควรทำอะไรเพื่อสายวัดขณะทำการวัดแรงดันไฟฟ้า
 - ก. ลดช่วงการวัดของมิเตอร์
 - ข. ใช้มิเตอร์แบบเข็มแทนดิจิตอล
 - ค. ใช้มิเตอร์แบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่
 - ง. ใช้มิเตอร์ที่มีค่าความต้านทานภายในสูง
11. เอซีโวลต์มิเตอร์ใช้หลักการทำงานของเครื่องวัดประเภทใด
 - ก. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต
 - ข. เครื่องวัดแบบเทอร์มอคัปเปิล
 - ค. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์โพรโตนมิเตอร์
 - ง. เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC)
12. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคัปเปิลทำงานโดยอาศัยอะไรเป็นหลัก
 - ก. ความร้อน
 - ข. แรงดันไฟฟ้า
 - ค. สนามแม่เหล็ก
 - ง. แรงผลัไฟฟ้า

13. หากต้องการวัดแรงดันไฟฟ้าในเต้ารับภายในบ้าน ควรใช้มิเตอร์แบบใด
- ก. มิกเซอร์
 - ข. แคลมป์มิเตอร์
 - ค. ออสซิลโลสโคป
 - ง. มัลติมิเตอร์ดิจิทัล
14. ข้อใดเป็นหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่
- ก. ใช้แรงบิดของสปริงเพียงอย่างเดียว
 - ข. ใช้การดูดและผลักของสนามแม่เหล็ก
 - ค. ใช้ความร้อนจากขดลวดเพื่อสร้างสัญญาณไฟฟ้า
 - ง. ใช้ไดโอดเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
15. เมื่อต้องการป้องกันมิเตอร์เสียหาย ควรปฏิบัติอย่างไร
- ก. จับปลายสายวัดขณะทำการวัด
 - ข. ใช้สายวัดแบบพิเศษที่มีฉนวนหนา
 - ค. ตั้งช่วงวัดให้ต่ำกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าจริง
 - ง. ตั้งช่วงวัดให้สูงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าจริง
16. ทำไมต้องใช้มิเตอร์ที่มีความต้านทานภายในสูงในการวัดแรงดันไฟฟ้า
- ก. เพื่อเพิ่มความไวในการวัด
 - ข. เพื่อลดอุณหภูมิของมิเตอร์
 - ค. เพื่อลดกระแสไหลผ่านมิเตอร์
 - ง. เพื่อลดค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้
17. การใช้เครื่องวัดไฟฟ้าผิดประเภทอาจส่งผลอย่างไร
- ก. วัดค่าได้แม่นยำขึ้น
 - ข. ทำให้เครื่องวัดไฟฟ้าเสียหาย
 - ค. ลดค่าแรงดันไฟฟ้าภายในระบบ
 - ง. เพิ่มอายุการใช้งานให้กับเครื่องวัดไฟฟ้า
18. หากต้องการสร้างเครื่องวัดไฟฟ้าที่สามารถวัดไฟฟ้าได้ทั้ง AC และ DC ควรเพิ่มอะไรในวงจร
- ก. ไดโอดและวงจรเรียงกระแส
 - ข. ขดลวดเหนี่ยวนำและรีเลย์
 - ค. คาปาซิเตอร์ละไดโอด
 - ง. รีเลย์

19. ในการวัดกระแสไฟฟ้าด้วยเอซีแอมป์มิเตอร์ ควรต่อลักษณะใด
- ก. ต่อขนานกับโหลด
 - ข. ต่ออนุกรมกับโหลด
 - ค. ต่อเข้ากับสายดินโดยตรง
 - ง. ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง
20. เอซีแอมป์มิเตอร์แบบเข็มแสดงค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กลไกแบบใด
- ก. การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า
 - ข. การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กในคอยล์
 - ค. การสะสมประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุ
 - ง. การขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์

เฉลยแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้

- 1. ก
- 2. ค
- 3. ข
- 4. ก
- 5. ค
- 6. ง
- 7. ค
- 8. ค
- 9. ก
- 10. ง
- 11. ง
- 12. ก
- 13. ง
- 14. ข
- 15. ง
- 16. ค
- 17. ข
- 18. ก
- 19. ข
- 20. ข

แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า
(สำหรับผู้เรียนรายบุคคล)

ข้อมูลผู้เรียน

ชื่อ - นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

ระดับชั้น/กลุ่มเรียน.....แผนกวิชา.....

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับทักษะ				
		5	4	3	2	1
ด้านทักษะอาชีพ						
1	ระบุลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง					
2	วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้					
3	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม					
4	ดำเนินการแก้ไขปัญหาคได้					
ด้านการปฏิบัติงาน						
1	ต่อระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง					
2	ต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง					
3	ใช้โวลต์ตมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้					
4	ใช้แอมป์มิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้สอน

.....

.....

เกณฑ์การประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับทักษะ	
		ระดับ	ความหมาย
ด้านทักษะอาชีพ			
1	ระบุลำดับการใช้ เครื่องวัดไฟฟ้าได้ อย่างถูกต้อง	5	เรียงลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าได้ครบถ้วนและแม่นยำ
		4	เรียงลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าได้ครบถ้วน
		3	เรียงลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าได้บางส่วน
		2	เรียงลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าไม่ถูกต้องบางส่วน
		1	เรียงลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าไม่ครบถ้วนทั้งหมด
2	วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ภายในบ้านได้	5	วิเคราะห์และใช้งานอุปกรณ์วัดไฟฟ้าได้ถูกต้องและปลอดภัย
		4	มีความเข้าใจหลักการวิเคราะห์วงจรได้ดี
		3	เข้าใจพื้นฐานแต่ยังต้องฝึกฝนเพิ่มเติมในบางจุด
		2	ควรฝึกฝนการใช้งานอุปกรณ์วัดและการวิเคราะห์วงจร
		1	ต้องทบทวนพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและการใช้งานอุปกรณ์ วัดไฟฟ้าใหม่
3	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสม	5	เลือกวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับหลักการ ทางไฟฟ้า และสามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกได้ อย่างชัดเจน
		4	เลือกวิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย ในการอธิบายเหตุผล
		3	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วน แต่ขาดความเข้าใจที่ ชัดเจน หรืออาจมีข้อผิดพลาดที่กระทบต่อความถูกต้อง
		2	เลือกวิธีแก้ปัญหาเลือกได้แต่ไม่มีเหตุผลรองรับ
		1	ไม่สามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาได้ หรือเลือกผิดทั้งหมด
4	ดำเนินการแก้ไขปัญห ได้	5	สามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าในบ้านได้ถูกต้อง ปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
		4	ดำเนินการได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ อาจมีข้อผิดพลาด เล็กน้อยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน
		3	สามารถดำเนินการได้บางส่วน แต่มีข้อผิดพลาดที่อาจ ทำให้ระบบไฟฟ้าทำงานผิดพลาด
		2	มีข้อผิดพลาดสำคัญ หรือดำเนินการไม่ถูกต้อง แต่ยังมี แนวคิดที่พอใช้ได้
		1	ไม่สามารถดำเนินการได้ หรือเกิดข้อผิดพลาดที่เป็น อันตรายต่อระบบไฟฟ้า

เกณฑ์การประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับทักษะ	
		ระดับ	ความหมาย
ด้านทักษะอาชีพ			
1	ต่อระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง	5	สามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าในบ้านได้ถูกต้อง ปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย
		4	ดำเนินการได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน
		3	สามารถดำเนินการได้บางส่วน แต่มีข้อผิดพลาดที่อาจทำให้ระบบไฟฟ้าทำงานผิดพลาด
		2	มีข้อผิดพลาดสำคัญ หรือดำเนินการไม่ถูกต้อง แต่ยังมีแนวคิดที่พอใช้ได้
		1	ไม่สามารถดำเนินการได้ หรือเกิดข้อผิดพลาดที่เป็นอันตรายต่อระบบไฟฟ้า
2	ต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง	5	ต่อวงจรได้ถูกต้องทุกขั้นตอน ทำงานได้สมบูรณ์
		4	ต่อวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อยที่ไม่กระทบต่อการทำงานของหลอด
		3	ต่อวงจรได้ แต่มีข้อผิดพลาดที่ทำให้หลอดไฟไม่สามารถทำงานได้ทันที ต้องแก้ไขเพิ่มเติม
		2	ต่อวงจรผิดพลาดหลายจุด หรือไม่สามารถทำให้หลอดไฟทำงานได้
		1	ไม่สามารถต่อวงจรได้
3	ใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้	5	ใช้โวลต์มิเตอร์ได้ถูกต้อง และอ่านค่าได้แม่นยำ
		4	ใช้โวลต์มิเตอร์ได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด
		3	ใช้โวลต์มิเตอร์ได้ แต่มีข้อผิดพลาดในการอ่านค่า
		2	ใช้เครื่องมือผิดวิธี หรืออ่านค่าผิดพลาดอย่างชัดเจน
		1	ไม่สามารถใช้โวลต์มิเตอร์ได้ หรือวัดค่าไม่ได้เลย
4	ใช้แอมป์มิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้	5	ใช้แอมป์มิเตอร์ได้ถูกต้อง และอ่านค่าได้แม่นยำ
		4	ใช้แอมป์มิเตอร์ได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด
		3	ใช้แอมป์มิเตอร์ได้ แต่มีข้อผิดพลาดในการอ่านค่า
		2	ใช้เครื่องมือผิดวิธี หรืออ่านค่าผิดพลาดอย่างชัดเจน
		1	ไม่สามารถใช้โวลต์มิเตอร์ได้ หรือวัดค่าไม่ได้เลย

หมายเหตุ ระดับทักษะอาชีพและการเรียนรู้ของผู้เรียนมีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า

ระดับ 5 หมายถึง ระดับทักษะมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ระดับทักษะมาก

ระดับ 3 หมายถึง ระดับทักษะปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ระดับทักษะน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ระดับทักษะน้อยที่สุด



ภาคผนวก ข

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า

1. นายบุญธรรม อุดมศิลป์

คุณวุฒิ : คอม.วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ตำแหน่ง : ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

ตำแหน่งงาน : หัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้า

สถานที่ทำงาน : วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร

2. นายภาคภูมิ เมฆโพธิ์

คุณวุฒิ : คอม.วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ตำแหน่ง : ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

ตำแหน่งงาน : อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้า

สถานที่ทำงาน : วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร

3. นายวงศ์พัชญ์ พันธุ์ศิริโรจ

คุณวุฒิ : คอม.วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ตำแหน่ง : ครู

ตำแหน่งงาน : อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้า

สถานที่ทำงาน : วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร

ที่ อว 7104.2/110



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 บางซื่อ กทม. 10800

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัยการค้นคว้าอิสระ

เรียน นายบุญธรรม อุดมศิลป์
ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร

ด้วย นางสาวณัฐณา ผูกยนต์ รหัสประจำตัว 66-020258-5615-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มิชัย โลหะการ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/111



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 บางซื่อ กทม. 10800

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัยการค้นคว้าอิสระ

เรียน นายภาคภูมิ เมฆโพธิ์
ครูวิทยฐานะชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร

ด้วย นางสาวณัฐณา สุกยนต์ รหัสประจำตัว 66-020258-5615-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีเพีย โลหะการ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255

ที่ อว 7104.2/112



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 บางซื่อ กทม. 10800

10 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินเครื่องมือวิจัยการค้นคว้าอิสระ

เรียน นายวงศ์พัชญ์ พันธุ์ศิริโรจ
วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร

ด้วย นางสาวณัฐณา ผูกยนต์ รหัสประจำตัว 66-020258-5615-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุด
ฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องมือวัด
ทางไฟฟ้า" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา หินอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุด
ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร. 02 555 2000 ต่อ 3302

โทรสาร 02 587 8255



ภาคผนวก ค

- แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย
- ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า
- แบบประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบ
- ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบและวัตถุประสงค์
- แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า
- ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า
- แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า
- ผลการประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัยฉบับนี้เป็นการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า ซึ่งข้อมูลในแบบประเมินนี้จะใช้สำหรับการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยขอรับรองว่าผลการประเมินดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบต่อผู้ให้ข้อมูลใด ๆ ทั้งสิ้น

คำชี้แจง แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ด้าน

- ด้านเนื้อหา
- ด้านแบบทดสอบ
- ด้านใบปฏิบัติงาน
- ด้านคุณภาพชุดฝึกอบรม
- ด้านสื่อการสอน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในการปรับปรุงด้านต่าง ๆ

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของผู้ประเมิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องหน้าข้อความที่ตรงกับความจริง

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. ระดับการศึกษา | ☐ ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า |
| | ☐ ปริญญาโท |
| | ☐ ปริญญาเอก |
| 2. ประสบการณ์/งานสอนที่เกี่ยวข้อง | ☐ ไฟฟ้ากำลัง |
| | ☐ อิเล็กทรอนิกส์ |
| | ☐ อื่นๆ โปรดระบุ..... |
| 3. ประสบการณ์การทำงาน | ☐ น้อยกว่า 5 ปี |
| | ☐ 5 – 10 ปี |
| | ☐ 11 - 15 ปี |
| | ☐ มากกว่า 15 ปี |

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
โดยพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน

โดยกำหนดระดับความคิดเห็น ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา						
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน					
2	เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
3	เนื้อหาของชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เข้าใจเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้า กระแสสลับได้					
4	เนื้อหามีประโยชน์ต่อผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้					
ด้านแบบทดสอบ						
1	คำถามตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	จำนวนข้อสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	คำถามชัดเจนไม่คลุมเครือและมีตัวเลือกที่ดี					
4	คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม					
ด้านใบปฏิบัติงาน						
1	วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม					
2	ชุดฝึกมีขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้งาน					
3	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บ					
ด้านคุณภาพชุดฝึกอบรม						
1	ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ในการสร้างชุดฝึก					
2	มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา					
3	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐานในการต่อวงจร					
4	มีความปลอดภัยในการให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ					
ด้านสื่อการสอน						
1	สื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียน					
2	มีการเรียงลำดับเนื้อหาเป็นลำดับตามหัวข้อเรื่อง					
3	ภาพประกอบมีความชัดเจนสัมพันธ์กับเนื้อหา					
4	สี ขนาดตัวอักษรมีความสวยงามเหมาะสม					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในการปรับปรุงด้านต่าง ๆ

1. ด้านเนื้อหา

.....

.....

.....

.....

2. ด้านแบบทดสอบ

.....

.....

.....

.....

3. ด้านใบปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

.....

4. ด้านคุณภาพชุดฝึกอบรม

.....

.....

.....

.....

5. ด้านสื่อการสอน

.....

.....

.....

.....

ตารางที่ ค-1 แสดงผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลการวิเคราะห์		
		ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)	แปลผล
ด้านเนื้อหา				
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
2	เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
3	เนื้อหาของชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เข้าใจเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้	4.67	0.58	มากที่สุด
4	เนื้อหาที่มีประโยชน์ต่อผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านเนื้อหา		4.67	0	มากที่สุด
ด้านแบบทดสอบ				
1	คำถามตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
2	จำนวนข้อสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.67	0.58	มากที่สุด
3	คำถามชัดเจนไม่คลุมเครือและมีตัวลวงที่ดี	4	1	มาก
4	คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	4	1	มาก
ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านแบบทดสอบ		4.34	0.39	มาก
ด้านใบปฏิบัติงาน				
1	วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
2	ชุดฝึกมีขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้งาน	4	1	มาก
3	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บ	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านใบปฏิบัติงาน		4.45	0.39	มาก
ด้านคุณภาพชุดฝึกอบรม				
1	ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ในการสร้างชุดฝึก	4.67	0.58	มากที่สุด
2	มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	4	1	มาก
3	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะพื้นฐานในการต่อวงจร	4.67	0.58	มากที่สุด
4	มีความปลอดภัยในการให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านชุดฝึกอบรม		4.50	0.34	มากที่สุด
ด้านสื่อการสอน				
1	สื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียน	4	1	มาก
2	มีการเรียงลำดับเนื้อหาเป็นลำดับตามหัวข้อเรื่อง	4.67	0.58	มากที่สุด
3	ภาพประกอบมีความชัดเจนสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.67	0.58	มากที่สุด
4	สี ขนาดตัวอักษรมีความสวยงามเหมาะสม	4	1	มาก
ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านสื่อการสอน		4.34	0.39	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.46	0.32	มาก

**แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
เรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับ**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ แล้วแสดงความคิดเห็นว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการประเมินหรือไม่ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	+1	0	-1
1. การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับต้องต่อเครื่องวัดอย่างไร ก. ต่อขนานกับโหลด ข. ต่ออนุกรมกับโหลด ค. ต่อเข้ากับสายดินโดยตรง ง. ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง			
2. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของเอซีโวลต์มิเตอร์ที่ดี ก. มีค่าความต้านทานภายในต่ำ ข. วัดกระแสไฟฟ้าได้แม่นยำ ค. มีค่าความต้านทานภายในสูง ง. ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟภายนอก			
3. การใช้ไดโอดบริดจ์ในเอซีโวลต์มิเตอร์มีจุดประสงค์ใด ก. เพิ่มความไวของมิเตอร์ ข. แปลงกระแสสลับเป็นกระแสตรง ค. แปลงกระแสตรงเป็นกระแสสลับ ง. ปรับปรุงค่าความต้านทานภายใน			
4. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier Instrument) อาศัยหลักการของอุปกรณ์ใด ก. ไดโอด ข. คาปาซิเตอร์ ค. ตัวเหนี่ยวนำ ง. ทรานซิสเตอร์			

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	+1	0	-1
5. การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นทำงานอย่างไร ก. ให้สัญญาณผ่านทั้งซีกบวกและซีกลบ ข. ให้สัญญาณผ่านเฉพาะซีกลบของคลื่น ค. ให้สัญญาณผ่านเฉพาะซีกบวกของคลื่น ง. แปลงสัญญาณเป็นไฟฟ้ากระแสตรงทันที			
6. ข้อใดคือหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ ไทโรไดนาโมมิเตอร์ ก. ใช้การเก็บประจุไฟฟ้า ข. ใช้แรงดูดของแผ่นเหล็ก ค. ใช้การเหนี่ยวนำความร้อน ง. ใช้สนามแม่เหล็กจากขดลวดเคลื่อนที่และขดลวดอยู่กับที่			
7. การนำเครื่องวัดไฟฟ้าแบบไฟฟ้าสถิตไปใช้งานวัดแรงดันไฟฟ้า มีข้อดีอย่างไร ก. ทนทานต่ออุณหภูมิสูง ข. ใช้งานกับไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น ค. ไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงาน ง. มีความแม่นยำสูงกว่ามิเตอร์แบบดิจิทัล			
8. การเลือกย่านวัดของเอซีแอมป์มิเตอร์ที่เหมาะสม ควรเริ่มต้นอย่างไร ก. ตั้งค่าย่านวัดต่ำสุดก่อนเสมอ ข. ตั้งค่าให้อยู่ที่ค่ากลางของมิเตอร์ ค. ตั้งค่าย่านวัดสูงสุดก่อนแล้วลดลงตามค่าที่อ่านได้ ง. ตั้งค่าย่านวัดที่ใกล้เคียงค่ากระแสที่คาดการณ์มากที่สุด			
9. ถ้าต้องวัดแรงดันไฟฟ้าในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ควรใช้เครื่องวัดแบบใด ก. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต ข. เครื่องวัดแบบเทอร์มอคัปเปิล ค. เครื่องวัดแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ ง. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไทโรไดนาโมมิเตอร์			

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	+1	0	-1
10. หากต้องการเพิ่มความแม่นยำของการวัดแรงดันไฟฟ้า ควรทำอย่างไรเพื่อสายวัดขณะทำการวัดแรงดันไฟฟ้า ก. ลดช่วงการวัดของมิเตอร์ ข. ใช้มิเตอร์แบบเข็มแทนดิจิตอล ค. ใช้มิเตอร์แบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ ง. ใช้มิเตอร์ที่มีค่าความต้านทานภายในสูง			
11. เอซีโวลต์มิเตอร์ใช้หลักการทำงานของเครื่องวัดประเภทใด ก. เครื่องวัดแบบไฟฟ้าสถิต ข. เครื่องวัดแบบเทอร์มอคับเปิล ค. เครื่องวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครมิเตอร์ ง. เครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ (PMMC)			
12. เครื่องวัดไฟฟ้าแบบเทอร์มอคับเปิลทำงานโดยอาศัยอะไรเป็นหลัก ก. ความร้อน ข. แรงดันไฟฟ้า ค. สนามแม่เหล็ก ง. แรงผลัไฟฟ้า			
13. หากต้องการวัดแรงดันไฟฟ้าในเต้ารับภายในบ้าน ควรใช้มิเตอร์แบบใด ก. มิกเซอร์ ข. แคลมป์มิเตอร์ ค. ออสซิลโลสโคป ง. มัลติมิเตอร์ดิจิตอล			
14. ข้อใดเป็นหลักการทำงานของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กเคลื่อนที่ ก. ใช้แรงบิดของสปริงเพียงอย่างเดียว ข. ใช้การดูดและผลัของสนามแม่เหล็ก ค. ใช้ความร้อนจากขดลวดเพื่อสร้างสัญญาณไฟฟ้า ง. ใช้ไดโอดเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง			

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	+1	0	-1
15. เมื่อต้องการป้องกันมิเตอร์เสียหาย ควรปฏิบัติอย่างไร ก. จับปลายสายวัดขณะทำการวัด ข. ใช้สายวัดแบบพิเศษที่มีฉนวนหนา ค. ตั้งช่วงวัดให้ต่ำกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าจริง ง. ตั้งช่วงวัดให้สูงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าจริง			
16. ทำไมต้องใช้มิเตอร์ที่มีความต้านทานภายในสูงในการวัดแรงดันไฟฟ้า ก. เพื่อเพิ่มความไวในการวัด ข. เพื่อลดอุณหภูมิของมิเตอร์ ค. เพื่อลดกระแสไหลผ่านมิเตอร์ ง. เพื่อลดค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้			
17. การใช้เครื่องวัดไฟฟ้าผิดประเภทอาจส่งผลอย่างไร ก. วัดค่าได้แม่นยำขึ้น ข. ทำให้เครื่องวัดไฟฟ้าเสียหาย ค. ลดค่าแรงดันไฟฟ้าภายในระบบ ง. เพิ่มอายุการใช้งานให้กับเครื่องวัดไฟฟ้า			
18. หากต้องการสร้างเครื่องวัดไฟฟ้าที่สามารถวัดไฟฟ้าได้ทั้ง AC และ DC ควรเพิ่มอะไรในวงจร ก. ไดโอดและวงจรเรียงกระแส ข. ขดลวดเหนี่ยวนำและรีเลย์ ค. คาปาซิเตอร์และไดโอด ง. รีเลย์			
19. ในการวัดกระแสไฟฟ้าด้วยเอซีแอมป์มิเตอร์ ควรต่อลักษณะใด ก. ต่อขนานกับโหลด ข. ต่ออนุกรมกับโหลด ค. ต่อเข้ากับสายดินโดยตรง ง. ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง			
20. เอซีแอมป์มิเตอร์แบบเข็มแสดงค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กลไกแบบใด ก. การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า ข. การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กในคอยล์ ค. การสะสมประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุ ง. การขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์			

**ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทำการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ ค-2

ตารางที่ ค-2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	แบบทดสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	3	1	1	1	1.00
	4	1	1	1	1.00
	6	0	1	1	0.67
	11	1	1	1	1.00
	12	1	1	0	0.67
	20	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1	1.00
	14	1	1	1	1.00
3	10	1	1	1	1.00
	16	1	0	1	0.67
4	8	1	1	1	1.00
	19	1	1	1	1.00
5	5	1	0	1	0.67
	15	1	1	1	1.00
6	2	1	1	1	1.00
	7	0	1	1	0.67
	13	1	1	1	1.00
	18	1	1	1	1.00
7	9	1	1	1	1.00
	17	1	1	1	1.00

ตารางที่ ค-3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบทดสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	0	1	0.67	ใช้ได้
6	0	1	1	0.67	ใช้ได้
7	0	1	1	0.67	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	0	0.67	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	0	1	0.67	ใช้ได้
17	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมพบว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสามารถนำไปใช้ได้

แบบประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง แบบประเมินความพึงพอใจ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ด้าน

- ด้านเนื้อหา
- ด้านแบบทดสอบ
- ด้านใบปฏิบัติงาน
- ด้านคุณภาพชุดฝึกอบรม
- ด้านสื่อการสอน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ประเมิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องหน้าข้อความที่ตรงกับความจริง

- | | |
|--------------------------|---|
| 4. ระดับการศึกษา | ☐ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) |
| | ☐ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) |
| | ☐ อื่นๆ โปรดระบุ..... |
| 5. สาขาวิชาที่กำลังศึกษา | ☐ ช่างไฟฟ้ากำลัง |
| | ☐ ช่างอิเล็กทรอนิกส์ |
| | ☐ อื่นๆ โปรดระบุ..... |
| 6. อายุ | ☐ น้อยกว่า 15 ปี |
| | ☐ 15 - 18 ปี |
| | ☐ 19 - 25 ปี |
| | ☐ 25 ปี ขึ้นไป |

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
โดยพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน

โดยกำหนดระดับความคิดเห็น ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา						
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน					
2	เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
3	เนื้อหาของชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เข้าใจเรื่อง เครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้					
4	เนื้อหามีประโยชน์ต่อผู้เรียน และสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
1	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
2	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติ					
3	ช่วยส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้					
ด้านการออกแบบและคุณภาพของชุดฝึกอบรม						
1	วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรมมีความ เหมาะสม					
2	ชุดฝึกอบรมมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน					
3	ชุดฝึกอบรมมีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย					
4	ชุดฝึกก่อให้เกิดทักษะด้านการต่อใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้า					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ตารางที่ ค-4 ผลการความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

ข้อที่	ข้อความคำถามความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา				
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน	4.67	0.47	มากที่สุด
2	เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.47	0.72	มาก
3	เนื้อหาของชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เข้าใจเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสสลับได้	4.80	0.40	มากที่สุด
4	เนื้อหา มีประโยชน์ต่อผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.80	0.54	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านความเหมาะสมของเนื้อหา		4.69	0.14	มากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน				
1	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.47	0.72	มาก
2	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติ	4.93	0.25	มากที่สุด
3	ช่วยส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้	4.80	0.40	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน		4.73	0.19	มากที่สุด
ด้านการออกแบบและคุณภาพของชุดฝึกอบรม				
1	วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.67	0.47	มากที่สุด
2	ชุดฝึกอบรมมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน	4.47	0.62	มาก
3	ชุดฝึกอบรมมีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.93	0.25	มากที่สุด
4	ชุดฝึกอบรมก่อให้เกิดทักษะด้านการต่อใช้งานเครื่องวัดไฟฟ้า	4.74	0.34	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบและคุณภาพของชุดฝึกอบรม		4.74	0.18	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยภาพรวมทั้งหมด		4.72	0.17	มากที่สุด

แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

(สำหรับผู้เรียนรายบุคคล)

คำชี้แจง แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้เรียน

ตอนที่ 2 แบบประเมินทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ด้าน

- ด้านทักษะอาชีพ
- ด้านการปฏิบัติงาน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้สอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้เรียน

ชื่อ - นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

ระดับชั้น/กลุ่มเรียน.....แผนกวิชา.....

ตอนที่ 2

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับทักษะ				
		5	4	3	2	1
ด้านทักษะอาชีพ						
1	ระบุลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง					
2	วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้					
3	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม					
4	ดำเนินการแก้ไขปัญหาคือ					
ด้านการปฏิบัติงาน						
1	ต่อระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง					
2	ต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง					
3	ใช้โวลต์คีมิตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้					
4	ใช้แอมป์มิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้สอน

.....

.....

ตารางที่ ค-5 ผลการประเมินทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับทักษะ
ด้านทักษะอาชีพ				
1	ระบุลำดับการใช้เครื่องวัดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	4.73	0.44	มากที่สุด
2	วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้	4.53	0.50	มากที่สุด
3	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.80	มาก
4	ดำเนินการแก้ไขปัญหาได้	4.53	0.72	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านทักษะอาชีพ		4.55	0.12	มากที่สุด
ด้านการปฏิบัติงาน				
1	ต่อระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้ถูกต้อง	4.80	0.54	มากที่สุด
2	ต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง	4.93	0.25	มากที่สุด
3	ใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้	4.67	0.47	มากที่สุด
4	ใช้แอมป์มิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้	4.47	0.72	มาก
ค่าเฉลี่ยด้านการปฏิบัติงาน		4.80	0.11	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยภาพรวมทั้งหมด		4.58	0.23	มากที่สุด

ภาคผนวก ง

- คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน
- คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

ตารางที่ ง-1 คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

คนที่	ใบปฏิบัติงาน การใช้เครื่องวัด แรงดันไฟฟ้าสำหรับ ระบบไฟฟ้าภายใน บ้าน	ร้อยละ	คะแนนแบบทดสอบหลัง หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัด แรงดันไฟฟ้าสำหรับ ระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	ร้อยละ	รวม	ร้อยละ
1	18	90	9	90	27	90
2	17	85	8	80	25	83.33
3	19	95	10	100	29	96.67
4	20	100	9	90	29	96.67
5	17	85	8	80	25	83.33
6	20	100	9	90	29	96.67
7	16	80	7	70	23	76.67
8	19	95	9	90	28	93.33
9	18	90	8	80	26	86.67
10	16	80	9	90	25	83.33
11	19	95	9	90	28	93.33
12	17	85	8	80	25	83.33
13	18	90	8	80	26	86.67
14	17	85	9	90	26	86.67
15	19	95	10	100	29	96.67
รวม	270		130		400	
$\bar{X}$	18	90	8.67	86.67	26.67	88.89

จากตาราง ง-1 สามารถสรุปผลได้ดังนี้ ใบการใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ผู้เรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้ 18 คิดเป็นร้อยละ 90 คะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ผู้เรียนทำคะแนนสอบเฉลี่ยได้ 8.67 คิดเป็นร้อยละ 86.67 รวมทั้งหมดคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 26.67 คิดเป็นร้อยละ 88.89

ตารางที่ ง-2 คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

คนที่	ใบปฏิบัติงาน การใช้เครื่องวัดกระแส ไฟฟ้าสำหรับระบบ ไฟฟ้าภายในบ้าน	ร้อยละ	คะแนนแบบทดสอบหลัง เรียน เรื่อง การใช้ เครื่องวัดกระแส ไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าภายใน บ้าน	ร้อยละ	รวม	ร้อยละ
1	16	80	7	70	23	76.67
2	15	75	8	80	23	76.67
3	18	90	10	100	28	93.33
4	17	85	9	90	26	86.67
5	18	90	9	90	27	90
6	19	95	8	80	27	90
7	16	80	7	70	23	76.67
8	17	85	8	80	25	83.33
9	18	90	9	90	27	90
10	19	95	10	100	29	96.67
11	19	95	9	90	28	93.33
12	17	85	8	80	25	83.33
13	16	80	9	90	25	83.33
14	16	80	9	90	25	83.33
15	17	85	9	90	26	86.67
รวม	258		129		387	
$\bar{X}$	17.2	86	8.6	86	25.8	86

จากตาราง ง-2 สามารถสรุปผลได้ดังนี้ ใบปฏิบัติงานการใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ผู้เรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้ 17.20 คิดเป็นร้อยละ 86.00 คะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ผู้เรียนทำคะแนนสอบเฉลี่ยได้ 8.6 คิดเป็นร้อยละ 86 รวมทั้งหมดคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 25.8 คิดเป็นร้อยละ 86

ตารางที่ ง-3 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

คนที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	ร้อยละ
1	17	85
2	13	65
3	18	90
4	16	80
5	16	80
6	19	95
7	17	85
8	15	75
9	17	85
10	16	80
11	18	90
12	16	80
13	15	75
14	17	85
15	18	90
รวม	248	
$\bar{X}$	16.53	82.67

จากตาราง ง-3 สามารถสรุปผลได้ดังนี้ ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน คะแนนเฉลี่ยได้ 16.53 คิดเป็นร้อยละ 82.67

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวณัฐมา ผูกพยนต์
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาชุดฝึกอบรมเครื่องวัดไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและการเรียนรู้การใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ประวัติ	ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทย์-คณิต โรงเรียนดงขุยวิทยาคม ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีการศึกษา 2563 ประวัติการทำงาน : บรรจุข้าราชการครู โรงเรียนน้ำร้อนวิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์