



การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับ  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร

นายทองศักดิ์ ศรีพล

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับ  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



## ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับ  
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร

โดย นายทนงศักดิ์ ศรีพล

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณี น้อยยิ่ง)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม)

..... กรรมการภายนอก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ อัสวานวัตร)

ชื่อ : นายทณงศักดิ์ ศรีพล  
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า  
ภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร  
วิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าใน  
อาคาร  
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม  
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียน โดยใช้ชุดชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 จำนวน 16 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบบคลัสเตอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัย พบว่า ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ที่พัฒนาขึ้น โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าอยู่ในระดับมาก เท่ากับ 4.19 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 มีความเหมาะสม และชุดฝึกทักษะมีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ 93.75/88.33 ผลการเปรียบเทียบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สามารถสรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส มีประสิทธิภาพสูง และสามารถส่งเสริมทักษะด้านการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(มีจำนวนทั้งสิ้น 172 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึกทักษะ, อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า, การติดตั้งไฟฟ้า





Name : Mr. Thanongsak Sripbon  
Independent Study Title : The Development of a Single-Phase Electrical  
Protection Equipment Experimental Device  
Connection Skill Training Set for Vocational Certificate  
Students Course Code 20104-2005 Electrical  
Installation in Buildings  
Major Field : Electrical Engineering  
King Mongkut's University of Technology North  
Bangkok  
Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Krishda Srichanpiyom  
Academic Year : 2024

write contents

### ABSTRACT

This independent study aimed at 1) to develop a training set for connecting single-phase electrical protection devices in buildings, 2) to find the efficiency of the training set for connecting single-phase electrical protection devices in buildings, and 3) to compare the academic achievement in terms of knowledge of students before and after learning by using the training set for connecting single-phase electrical protection devices in buildings, the training set for connecting single-phase electrical protection devices in buildings, content sheets, worksheets, and pre-test and post-test. The sample group was 16 vocational certificate students (Vocational Certificate, V.C.) in the Electrical Power Department, Singburi Technical College 2, selected by cluster sampling. The research instruments consisted of a training set for connecting single-phase electrical protection devices in buildings, an achievement test, and an evaluation form of the training set by experts. The data analysis used t-test.

The research results found that the developed 1-phase indoor electrical protection equipment training kit, evaluated by 3 experts, had a high level of 4.19, standard deviation 0.26, and was appropriate. The training kit had an efficiency

value according to the standard criteria of 93.75/88.33. The comparison results showed that the average score after learning was significantly higher than before learning at a statistical level of 0.05. It can be concluded that the 1-phase indoor electrical protection equipment training kit is highly efficient and can effectively promote students' skills in installing and maintaining electrical systems.

(Total 172 Pages)

Keywords: Training Kit, Electrical Protection Equipment, Electrical Installation

\_\_\_\_\_  
Advisor



## กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ได้ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ศรีจันทร์พิยม อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้ความกรุณาเสียสละเวลา คอยให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควี หะยะมิน และอาจารย์พศวัต แก้วทิพย์ ที่ให้ความกรุณาตรวจสอบและข้อเสนอแนะในการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลในการดำเนินการการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาระดับปริญญาโท และคณะผู้บริหาร วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 คณะครูและนักเรียนอาจารย์แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ที่สนับสนุนสถานที่ ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดีผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและคำแนะนำตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและคอยสนับสนุนโอกาสทางการศึกษาเสมอมาและเป็นแรงผลักดัน แรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยสามารถผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ตลอดจนคอยให้กำลังใจให้สามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ทั้งนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจและนำไปสู่การพัฒนาอื่น ๆ ขึ้นไป

ทณงศักดิ์ ศรีพล



## สารบัญ

|                                                                                                | หน้า  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| บทคัดย่อภาษาไทย                                                                                | ข-ค   |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                                                             | ง-จ   |
| กิตติกรรมประกาศ                                                                                | ฉ     |
| สารบัญตาราง                                                                                    | ณ     |
| สารบัญภาพ                                                                                      | ญ     |
| บทที่ 1 บทนำ                                                                                   |       |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา                                                             | 1-2   |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                                                                    | 2     |
| 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย                                                                       | 2     |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย                                                                          | 2-3   |
| 1.5 ประโยชน์ของการวิจัย                                                                        | 4     |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ                                                                            | 4     |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                                         |       |
| 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะอาชีพ                                                      | 5-7   |
| 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอน                                                          | 7-8   |
| 2.3 การออกแบบชุดการสอน                                                                         | 8-20  |
| 2.4 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน                                                               | 20-22 |
| 2.5 อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า                                                                     | 22-26 |
| 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                                                      | 27-29 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย                                                                     |       |
| 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย                                                                   | 31-37 |
| 3.2 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ                                              | 37-39 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย                                                                             |       |
| 4.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส                         | 40-41 |
| 4.2 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส | 42    |

## สารบัญ(ต่อ)

|                                                                                                                                                                                                    | หน้า   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการต่อ<br>อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายใน อาคาร 1 เฟส                                                                                        | 43-46  |
| 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังทดลอง<br>ของนักศึกษาที่ใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า<br>ภายในอาคาร 1 เฟส                                                              | 46-47  |
| บทที่ 5 สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ                                                                                                                                                                 |        |
| 5.1 สรุปการวิจัย                                                                                                                                                                                   | 48-50  |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย                                                                                                                                                                              | 50-51  |
| 5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย                                                                                                                                                                          | 52     |
| บรรณานุกรม                                                                                                                                                                                         | 53-55  |
| ภาคผนวก ก                                                                                                                                                                                          |        |
| รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย                                                                                                                                                       | 57     |
| บันทึกข้อความขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองคั่นคว่ำอิสระ                                                                                                                                   | 58     |
| ภาคผนวก ข                                                                                                                                                                                          |        |
| ตารางผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนความสอดคล้องของ<br>กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกัน<br>ระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส                              | 60-61  |
| ตารางผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ<br>นักเรียนที่ใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส                                                                 | 61     |
| ภาคผนวก ค                                                                                                                                                                                          |        |
| แบบประเมินความตรง (IOC) ของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้<br>(แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) โดยผู้เชี่ยวชาญ                                                                                   | 63-74  |
| แบบประเมินที่คุณภาพชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายใน<br>อาคาร 1 เฟส โดยผู้เชี่ยวชาญ                                                                                                    | 75-76  |
| ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินให้คะแนน<br>ใบงาน เรื่องชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต เรื่อง<br>การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า | 78-159 |
| ประวัติผู้เขียน                                                                                                                                                                                    | 160    |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                                                                                                                                   | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4-1 ตารางแสดงผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน<br>ของนักเรียนที่ทดสอบใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบ<br>ไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส                                                                                                                 | 42   |
| 4-2 ตารางคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (ใบงาน) ของนักเรียน                                                                                                                                                                                                      | 43   |
| 4-3 ตารางผลการวิเคราะห์หาระดับความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ<br>การต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส                                                                                                                                                   | 44   |
| 4-4 ตารางแสดงผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน<br>ของนักเรียนที่ทดสอบใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกัน<br>ระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส                                                                                                                 | 46   |
| 4-5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน                                                                                                                                                                                             | 47   |
| ข-1 ตารางผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนความสอดคล้อง<br>ของกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่อ<br>อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส เรื่องชนิดของเซอร์กิตเบรก<br>เกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต จำนวน 20 ข้อ | 60   |
| ข-2 ตารางผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนความสอดคล้อง<br>ของกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่อ<br>อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส เรื่องการตรวจสอบแก้ไข<br>ข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ          | 61   |
| ข-3 ตารางผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน<br>ของนักเรียนที่ใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า<br>ภายในอาคาร 1 เฟส                                                                                                                 | 61   |

## สารบัญรูปภาพ

| ภาพที่                                                                          | หน้า  |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2-1 โครงสร้างภายในของ MCB/MCCB ในสถานะวงจรเชื่อมกัน                             | 23    |
| 2-2 ภาพตัวอย่างโครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด RCCB                           | 23    |
| 2-3 ภาพตัวอย่างโครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด ELCB                           | 24    |
| 2-4 ภาพรายละเอียดจากมิเตอร์ไฟฟ้า                                                | 24    |
| 2-5 เบรกเกอร์ลูกลอย Sub MCB                                                     | 26    |
| 3-1 ขั้นตอนของกระบวนการศึกษาข้อมูลและรวบรวมรายละเอียด<br>สำหรับพัฒนาชุดฝึกทักษะ | 31    |
| 3-2 ขั้นตอนการจัดทำจัดทำชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า                | 33-34 |
| 4-1 ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส                    | 41    |
| 4-2 ใบเนื้อหา ใบงาน                                                             | 41    |
| 4-3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน                                               | 41    |



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) มีเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาการศึกษาเพื่อสร้างบุคลากรที่มีทักษะด้านวิชาชีพสามารถปฏิบัติงานได้จริงในสถานประกอบการ และยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพ สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ และการประกอบอาชีพอิสระที่มีคุณภาพ โดยเน้นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง รวมถึงการพัฒนาทักษะในด้านเทคโนโลยี (สำนักงานมาตรฐานอาชีวศึกษา 2567) และนวัตกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบัน และด้านการศึกษาเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในอาคาร ซึ่งเป็นหนึ่งในสาขาที่มีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรมและชีวิตประจำวัน (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2567)

สำหรับการจัดการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขา ช่างไฟฟ้า ปัจจุบันได้ใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 การปรับปรุงหลักสูตร ในวิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร รหัสวิชา 20104 – 2005 ได้เพิ่มเติมอ้างอิง มาตรฐาน จากกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างไฟฟ้าในอาคารระดับ 1 รวมทั้งได้เพิ่มผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน 2566) คือ ติดตั้งวงจรแสงสว่าง ไฟฟ้ากำลัง และวงจรสื่อสารไฟฟ้าในอาคาร ติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้า ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารภายในอาคารตามมาตรฐานการติดตั้ง ด้วยความปลอดภัย รอบคอบ รับผิดชอบ ซื่อสัตย์อดทน และมีความรับผิดชอบ ทั้งนี้วิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่มีการจัดการศึกษาในสาขาช่างไฟฟ้านั้น จำเป็นต้องมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้น พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย จิตพิสัยให้แก่ผู้เรียน โดยเฉพาะด้านทักษะพิสัย ซึ่งเป็นการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญในงาน ซึ่งสถานศึกษายังขาดสื่อการเรียนการสอนที่จะนำมาเพื่อใช้ในการฝึกทักษะให้กับผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายมากขึ้น และผู้สอนยังพบปัญหาในการจัดการเรียนการสอน หรือพบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการนิเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักเรียน ซึ่งนักเรียนยังขาดทักษะในการต่อวงจรและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าภายในอาคาร รวมทั้งการตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าหรือเกิดความไม่มั่นใจในการปฏิบัติงานในส่วนนี้

จากความเป็นมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญถึงการพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียนในด้านการต่อวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรควบคุมของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า รวมทั้งการพัฒนาสื่อ

การเรียนการสอน วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนเกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้า เพื่อสร้างให้นักเรียนมีสมรรถนะตามนโยบายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน และสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบัน และการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ของผู้เรียน ก่อนและหลังการเรียน โดยใช้ชุดชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

## 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80

1.3.2 คะแนนของนักเรียนที่ได้ทำการทดลองชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน มีค่ามากกว่าร้อยละ 80

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.4.1 ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2567 จำนวนทั้งหมด 79 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 จำนวน 16 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบคลัสเตอร์ โดยเลือกจากคลัสเตอร์ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร

1.4.2 ด้านรายละเอียดชุดฝึกทักษะออกแบบมาเพื่อให้ นักเรียนสามารถฝึกทักษะการต่อวงจรของอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ผ่านการทดลองและการใช้งานจริง ซึ่งประกอบไปด้วย การต่อวงจรภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต และสายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจรเมนเบรกเกอร์ เบรกเกอร์ลูกย่อย วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง เติร์บ เครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องปรับอากาศ

1.4.2.1 ลักษณะของชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าจริง ซึ่งประกอบไปด้วย ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต เมนเบรกเกอร์ เบรกเกอร์ลูกย่อย วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง เติร์บ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศ การต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต และสายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร เพื่อให้ นักเรียนได้ทดลองต่อวงจรและทดสอบสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร มีการออกแบบให้ใช้งานง่าย และปลอดภัยสำหรับนักเรียน

1.4.2.2 ลักษณะของใบทดลองหรือโครงสร้างของใบทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วย หัวข้อการทดลอง วัตถุประสงค์ของการทดลอง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งหัวข้อหลัก หัวข้อย่อย โดยประกอบไปด้วย 2 หน่วยการเรียนรู้ และจำนวน 5 ใบงาน ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

ใบงานที่ 1 เรื่องชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์

ใบงานที่ 2 เรื่องการติดตั้งการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

ใบงานที่ 3 เรื่องการต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า

ใบงานที่ 4 การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

ใบงานที่ 5 การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร

1.4.3 ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ประกอบด้วย

- แบบทดสอบก่อนเรียน
- แบบทดสอบหลังเรียน
- ใบเนื้อหา
- ใบงานนักเรียน

1.4.4 ด้านระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

- ตุลาคม 2567 - มีนาคม 2568



## 1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 ผู้เรียนสามารถต่อวงจรและใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งานหรือลักษณะของโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.5.2 ผู้เรียนสามารถติดตั้งและตรวจสอบระบบไฟฟ้าในสถานการณ์จำลองในชุดฝึกทดลองอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

1.5.3 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าให้เหมาะสมกับลักษณะของวงจรไฟฟ้าและโหลดได้อย่างมีเหตุผลและปลอดภัย

1.5.4 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานตามใบงานอย่างถูกต้องและตามหลักมาตรฐานและความปลอดภัยทางไฟฟ้า

1.5.5 ครูผู้สอนได้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ที่มีแนวทางในการพัฒนาทักษะของผู้เรียน

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การติดตั้งระบบไฟฟ้า คือ กระบวนการวางแผน ออกแบบ และเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญดังนี้ การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า และการบำรุงและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้า

1.6.2 อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าเกิน (Overcurrent) ไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit) และไฟฟ้ารั่ว (Leakage Current) ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคลและทรัพย์สิน

1.6.3 ใบงาน คือ เอกสารที่ได้กำหนดขั้นตอนและเนื้อหาสำหรับการเรียนรู้ รวมถึง การประเมินผลการทดลองหรือการปฏิบัติงานจริง โดยใบงานประกอบด้วย คำอธิบายเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการฝึกปฏิบัติ ขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ชัดเจน รายการอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้แบบทดสอบหรือคำถามประเมินความเข้าใจของผู้เรียน และการบันทึกผลการทดลอง

1.6.4 ประสิทธิภาพ คือ ลักษณะของชุดฝึกที่สามารถสนับสนุนการเรียนรู้และฝึกทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยความถูกต้องของเนื้อหา ความปลอดภัยของอุปกรณ์ ความทนทานต่อการใช้งาน และความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับ ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยได้ทำการศึกษาหัวข้อที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะอาชีพ
- 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอน
- 2.3 การออกแบบชุดฝึกทักษะ
- 2.4 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ
- 2.5 อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะอาชีพ

ในยุคที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การพัฒนาทักษะเป็นหัวใจสำคัญที่ช่วยให้บุคคลสามารถปรับตัวและเติบโตในสังคมและเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันสูง โดยเฉพาะในบริบทของการศึกษา อาชีวศึกษา ที่มุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานในสายอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกทักษะในระดับอาชีวศึกษาจึงถือเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการสร้างแรงงานที่มีคุณภาพ สนับสนุนการพัฒนาประเทศในหลายมิติ การฝึกทักษะไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความชำนาญในด้านเทคนิคหรือวิชาชีพเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการพัฒนาทักษะอ่อน เช่น การสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในโลกที่เปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยีและสังคม นอกจากนี้ การฝึกทักษะยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าสู่ตลาดแรงงานได้อย่างมั่นใจ และมีความสามารถในการแข่งขัน การฝึกทักษะในระบบอาชีวศึกษายังสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน ที่ต้องการบุคลากรที่มีความรู้และทักษะเฉพาะด้าน การพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาที่ตอบโจทย์อุตสาหกรรมและเศรษฐกิจในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการฝึกที่ครอบคลุมทั้งในเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติ

บทความนี้มุ่งเน้นศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะ โดยเฉพาะในบริบทของการศึกษาอาชีวศึกษา รวมถึงการพิจารณาความสำคัญของการฝึกทักษะในสายอาชีพที่ส่งผลต่อ

การพัฒนาศักยภาพของบุคคล ความพร้อมต่อการทำงาน และความสามารถในการเผชิญหน้ากับความเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน นอกจากนี้ ยังเน้นให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างการพัฒนาทักษะที่มีประสิทธิภาพกับความเจริญก้าวหน้าของเศรษฐกิจและสังคมในภาพรวม จึงขอเสนอแนวคิดและหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะ ดังต่อไปนี้

### 2.1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางด้านทักษะอาชีพ

ทวนภูเขา บุญปุ และชัยสุข (2023) การพัฒนาทักษะของผู้เรียนอาชีวศึกษาเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในยุคของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม ได้ศึกษาถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะของนักศึกษาอาชีวศึกษาให้สามารถปรับตัวและรองรับความต้องการของตลาดแรงงานในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 โดยเฉพาะทักษะด้านเทคโนโลยีและทักษะที่จำเป็นต่อการทำงานในอนาคต งานวิจัยระบุว่าอุตสาหกรรม 4.0 ไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) เท่านั้น แต่ยังต้องการแรงงานที่มีทักษะสูงและมีความสามารถด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนั้น การพัฒนาทักษะของผู้เรียนอาชีวศึกษาจึงต้องให้ความสำคัญกับการบูรณาการเทคโนโลยีและพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงาน ทักษะสำคัญที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลัก ได้แก่ (1) ทักษะด้านการบูรณาการเทคโนโลยี ซึ่งรวมถึงการรู้ดิจิทัล การวิเคราะห์ข้อมูล และการบริหารจัดการอุปกรณ์เคลื่อนที่ และ (2) ด้านทักษะ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ ความสามารถในการสื่อสารเชิงซับซ้อน ความร่วมมือและการทำงานเป็นทีม และความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม การศึกษานี้ยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการฝึกอบรมที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะใหม่ ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการปรับปรุงแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีและแนวโน้มของตลาดแรงงาน

ดร.สมชาย ศรีสวัสดิ์ (2022) งานวิจัยนี้มุ่งศึกษากลยุทธ์การบริหารจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี โดยเน้นการบูรณาการการเรียนรู้ในสถานศึกษาและสถานประกอบการ ผลการวิจัยเสนอแนวทางการบริหารจัดการที่เน้นความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการ ซึ่งช่วยเสริมสร้างสมรรถนะและความพร้อมของผู้เรียนในการทำงานจริง นอกจากนี้ ยังพบว่าการบริหารจัดการดังกล่าวช่วยเสริมสร้างความยั่งยืนและความเข้มแข็งให้กับระบบอาชีวศึกษา

จากการศึกษาเหล่านี้สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาทักษะของผู้เรียนอาชีวศึกษาในยุค 4.0 ควรมุ่งเน้นการบูรณาการทักษะด้านเทคโนโลยีและทักษะ Soft Skills รวมถึงการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการเข้าสู่ตลาดแรงงานที่เต็มไปด้วยความท้าทายและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การพัฒนาความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการจะช่วยเสริมสร้างสมรรถนะของผู้เรียนและสร้างโอกาสในการทำงานที่มีคุณภาพ

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอน

### 2.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอนเพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียน

การพัฒนาสื่อการสอนในยุคปัจจุบันมีเป้าหมายสำคัญเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ การออกแบบสื่อการสอนจึงต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างปฏิสัมพันธ์ กระตุ้นการคิดวิเคราะห์ และส่งเสริมการลงมือปฏิบัติจริง นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา สื่อและเทคโนโลยีที่ใช้ และความสะดวกในการเข้าถึงของผู้เรียน เพื่อให้สื่อการสอนสามารถตอบสนองต่อความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละระดับได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอนมีความหลากหลาย ซึ่งครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา วิธีการ และเทคนิคการถ่ายทอด โดยนักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวทางในการออกแบบและพัฒนาสื่อการสอน เช่น แนวคิดของ Heinich, Molenda, Russell และ Smaldino (2002) ที่เสนอโมเดล ASSURE ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการวิเคราะห์ผู้เรียน การกำหนดวัตถุประสงค์ การเลือกวิธีการและสื่อ การใช้สื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน การมีส่วนร่วมของผู้เรียน และการประเมินผล ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อได้อย่างมีระบบ

ในงานวิจัยของ นิธิศ คุ่มเดช และวรารณ ช่างเขียว (2563) ที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน พบว่า สื่อที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อสื่ออยู่ในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานของดารณี พุดจันทรหอม (2559) ที่ระบุว่า การเรียนรู้แบบ 7E ช่วยพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยังมีแนวคิดของ Kemp และ Dayton (1985) ที่เน้นการออกแบบสื่ออย่างเป็นระบบ ครอบคลุมทั้งการวิเคราะห์ผู้เรียน การกำหนดวัตถุประสงค์ และการประเมินผล ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับกระบวนการพัฒนาสื่อการสอนในระดับอาชีวศึกษาได้เป็นอย่างดี

การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับผู้เรียนในสายอาชีพควรมุ่งเน้นการส่งเสริมทักษะปฏิบัติจริง โดยใช้สื่อที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง มีลักษณะเป็นชุดฝึกหรือชุดกิจกรรมที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง และควรจัดทำในรูปแบบที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Experiential Learning) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะในบริบทที่ใกล้เคียงกับการทำงานจริง

### 2.2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอน

ในการพัฒนาชุดการสอนหรือสื่อการเรียนรู้ จำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีและแนวคิดทางการศึกษาที่มีพื้นฐานจากจิตวิทยาการเรียนรู้ การออกแบบการสอน และการพัฒนาสื่อ เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทของผู้เรียนสายอาชีพที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมีดังนี้



2.2.2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Constructivist Learning Theory) ทฤษฎีนี้เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง การปฏิบัติจริง และการแก้ปัญหา เช่นเดียวกับงานวิจัยของ พรทิพา แสงทอง (2561) ที่ศึกษาการใช้ชุดฝึกที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจและพัฒนาทักษะได้สูงขึ้นจากการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องในการเรียนรู้

2.2.2.2 แนวคิดการออกแบบการสอนด้วยโมเดล ASSURE (Heinich et al ปรับใช้โดยครูและนักวิจัยไทยยุคใหม่) โมเดลนี้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์ผู้เรียน (Analyze Learners) การกำหนดวัตถุประสงค์ การเลือกสื่อและวิธีการสอน การใช้สื่อ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และการประเมินผล ซึ่ง ณัฐธิดา แสงวิชัย (2563) ได้ประยุกต์ใช้โมเดลนี้ในการสร้างชุดสื่อผสมสายอาชีพ และพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นและมีความพึงพอใจในระดับดีมาก

2.2.2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning Theory) ทฤษฎีนี้สนับสนุนการเรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกันในกลุ่มเล็ก เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ฝึกการสื่อสารและพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม โดย อัจฉรา สิริวิริยะกุล (2564) พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD ในกลุ่มนักเรียนสายอาชีพ ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีและสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น 4. ทฤษฎีการเรียนรู้ ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ หมายถึง การเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทราบผลการเรียนของตนเองทันที มีการเสริมแรงที่เหมาะสม และได้เรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถ ความสนใจของผู้เรียน

2.2.2.4 แนวคิดการพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นแนวทางที่รวมสื่อดิจิทัลเข้ากับการเรียนรู้ในชั้นเรียน เช่น ชุดการสอนแบบมัลติมีเดียหรือระบบ e-learning ซึ่งเหมาะกับยุคปัจจุบัน เช่น สุวัฒน์ ศรีสุวรรณ (2564) ที่พัฒนาชุดฝึกด้วยเทคนิค AR ร่วมกับสื่อแบบปกติ พบว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วและเข้าใจได้ลึกซึ้งขึ้น

## 2.3 การออกแบบชุดการสอน

การออกแบบสื่อการสอนหรือการพัฒนาชุดฝึกทักษะสำหรับผู้เรียนด้านอาชีวศึกษาและวิชาชีพเป็นกระบวนการที่ต้องคำนึงถึงความต้องการเฉพาะของผู้เรียน เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการปฏิบัติงานในสาขาอาชีพต่าง ๆ การพัฒนาสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพจะช่วยส่งเสริมทักษะและความรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน การออกแบบชุดการสอนหรือการพัฒนาชุดฝึกทักษะสำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงแนวทางและ ทฤษฎีการออกแบบชุดการสอน วิธีในการสร้างใบเนื้อหา สื่อการสอน ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบ รายละเอียดดังนี้



### 2.3.1 ทฤษฎีการออกแบบชุดการสอน

กุลกนก จันทันติ (2560) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการออกแบบของ ADDIE MODEL ร่วมกับการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ เรื่องหลักการทำโครงงานคอมพิวเตอร์ วิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามหลักการออกแบบของ ADDIE MODEL คือ กระบวนการออกแบบระบบการเรียนการสอน (Instruction System Design) โดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนแรก ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับขั้นตอนอื่นๆ ของการออกแบบการสอน โดยเป็นการวิเคราะห์เพื่อกำหนดปัญหา ระบุแหล่งที่มาของปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา โดยทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ความต้องการ หลักสูตร นักเรียน เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นแนวทางสำคัญไปสู่การออกแบบ

2. การออกแบบ (Design) เป็นการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาวางแผนกลยุทธ์สำหรับการเรียนการสอนโดยดำเนินการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามการวิเคราะห์และช่วงระยะเวลา ซึ่งองค์ประกอบของการออกแบบระบบการเรียนการสอน ADDIE MODEL จะรวมถึงการเขียนอธิบายกลุ่มเป้าหมายและนำผลของการออกแบบมาเป็นปัจจัยไปสู่การพัฒนา

3. การพัฒนา (Development) เป็นการสร้างมาจากการวิเคราะห์และการออกแบบวัตถุประสงค์ของขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE MODEL คือ การสร้างแผน การสอนและอุปกรณ์การเรียน ซึ่งเป็นการพัฒนาการสอนรวมถึงสื่อต่างๆ ที่จะถูกนำไปใช้ ในการเรียนการสอนตลอดจนเอกสารทั้งหมดที่นำมาใช้ประกอบการสอน

4. การนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำสิ่งที่ได้จากการพัฒนาไปทดลองใช้ ภายใต้นี้จะต้องดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยต้องส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับสื่อต่างๆ ของนักเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และให้นักเรียนมีความรู้ที่ได้จากการสอนไปใช้

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินประสิทธิผลและประสิทธิภาพของการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นจริง ตลอดกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมด รวมถึงการประเมินกระบวนการออกแบบการสอนทั้งหมด ระหว่างการเรียนการสอนและหลังการเรียนการสอน การประเมินระหว่างดำเนินการ (Formative Evaluation) จะดำเนินการตั้งแต่เริ่มต้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงก่อนการนำไปใช้ ขั้นสุดท้ายส่วนการประเมินหลังการดำเนินการ (Summative Evaluation) จะเกิดขึ้นหลังจากการเรียนการสอนของการปรับปรุงครั้งสุดท้ายถูกนำไปใช้ ข้อมูลจากการประเมินหลังการสอนมักถูกนำไปใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับการสอนด้วย

จากการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง พบว่า ADDIE Model เป็นกรอบแนวคิดที่ได้รับความนิยม ในการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เป็นกระบวนการที่เป็นระบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล ซึ่งช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้ดีขึ้น สามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบการสอนในบริบทอื่น ๆ ได้ต่อไป

### 2.3.2 การสร้างใบเนื้อหา

พิสิฐและคณะ(2547) ได้ให้ความหมายของใบเนื้อหาไว้ดังนี้ใบเนื้อหาหรือใบบอกกล่าว เป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอนสำหรับใช้ ควบคุมอุปกรณ์ วิธีการ กิจกรรมต่างๆเพื่อสรุปบทเรียน หรือเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง ดังนั้น ใบเนื้อหาจึงมีทั้งเฉพาะคำบรรยาย หรือมีเฉพาะภาพ หรือมีทั้งสองอย่างผสมกัน

#### 2.3.2.1 กิจกรรมของผู้เรียนขณะใช้ ใบเนื้อหา

1. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาตามที่ครูกำหนดให้
2. แก้ปัญหาด้วยตัวเอง หรือวิเคราะห์ ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม
3. ผู้เรียนสามารถลำดับเนื้อหาได้ ตามความต้องการ
4. เป็นตัวแทนของกลุ่มในการอธิบายแก่ผู้เรียนร่วมชั้น
5. เขียนคำตอบลงในใบเนื้อหาตามความคิดของตนเอง

#### 2.3.2.2 ลักษณะของการใช้ ใบเนื้อหาประกอบการสอน

1. ใช้สำหรับผู้เรียนศึกษาด้วยตัวเองในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนกิจกรรมร่วมพร้อมกันกับการควบคุมชั้นเรียนทำได้โดยการตั้งคำถามและกำหนดให้ตอบ
2. ใช้เป็นบทเรียนด้วยตนเองนอกเวลาเรียนเหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อนร่วมชั้นหรือบทเรียนที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม
3. ใช้เป็นเนื้อหาแทนการลอกจากกระดานดำของผู้เรียนจะเป็นการประหยัดเวลาในการเรียนการสอน
4. ใช้เป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอนแบบถาม-ตอบ หรือเป็นเอกสารอ้างอิงทั่วไป

#### 2.3.2.3 ลักษณะทางเทคนิคของใบเนื้อหา

1. ต้องใช้ วัสดุและอุปกรณ์ในการสร้าง เช่น กระดาษ เครื่องโรเนียว เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น
2. ต้องเตรียมต้นฉบับโดยการเขียนด้วยมือ คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น

ใช้ โปรแกรมสำเร็จรูปร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. การลอกภาพและเนื้อหาจากหนังสือโดยตรงต้องใช้ อุปกรณ์ช่วย

4. ใช้ กับผู้ เรียนได้ มากไม่ จำกัดจำนวน

2.3.2.4 หลักในการสร้างใบเนื้อหา การสร้างใบเนื้อหาประกอบการเรียนการสอนจะมี

หลักการพิจารณา ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ ของบทเรียนโดยตรง
2. ใช้ ค้าง่ายๆ ได้ ใจความ
3. มีเหตุผลและอ้างอิงตามความจำเป็น
4. ใช้ ประโยคสั้นๆ กระชับรัดแทนประโยคยาวๆ
5. ใช้ ภาพแทนคำบรรยายในกรณีที่ทำได้
6. คำบรรยายที่เกี่ยวกับภาพต้องสมบูรณ์ พอเพียงที่จะให้ ถอดเนื้อหา
7. เนื้อหารายละเอียดอ่านแล้วต้องเข้าใจได้โดยไม่ต้องมีการอธิบายปากเปล่า

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การสร้างใบเนื้อหาประกอบการเรียนการสอนเป็นเอกสารที่ใช้ควบคู่กับ อุปกรณ์โดยหลักการสร้างใบเนื้อหาจะต้องมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ ของบทเรียนใช้ประโยค สั้นๆ กระชับรัดแทนประโยคยาวๆ เนื้อหารายละเอียดอ่านแล้วต้องเข้าใจได้โดยไม่ต้องมีการอธิบาย ปากเปล่า

### 2.3.3 การสร้างสื่อการสอน

#### 2.3.3.1 ความหมายของสื่อการสอน

สื่อการสอน หมายถึง สิ่งหรือเครื่องมือที่ครูใช้ในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ และทัศนคติไปยังผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจอยู่ในรูปแบบของ วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ หรือ เทคโนโลยีดิจิทัล ที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ให้เข้าใจง่ายขึ้น มีความน่าสนใจ และตอบสนองต่อความ หลากหลายของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ สื่อการสอนยังรวมถึงกิจกรรมหรือ สถานการณ์จำลอง ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม คิดวิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติ และสามารถเรียนรู้ ด้วยตนเองได้มากขึ้น ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 อัจฉรา สิริ วิริยะกุล (2565)

#### 2.3.3.2 ประเภทของสื่อการสอน

สื่อการเรียนการสอนแต่ละประเภทแต่ละชนิดจะมีคุณค่าและเกิดประโยชน์ต่อ ผู้เรียนอย่างสูงสุดก็ต่อเมื่อผู้สอนสามารถเลือกสื่อการเรียนการสอนแต่ละประเภทมาใช้ได้เหมาะสม ตรงกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ ของหลักสูตร และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้โดย นักวิชาการได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนไว้ ดังนี้



### 2.3.4 การสร้างใบปฏิบัติงาน

#### 2.3.4.1 หลักการสร้างใบปฏิบัติงาน

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู (2551) ได้กล่าวเกี่ยวกับหลักการสร้างใบปฏิบัติงานว่า ใบปฏิบัติงาน (Laboratory sheet หรือ Lab sheet) หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงานหรือเป็นคำแนะนำผู้เรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานการทดลองนั้นไม่มีขนาดและขอบเขตเนื้อหาที่จำกัดแน่นอน ใบงานหนึ่งอาจมีขนาดเล็กมีขนาดความยาวไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ หรือเป็นใบงานขนาดใหญ่มีความยาวมากกว่า 10 หน้าขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่ใช้ทำการทดลองพฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาและข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานทดลองการพัฒนาใบงานการทดลองนั้นควรพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้

1) ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนเชิงทดลอง (Laboratory content) ประกอบด้วย

- 1.1) เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการทฤษฎีและคุณสมบัติของอุปกรณ์
- 1.2) เป็นเรื่องที่ พัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา
- 1.3) เป็นเรื่องที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ
- 1.4) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมภายในที่สำคัญของอุปกรณ์ เครื่องมือ
- 1.5) เป็นเรื่องที่สามารถฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน
- 1.6) ให้อรรถกถาและคุ้นเคยกับกลไกของเครื่องมือและวัสดุ
- 1.7) พัฒนาความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุ
- 1.8) พัฒนาความรอบคอบในการทำงาน
- 1.9) สร้างเสริมจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย

2) ลักษณะที่ดีของสื่อการทดลองประกอบด้วย

- 2.1) ใช้ภาษาที่ง่ายรัดกุม
- 2.2) มีลักษณะท้าทายหรือชวนให้ศึกษาและ
- 2.3) มีความหมายแสดงให้เห็นภาพพจน์ของงานที่แท้จริง

3) คุณสมบัติที่ดีของใบปฏิบัติงาน ประกอบด้วย

- 3.1) ครอบคลุมเนื้อหามากที่สุดใ้ในหนึ่งใบงาน
- 3.2) พัฒนาความสามารถได้มากที่สุด
- 3.3) มีปัญหาในการปฏิบัติงานน้อยคือข้อมูลชัดเจนตรงประเด็นกะทัดรัดและเหมาะสมกับเครื่องอำนวยความสะดวกที่มีอยู่
- 3.4) ผู้เรียนช่วยตนเองได้มากที่สุด

3.5) สามารถจัดเป็นระบบได้ มีประสิทธิภาพสูงสุดคือมีจำนวนใบงานน้อยมีความสัมพันธ์กับวิชาอื่นมากที่สุดลงทุนน้อยและได้ผลมากที่สุด

#### 2.3.4.2 องค์ประกอบของใบปฏิบัติงาน

ใบปฏิบัติงานอาจมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามแบบแผนของสถาบันแต่ละแห่ง แต่ไม่ว่ารูปแบบจะเป็นอย่างไรใบปฏิบัติงาน (Lab sheet) ควรจะประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้ซึ่งข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน

1) ข้อมูลทั่วไป (Introductory information) หมายถึงข้อมูลที่แจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบถึงลักษณะของเรื่องที่จะทำการทดลองและปัญหาของเรื่องที่จะทำการทดลองข้อมูลเหล่านั้นได้แก่

1.1) วัตถุประสงค์ของการทดลองจะต้องกำหนดให้ครอบคลุมความสามารถตามพิสัย (Domains) ให้มากที่สุดที่จะทำได้ ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์จำเพาะที่สนับสนุนการทดลองแต่ละเรื่องนั้นโดยไม่ให้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปมากนักอาจมีได้ตั้งแต่ 1-3 วัตถุประสงค์ ซึ่งภายในวัตถุประสงค์ทั่วไปนั้นจะมีรายละเอียดครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั่วไปได้ทั้งหมด

1.2) ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลอง (Needs and scope of the experiment) เป็นข้อมูลที่แสดงเหตุผลและประโยชน์ของการฝึกหัดทดลองซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของงานที่กำลังปฏิบัติและเกิดแรงจูงใจในการทำงานนอกจากนั้นยังเป็นการบอกให้ทราบถึงปริมาณงานและขอบเขตเนื้อหาที่จะต้องเข้าไปเกี่ยวข้องด้วยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติเกิดความกระตือรือร้นเตรียมตัวได้ถูกต้อง

1.3) การวางแผน (Planning and organizing) เป็นข้อมูลและแนวคิดสำหรับการดำเนินงานให้แก่ผู้เรียนข้อมูลเหล่านี้ได้แก่เรื่องของวงจรที่ทำการทดลองหรือเครื่องมืออุปกรณ์ วัสดุที่ใช้ในการทดลองปัญหาและอุปสรรคที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

2) ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background information) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยหลักในการวางแผนดำเนินงานและเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจและปรับปรุงตัวเองในสิ่งที่ขาดเพื่อจะได้เตรียมตัวหาข้อมูล หรือพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง ข้อมูลดังกล่าวนี้ได้แก่

2.1) ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมืออุปกรณ์ข้อควรระวัง หรือปัญหาที่มักเกิดขึ้นเสมอการให้ข้อมูลในเรื่องนี้ควรทำในกรณีที่ใช้เครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุพิเศษที่นอกเหนือไปจากการใช้งานปกติ

2.2) ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entity behavior) เป็นการระบุว่าผู้ที่จะปฏิบัติงานได้นั้นจะต้องมีความรู้ความสามารถหรือมีประสบการณ์อย่างใดมาก่อนทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้

2.3) ความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นข้อมูลในลักษณะของการสรุปประเด็นสำคัญ และชี้ประเด็นของปัญหาทางทฤษฎีในเชิงวิเคราะห์ให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง

3) ข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural information) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสมหรือตามที่กำหนดให้ในงานแต่ละเรื่องได้ลักษณะของงานนี้ควรเป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่การวางแผนงานจริงๆจากการร่างแบบของงาน การกำหนดวงจรและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองจนกระทั่งถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ ข้อมูลดังกล่าวสามารถแยกออกได้ดังนี้

3.1) คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน (Manipulative process) เป็นคำสั่งหรือคำแนะนำในการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1.1) ข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนงานทดลอง (Experiment planning) ข้อมูลขั้นนี้อาจเป็นในรูปของคำสั่งให้ปฏิบัติหรือให้แนวคิดในการเริ่มงานทดลองเช่น การเสนอรูปแบบของการทดลองหรือให้ข้อมูลบางอย่างที่จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถสร้างรูปแบบของการทดลองขึ้นมาเองได้

3.1.2) ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือเป็นการกำหนดชนิดและประเภทของเครื่องมือที่ทำการทดลอง หรือเป็นการให้แง่คิดในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือพร้อมทั้งตรวจสอบเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน และวางอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกในการใช้งาน

3.1.3) ข้อมูลในการดำเนินการทดลองเป็นข้อมูลที่แนะนำข้อปฏิบัติ ตั้งแต่เริ่มงานสร้างวงจร การต่อสายติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

3.2) คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection process) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปรับแต่งเครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลองที่เหมาะสมข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย

3.2.1) การสังเกต (Observation) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เช่น ให้เปิดเครื่อง ปรับค่าความต้านทาน การกำหนดย่านของการทดลอง และสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับขั้นที่ควรจะเป็น ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

3.2.2) การรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้ (Data collection) หลังจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองผู้ปฏิบัติจะต้องรวบรวมและบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างมีระบบ ประสิทธิภาพของข้อมูลที่ได้ย่อมขึ้นอยู่กับวางแผนการทดลอง โดยเฉพาะย่านของการทดลองที่เหมาะสมการดำเนินการเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้นี้อาจจะทำให้รูปของการรวมกลุ่มของข้อมูลตามความเหมาะสมหรือจัดทำตารางข้อมูลเพื่อความสะดวกในการวินิจฉัยการให้ข้อมูลของใบงานที่เหมาะสมในเรื่องนี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติดำเนินงานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ



4) ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์และรายงาน (Conclusion report) ใบงานที่นี้นั้นจะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำสั่งหรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติแสดงผลลัพธ์ที่ได้อย่างมีระบบและสามารถสรุปผลของการทดลองได้ตามรูปแบบที่เหมาะสมข้อมูลภายในใบงานจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถทำรายงานและสรุปผลการทดลองได้ลักษณะข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามให้คิดหรือหัวข้อให้ผู้เรียนหาข้อมูลสนับสนุนข้อมูลควรประกอบด้วย

4.1) ข้อมูลที่ช่วยในการเสนอข้อมูล (Presentation data) เป็นขั้นเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองในรูปลักษณะของเอกสารรายงานการเสนอข้อมูลในลักษณะนี้อาจต้องทำอย่าง มีระบบโดยการจัดทำข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กันอาจจะทำในลักษณะของตารางตัวเลขหรือในรูปแบบของแผนภูมิ (Crash) ต่างๆใบงานที่ดีควรจะต้องกำหนดหรือเสนอแนะแนวทางให้ผู้ปฏิบัติสามารถดำเนินการได้ตามความต้องการ

4.2) ข้อมูลที่ช่วยในการตีความหมายข้อมูล (Interpretation of data) ใบงานจะให้ข้อมูลนำผู้ปฏิบัติในการจับประเด็นสำคัญของข้อมูลวิธีการสรุปผลจากกลุ่มของข้อมูลที่มีอยู่ การเลือกตัวแปรและการคำนวณหาผลลัพธ์จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การให้ข้อมูลในเรื่องนี้อาจมีความละเอียดมากน้อยต่างกันตามลักษณะประเภทของการทดลอง

4.3) ข้อมูลที่ช่วยในการอ้างอิงหลักการ (Reference of data) เป็นขั้นตอนของการเขียนรายงานโดยอาศัยหลักทฤษฎีและหลักการต่างๆอ้างอิงในลักษณะของ

4.3.1) การสรุปรวมของการค้นพบ (Generalization of finding)

4.3.2) การนำเอาผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน (Implication of finding)

4.3.3) การพยากรณ์ผลที่อาจเกิดขึ้นจากสิ่งอื่น (Prediction behavior of other material)

4.3.4) การประเมินผลของการทดลอง (Critical appraisal of experimental procedure and finding) เป็นการประเมินในเชิงวิจารณ์เกี่ยวกับกระบวนการทดลองและผลลัพธ์ของการทดลองใบงานที่ดีควรให้ข้อมูลด้วยการเสนอแนะหรือการตั้งคำถามเพื่อนำทางให้ผู้ปฏิบัติสามารถหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนผลลัพธ์สำหรับการเขียนรายงานที่ต้องการให้ข้อมูลในเรื่องนี้จะทำได้มากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับประเภทของการทดลองที่จะใช้

4.4) ลักษณะบางประการของการเขียนรายงาน (Lab report) การรายงานเป็นส่วนสำคัญของการทดลองเพราะเป็นส่วนที่แสดงถึงความเข้าใจในการทดลองการเขียนรายงานอาจจะถือได้ว่าเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเผยแพร่ข้อมูลต่อสังคม ลักษณะและรูปแบบของการรายงานนั้นมีรายละเอียดมากมายโดยสรุปแล้วองค์ประกอบที่สำคัญที่จะแนะนำให้ผู้เรียนเขียนรายงานอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

4.4.1) บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการสรุปเรื่องที่ทำทั้งหมดอย่างรัดกุม

4.4.2) คำนำ (Introduction) บทนำซึ่งเป็นการอธิบายเรื่องเป็นการประสานเรื่องราวงานที่ปฏิบัติกับหลักการทางทฤษฎี (General body of knowledge) เพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจ

4.4.3) หลักการและจุดมุ่งหมายของการทำงาน (Notation and theory) เป็นการอธิบายความหมายของศัพท์สัญลักษณ์ที่ใช้หรือกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุป

4.4.4) การดำเนินงานและผลลัพธ์ (Procedure and result) กล่าวถึงสาระสำคัญของการดำเนินงาน และผลลัพธ์ได้

4.4.5) แผนภูมิ (Diagram) บางครั้งการเขียนรายงานต้องอาศัยรูปหรือวงจรประกอบคำอธิบาย ซึ่งทั้งนี้ก็แล้วแต่เรื่องและเหตุการณ์

4.4.6) การอภิปรายผล (discussion of result) ขั้นตอนนี้มีความสำคัญคือจะเป็นขั้นที่แสดงออกถึงความสามารถเชิงความคิดของผู้ทำการทดลองในการให้เหตุผลของการค้นพบด้วยการมีหลักฐานอ้างอิงอย่างสมบูรณ์ความเชื่อถือได้ (Reliability) ของการทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่จะทำให้ผลงานได้รับการยอมรับจากผู้อื่นในกรณีนี้ผู้ทำการทดลองจะต้องหาข้อมูลพิสูจน์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Reliability) ในรายงานให้ได้

4.4.7) ข้อสรุป (Conclusion) เป็นการสรุปเรื่องที่ ต้องอาศัยความสามารถของการใช้ภาษาด้วยการใช้คำบรรยายที่มีความชัดเจนสั้นและรัดกุม

4.4.8) หลักฐานอ้างอิง (Reference) เป็นการแสดงหลักฐานของข้อมูลที่นำมาใช้ในการอ้างอิงหรือสรุปเรื่องในกรณีของการทดลองระดับสูงและมีปริมาณมากการอ้างอิงเป็นเรื่องสำคัญที่จะสร้างความเชื่อถือจากผู้อื่นเท่าที่กล่าวนี้เป็นลักษณะรูปแบบหนึ่งของการเขียนรายงานการทดลอง (Lab report) ซึ่งการทดลองแต่ละประเภทนั้นมีความต้องการการรายงานไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่อันหนึ่งที่ใบงานการทดลองต้องให้คำสั่งหรือคำแนะนำที่เหมาะสมและชัดเจน

5) ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment information) หมายถึงข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถและความเข้าใจในเรื่องที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานการตรวจสอบในเรื่องนี้อาจทำได้ทั้งทางกว้างและความลึกของเนื้อหาข้อมูลที่เป็นคำถามในใบงานนั้นอาจจะเป็นลักษณะของคำถามที่แบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

5.1) คำถามในเนื้อหาการทดลอง (Assessment Questions) คือข้อมูลที่เป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติโดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการทำงานแต่ละขั้นตอนเป็นการทดสอบความรู้ และความเข้าใจในการทดลองโดยตลอด

5.2) คำถามเชิงวิจารณ์ (Critical question) เป็นคำถามที่ค่อนข้างจะออกไปนอกเรื่องของงาน เป็นการประเมินความสามารถในการมองภาพรวมของเรื่อง (Generalize) ที่

ทำทั้งหมดและสามารถนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการทดลองนั้นไปใช้ในงานอื่นได้ ซึ่งมักจะเรียกว่าการถ่ายโอนความรู้ (Transfer of Learning) ข้อมูลที่ใบงานควรจะให้ในขั้นนี้คือการตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิดในลักษณะของความคิดไตร่ตรอง (Reflective thinking) ในเรื่องที่เรียนรู้มาแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

2.3.4.3 การสร้างใบปฏิบัติงานการสร้างใบงานทดลองมีขั้นตอนใหญ่ๆ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นการศึกษาสำรวจข้อมูลและขั้นสร้างใบงานการทดลองซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้ 1) ขั้นการศึกษาและสำรวจข้อมูลเป็นขั้นที่ผู้สร้างใบงานทดลอง จะต้องศึกษารายละเอียดของกิจกรรมที่ใช้ในการทดลองตั้งแต่ต้น จากการวางแผนการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลองผู้สร้างจะต้องพิจารณาขั้นตอนการดำเนินงานอย่างละเอียด พร้อมทั้งสำรวจความรู้ความสามารถและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองตลอดจนการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนา เพื่อให้เป็นข้อมูลในการสร้างใบงานทดลองกิจกรรมสำหรับการศึกษาข้อมูลควรมีขั้นตอนดังนี้

1) การกำหนดชื่อเรื่องของการทดลองชื่อของการทดลอง ควรจะสื่อความหมาย ได้รับความสนใจสามารถบอกขอบเขตความกว้าง และความลึกของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานทดลองได้ และมีความรัดกุมพอสมควร

1.2) การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในการทดลองผู้สร้างใบงานการทดลองควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นอย่างดี การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในเชิงวิเคราะห์และการเขียนออกมาเป็นภาษาเขียนจะทำให้ผู้สร้างมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) ภายในเนื้อหาเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี และมองเห็นขั้นตอนของการทดลองที่ควรจะเป็นได้อย่างชัดเจนจนสามารถกำหนดจุดสำคัญของการสอน (Teaching point) ที่เหมาะสมได้

1.3) การกำหนดวัตถุประสงค์จากการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาการทดลองจะช่วยให้ผู้สร้างใบงานทดลองสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลองได้เหมาะสม ซึ่งวัตถุประสงค์การทดลองนั้นควรพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1.3.1) วัตถุประสงค์ทางวิชาการ (Content objective) หมายถึง วัตถุประสงค์ที่ได้จากเนื้อหาสาระของทฤษฎีที่เกี่ยวกับการทดลองซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) หรือเป็นความสามารถอื่นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการทดลอง

1.3.2) วัตถุประสงค์นอกวิชาการ (Developmental objective) หมายถึง วัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับการพัฒนาบุคลิกภาพหรือพัฒนาจิตนิสัยของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ความสามารถในการเสาะแสวงหาข้อมูลควมมีระเบียบความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น



1.4) การกำหนดขั้นตอนของการทดลองผู้สร้างใบงานทดลองจะต้องพิจารณาวิธีการทดลองที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาวิชา โดยพิจารณาจากประสบการณ์ของผู้สร้างใบงานเองการทดลองในใบงานหนึ่งๆ นั้นอาจจะมีการเป็นขั้นตอนได้หลายวิธีผู้สร้างจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่คิดว่าผู้เรียนจะได้รับการเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถได้ดีและรวดเร็วที่สุดและกำหนดขั้นตอนของวิธีนั้นให้ชัดเจนในใบงานทดลอง

1.5) การวิเคราะห์งาน (Task analysis) หมายถึงการนำเอารายละเอียดของงานมาพิจารณาเพื่อหาลำดับประกอบด้านคุณสมบัติผู้เรียน ชนิดของการเรียนเงื่อนไขหรืออุปสรรคของการทำงาน เพื่อช่วยให้การทำงานได้ผลในการนำเอาขั้นตอนของการดำเนินงานมาพิจารณาหาลำดับประกอบของความสามารถ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ศึกษางานทั้ง 5 ขั้น จะเป็นข้อมูลที่นำไปใช้ในการสร้างใบงานการทดลอง (Lab sheet) ต่อไป

2) ขั้นสร้างปฏิบัติงานการสร้างปฏิบัติงาน (Lab sheet) คือการนำข้อมูลที่ได้ศึกษาวิเคราะห์มาแล้วมาจัดรวมกันตามหมวดหมู่ ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เหมาะสมทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลแนะนำผู้ปฏิบัติงานให้สามารถดำเนินการทดลองได้ ตามวิธีทางที่กำหนดสามารถที่จะดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1) การตั้งชื่อใบงาน (Lab sheet) ควรศึกษารายละเอียดของเนื้อหา กำหนดชื่อการทดลองจำกัดขอบเขตของชื่อการทดลอง

2.2) การออกแบบวงจรทดลอง ควรเขียนรายการพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองกำหนดอุปกรณ์เครื่องมือและวัสดุที่ใช้และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวงจร

2.3) ขั้นการวิเคราะห์งาน

2.3.1) การตั้งวัตถุประสงค์ของการทดลอง (Primary objective) ควรพิจารณาพารามิเตอร์กำหนดสมมุติฐานและพิจารณาพฤติกรรม

2.3.2) การกำหนดกลุ่มงาน (Operation) เขียนคำอธิบายลักษณะของกลุ่มงาน (Operation description) กำหนดงาน (Task) เขียนคำอธิบายลักษณะของงาน (Task description)

2.3.3) การกำหนดเครื่องมืออุปกรณ์

2.3.4) การกำหนดวัตถุประสงค์ของกลุ่มงาน

2.3.5) การวิเคราะห์วัตถุประสงค์

2.3.6) การกำหนดความรู้

2.3.7) การกำหนดทักษะ

2.4) ขั้นตอนการสรุปผลการวิเคราะห์งาน

2.4.1) การพิจารณาขั้นตอนการทดลอง

2.4.2) การพิจารณาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

2.4.3) การพิจารณารวบรวมวัตถุประสงค์ของกลุ่มงาน (Operation)

2.4.4) การพิจารณาความรู้ (Knowledge) ที่เกี่ยวข้อง

2.4.5) การพิจารณาทักษะ (Skill) ที่เกี่ยวข้อง

2.4.6) การพิจารณาวัตถุประสงค์ของปฏิบัติงาน

2.5) ขั้นตอนการพัฒนาข้อมูลในปฏิบัติงาน

2.5.1) การเขียนข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedure information)

2.5.2) การเขียนข้อมูลสำหรับการสรุปผลลัพธ์ (Conclusion information)

2.5.3) การเขียนข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment information)

2.5.4) การเขียนข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background information)

กล่าวโดยสรุปได้ว่าใบปฏิบัติงานเป็นเอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน ให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยต้องประกอบด้วยข้อมูลความเป็นมา วัตถุประสงค์ของการทดลอง วิธีการดำเนินการ มีการสรุปผล และมีการประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเรื่องที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติงาน

#### 2.3.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การวัดและประเมินผลของการศึกษาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดเพราะนอกจากการวัดผล และการประเมินผลช่วยให้ทั้งผู้สอน และผู้เรียนรวมทั้งผู้บริหารการศึกษาทราบว่าการเรียนการสอนได้มีผลตามความคาดหวังหรือไม่ แล้วการวัดและประเมินผลเป็นสิ่งที่มิมีอิทธิพลโดยตรงต่อชีวิตของผู้เรียนทั้งปัจจุบันและอนาคตผลจากการประเมินผล จะบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตนเก่งปานกลาง หรืออ่อนเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนอื่นๆ

##### 2.3.5.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

สมชาย วรภิเษมสกุล (2559) ได้กล่าวเกี่ยวกับความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความรู้เชิงวิชาการของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ เพื่อนำผลที่ได้จากการวัดมาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป เยาวดีวิบูลย์ศรี (2556) ได้กล่าวเกี่ยวกับความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะที่ผู้เรียนจะได้รับจากประสบการณ์ทั้งจากที่บ้านและสถานศึกษา แล้วแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมุ่งที่จะวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการ

### 2.3.5.2 ลักษณะการสอบแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์

1) การสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Testing) เป็นการสอบเพื่อบรรยายหรือพรรณนาผลการสอนในรูปของความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ผู้เรียนรับไปเปรียบเทียบกับกลุ่มเช่น สอบได้ที่ 5 ในจำนวน 50 คน หรือสอบได้ ที่ 85 ใน 100 คนเป็นต้นไม่ว่าสอบในช่วงไหน เมื่อแปลผลการสอบในลักษณะนี้เรียกว่าเป็นการวัดแบบอิงกลุ่มดังนั้นชื่อของการสอบจึงเป็นแบบสอบไล่ (Final Examination) หรือสอบหลังจากเรียนในรายวิชานั้นๆ แล้วบางทีเรียกว่าการสอบรวมหรือการสอบปลายภาคเรียน (Summative Testing)

2) การสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Testing) เป็นการสอบเพื่อพรรณนาผลการสอบเฉพาะอย่างว่าผลเป็นอย่างไรตีความหมายแบบสัมบูรณ์ (Absolute) มากกว่าแบบสัมพัทธ์ (Relative) เพื่ออ้างอิงสู่พฤติกรรมของผู้เรียนซึ่งนิยามกรอบเฉพาะเอาไว้เป็นอย่างดี การสอบแบบอิงเกณฑ์ จึงเกี่ยวข้องกับการสอนเพื่อการเรียนรู้รูปการที่กำหนดเกณฑ์มาตรฐานหรือเกณฑ์บางอย่าง จึงเกี่ยวกับการเรียนรู้เป็นสำคัญเช่นพิมพ์หนังสือได้ 40 ตัวใน 1 นาที ไม่มีผิดเกณฑ์ที่จะกำหนดว่าเรียนรู้หรือไม่เรียนรู้ผ่านหรือไม่ผ่านนั้น มีวิธีการหลายวิธีการสอบแบบนี้ใช้เพื่อตรวจสอบดูว่ากระบวนการเรียนรู้การสอนในจุดประสงค์อย่างหนึ่งๆ เป็นอย่างไรควรผ่านหรือควรหาทางเสริมอะไรเพิ่มขึ้นให้ผู้เรียนเพื่อจะได้ผ่านจุดประสงค์นี้ เป็นการสอบระหว่างการเรียนการสอนบางทีเรียกว่าการสอบย่อย การเขียนข้อสอบอาจแตกต่างจากการวัดผลแบบอิงกลุ่มบ้างเล็กน้อยในกระบวนการทำให้ข้อสอบเพื่อวัดจุดประสงค์หรือกรอบของความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

## 2.4 การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

### 2.4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ (2556) ให้ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือการทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือการทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นการช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

### 2.4.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) อธิบายถึงเกณฑ์และการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนไว้ ดังนี้ เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอน และคุ้มค่ากับการลงทุนผลิต การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียนซึ่งประเมินออกเป็น 2 ลักษณะ คือประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ)



และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องจะเป็นการกำหนดค่าของประสิทธิภาพ  $E_1$  ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายจะเป็นการกำหนดค่าเป็น  $E_2$  คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องเป็นการประเมินผลพฤติกรรมย่อย หลายพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องเรียกว่ากระบวนการ (Process) ของผู้เรียนโดยสังเกตจากรายงานกลุ่มการรายงานบุคคลหรือจากการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนทำกิจกรรมอื่นๆ ที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากผลการสอบหลังเรียน และสอบ ปลายปีและปลายภาค ประสิทธิภาพของชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยคะแนนการทำงานและการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดสรุปแล้วหมายถึง  $E_1$  และ  $E_2$  คือประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์

#### 2.4.3 เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพชุดการสอน

เมื่อทดลองจนได้ ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนแล้วผู้ผลิตชุดการสอนจะต้องอภิปรายผลของค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทดลองจากการกำหนดเกณฑ์ค่า  $E_1/E_2$  จะมีค่าเท่าใด นั้นกล่าวได้ว่าให้ ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยเน้นว่า เนื้อหาเป็นความรู้ความจำนิยมตั้งไว้ที่ 80/80 85/85 หรือ 90/90 เนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งต่ำกว่า เช่น 75/75 และไม่ควรถูกตั้งต่ำกว่านี้เนื่องจากการตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็ได้ผลเท่านั้นหลังจากนำชุดการสอนไปทดลองภาคสนามเมื่อได้ค่า  $E_1/E_2$  แล้วนำผลที่ทดลองได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้อาจอนุญาตให้มีระดับผิดพลาดได้ ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ร้อยละ 2.5 ถึงร้อยละ 5 การยอมรับเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนอาจจะกำหนดไว้ 3 ระดับดังนี้

1. สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้
2. เท่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5
3. ต่ำกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

#### 2.4.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการสอนได้นั้น ผู้สร้างจะต้องกำหนดเกณฑ์โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์ต้องคำนึงถึง “กระบวนการ” และ “ผลลัพธ์” โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น  $E_1/E_2$

$E_1$  คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ย จากการทำแบบฝึกหัด และประกอบกิจกรรม

$E_1$  คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังเรียน) คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับจากการทดสอบหลังเรียนการคิดค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ของชุดการสอนที่สร้างขึ้นคำนวณค่าทางสถิติโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

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

$E_1$  = ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่เปลี่ยนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัด และประกอบกิจกรรม

$E_2$  = ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับจากการทดสอบหลังเรียน

$\sum x$  = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดหรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

$\sum F$  = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทดสอบหลังเรียนหรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

$N$  = จำนวนผู้เรียน

$A$  = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมการเรียนรู้

$B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน หรือกิจกรรมหลังเรียน

## 2.5 อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า

### 2.5.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

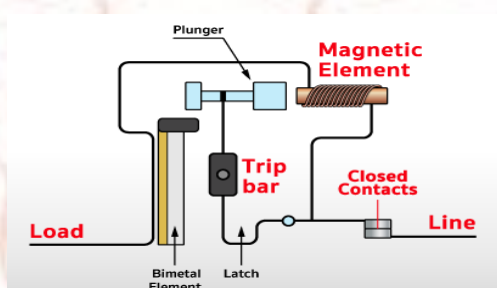
เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบไฟฟ้า มีหน้าที่ป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน โดยอาศัยหลักการทางไฟฟ้าและกลไกเฉพาะตัวในแต่ละประเภทเพื่อป้องกันการใช้กระแสไฟฟ้าเกิน (Overcurrent) กระแสไฟฟ้ารั่ว (Leakage Current) และไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit) แต่เนื่องจากประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) นั้นมีหลากหลาย เช่น MCB, MCCB, RCCB และ ELCB การเข้าใจประเภทและการเลือกใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

#### 2.5.1.1 ประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์

1) MCB (Miniature Circuit Breaker) MCB หรือเบรกเกอร์ลูกย่อย เป็นเบรกเกอร์ขนาดเล็กที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ มีหน้าที่ป้องกันกระแสเกินและไฟฟ้าลัดวงจร ติดตั้งง่าย ราคาถูก เหมาะสำหรับการใช้งานในบ้านพักอาศัยหรืออาคารขนาดเล็กที่มีกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 100

แอมแปร์ โดยอาศัยกลไกการปลดวงจรในรูปแบบความร้อน (thermal) และแม่เหล็ก (magnetic) MCB มีจำนวนโพล (Pole) ตั้งแต่ 1, 2, 3 และ 4 โพล เพื่อรองรับระบบไฟฟ้าแบบ 1 เฟสและ 3 เฟส

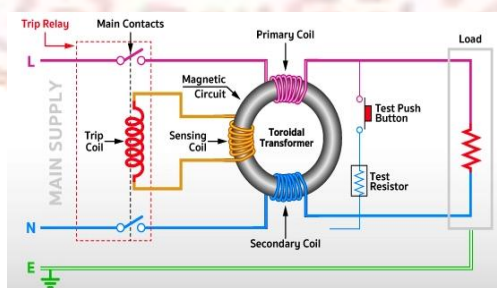
2) MCCB (Molded Case Circuit Breaker) MCCB มีหลักการทำงานที่คล้ายกับ MCB แต่มีขนาดใหญ่กว่า สามารถรองรับกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 100 ถึง 2,300 แอมแปร์ มักใช้ในอาคารขนาดใหญ่หรือโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีความสามารถในการปรับตั้งค่ากระแสในการตัดวงจรได้ และสามารถทนกระแสลัดวงจรได้สูงกว่า MCB โดย MCCB มักถูกติดตั้งในตู้ไฟฟ้า (Local panel) เพื่อควบคุมและป้องกันระบบไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของอาคารหรือโรงงาน



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างภายในของ MCB/MCCB ในสถานะวงจรเชื่อมกัน

ที่มา : <https://misumitechnical.com>

3) RCCB (Residual Current Circuit Breaker) RCCB เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันไฟฟ้ารั่วหรือไฟดูด โดยตรวจจับความแตกต่างของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและออกจากวงจร (Residual Current) โดย Toroidal Transformer ที่อยู่ภายใน หากกระแสในสายไฟเข้าและออกไม่สมดุล แสดงว่ากระแสบางส่วนได้รั่วออกไป (เช่น ไฟดูดหรือไฟฟ้ารั่ว) RCCB จะตัดวงจรทันที อย่างไรก็ตาม RCCB ไม่สามารถตัดกระแสลัดวงจรได้ ดังนั้นจึงมักใช้ร่วมกับ MCB หรือ MCCB เพื่อให้การป้องกันที่ครบถ้วน

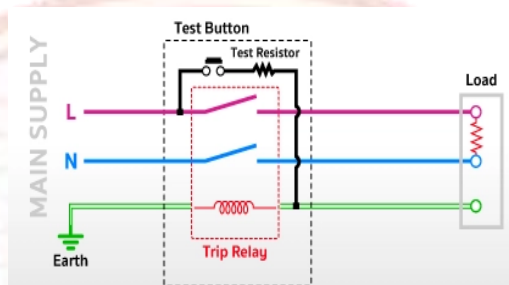


ภาพที่ 2-2 ภาพตัวอย่างโครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด RCCB

ที่มา : <https://misumitechnical.com>



4) ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) ELCB เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันไฟฟ้ารั่วลงดิน โดยตรวจจับแรงดันที่เกิดขึ้นระหว่างตัวนำและพื้นดิน หากพบว่าแรงดันนี้เกินค่าที่กำหนด แสดงว่ามีไฟรั่วเกิดขึ้น ELCB จะใช้กลไกรีเลย์ (Relay Mechanism) ภายในตัววงจรเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟดูด

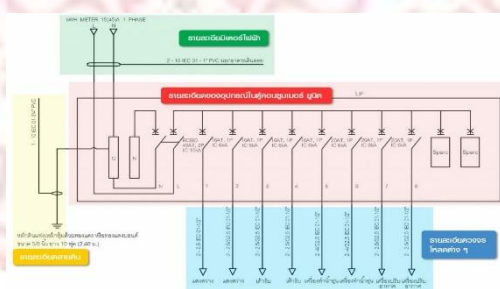


ภาพที่ 2-3 ภาพตัวอย่างโครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด ELCB

ที่มา : <https://misumitechnical.com>

## 2.5.2 รายละเอียดของอุปกรณ์ในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตเป็นหัวใจสำคัญของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมและป้องกันกระแสไฟฟ้า เช่น เมนเบรกเกอร์ เบรกเกอร์ย่อย อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว และ บัสบาร์ การติดตั้งและใช้งานอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน วสท. และมาตรฐานการไฟฟ้าจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากไฟฟ้าลัดวงจรหรือไฟฟ้ารั่ว



ภาพที่ 2-4 ภาพรายละเอียดจากมิเตอร์ไฟฟ้า

ที่มา : <https://mall.factomart.com>

2.5.2.1 เมนเบรกเกอร์ เราสามารถใช้ได้ทั้งเมนเบรกเกอร์ MCB หรือ เมนเบรกเกอร์กันดูด RCBO ซึ่งในครั้งนี้จะใช้เบรกเกอร์กันดูดแบบ RCBO ขนาด 2 Pole 50 AT มีค่าทนกระแสลัดวงจรสูงสุด หรือ IC เท่ากับ 10 kA

2.5.2.2 เบรกเกอร์ลูกย่อย Sub MCB เบรกเกอร์ในส่วนนี้จะแบ่งวงจรออกเป็นดังนี้

1) วงจรแสงสว่าง แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) วงจรแสงสว่างในบ้าน จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 sq.mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว และ 2) วงจรแสงสว่างนอกบ้าน จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16 AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6 kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 sq.mm./G 2.5 sq.mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว

2) เติร์ป แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) วงจรเติร์ปชั้น 1 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16 AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6 kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 sq.mm./G 2.5 sq.mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว และ 2) วงจรเติร์ปชั้น 2 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16 AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6 kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 sq.mm./G 2.5 sq.mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว

3) เครื่องทำน้ำอุ่น แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) เครื่องทำน้ำอุ่นตัวที่ 1 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 20 AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6 kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 4 sq.mm./G 2.5 sq.mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว 2) เครื่องทำน้ำอุ่นตัวที่ 2 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 20 AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6 kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 4 sq.mm./G 2.5 sq.mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว

4) เครื่องปรับอากาศ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 20 AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 sq.mm./G 2.5 sq.mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว 2) เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16 AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6 kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 sq.mm./G 2.5 sq.mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว



ภาพที่ 2-5 เบรกเกอร์ลูกย่อย Sub MCB

ที่มา : <https://www.thaihardwaresolution.com>

### 2.5.2.3 เครื่องตัดไฟรั่ว RCD (Residual Current Device) มีอยู่ 2 ประเภทดังนี้

1) RCCB (Residual Current Circuit Breakers) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าป้องกันไฟรั่วไฟดูดได้อย่างเดียวโดยไม่สามารถป้องกันโหลดเกิน (Overload) และ ไฟฟ้าลัดวงจรได้ ดังนั้นควรใช้ควบคู่กับ MCB ทั้งนี้โดยส่วนใหญ่แล้ว RCCB จะใช้ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตที่เป็นการติดตั้งแบบรางปีนก (DIN-RAIL)

2) RCBO (Residual Current Circuit Breakers with Overload protection) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันได้ทั้งไฟรั่วไฟดูด โหลดเกินและไฟฟ้าลัดวงจรได้ แต่ตัวนี้ราคาอาจจะแพงกว่า RCCB ทั้งนี้โดยส่วนใหญ่แล้ว RCBO จะใช้ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตที่เป็นการติดตั้งแบบปลั๊กออน (Plug-on)

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการ มีรายละเอียดดังนี้

โอภาส รักษาบุญ และชัยพล ธงชัยสุรศักดิ์กุล (2056) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ชุดทดลอง และรูปแบบการให้การฝึกอบรม เรื่องการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยการพัฒนากิจกรรมการให้การฝึกอบรมด้วยรูปแบบการฝึกอบรมแบบร่วมมือและแบบศูนย์การเรียนรู้ CLCT(Collaborative and Learning Center Training) ภายใต้หลักการ ADDIE (Analyze-Design-Develop-Implement-Evaluate) จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และการวิเคราะห์ความต้องการการฝึกอบรมจากอาจารย์ที่สอนด้านการขับเคลื่อนไฟฟ้า ศึกษาการพัฒนาความรู้และทักษะ ด้วยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์



ทางการเรียน ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการให้การฝึกอบรมโดยจัดเป็นศูนย์การเรียนสามศูนย์และศูนย์สำรองหนึ่งศูนย์และใช้ชุดประลองเป็นสื่อในการฝึกอบรม เครื่องมือที่ใช้ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) ชุดประลองการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ ประกอบด้วย โปรแกรม LabVIEW DAQ วงจรขยาย ชุดอินเวอร์เตอร์ และมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด 3 เฟส ขนาด 0.375 kW 2) คู่มือการฝึกอบรม ประกอบด้วย เอกสารประกอบการฝึกอบรมจำนวน 3 หัวข้อเรื่อง คือ การออกแบบ ตัวควบคุมแบบ พี ไอ ดี การออกแบบตัวควบคุมแบบพีซี และการออกแบบตัวควบคุมแบบไฮบริด ใบแนะนำกิจกรรมการอบรม และคู่มือวิทยากร 3) แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละศูนย์การเรียน และแบบทดสอบภายหลังเสร็จสิ้นการอบรม 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าฝึกอบรม และ 5) แบบบันทึกการปฏิบัติงานของผู้เข้าฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างในการทดลองคือ อาจารย์สายช่างอุตสาหกรรมปฏิบัติการสอนในด้านการขับเคลื่อนไฟฟ้า จำนวน 30 คน คนผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพด้านความรู้ 82.75/82.17 ด้านทักษะ 86.98/85.60 ผู้เข้าฝึกอบรมมีการพัฒนาการเรียนรู้สูงขึ้นทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 วิธีการจัดกิจกรรมการให้การฝึกอบรมแบบร่วมมือและแบบศูนย์การเรียนมีผลให้ผู้ฝึกอบรมมีพฤติกรรมกลุ่มและผลลัพธ์การปฏิบัติการทดลองอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และความพึงพอใจเมื่อได้รับการอบรมด้วยชุดประลองที่สร้างขึ้นควบคู่กับกิจกรรมการอบรมแบบร่วมมือและแบบศูนย์เรียนอยู่ในระดับมาก

บุญล่อ (2559) ศึกษาถึงการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลอง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สาขางานไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ การดำเนินการผู้วิจัยได้นำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 สาขางานไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ในภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2559 จำนวน 21 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) การเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัด และการทำใบงานการทดลองระหว่างการเรียนกับคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสอบปฏิบัติต่อ PLC ร่วมกับชุดทดลองของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำไปหาค่าประสิทธิภาพชุดทดลอง  $E_1/E_2$  และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างด้วยการวิเคราะห์โดยใช้สถิติที (t-test) ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.19/80.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และหลังจากสอนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจที่ได้เรียนด้วยชุดทดลองในระดับมาก

ประดิษฐ์ เลิศโพธาวัฒนา (2560) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i ใช้ประกอบการเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตร(ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ ปวช.2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์ จำนวน 17 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง แบบเจาะจง เครื่องมือในงานวิจัยได้แก่ 1) ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i 2) เอกสารประกอบการสอน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติดังกล่าว การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และสื่อประกอบการสอนมีประสิทธิภาพทางการเรียน  $E_1/E_2$  เท่ากับ 87.45/89.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 2) ผลของการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติดังกล่าวอยู่ในระดับมาก

อัษฎา วรรณกายนต์, นิคม ลนขุนทด, เทียงธรรม สิทธิจันทเสน, ปิยะนันท์ สายัณห์ปทุม, สุธะเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม, และสุชาติ ดุมนิล (2562) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและประเมินภาพชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ และ 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้ และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักศึกษาภาคปกติและภาคเสาร์-อาทิตย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่กำลังศึกษาในรายวิชาระบบเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ จำนวน 30 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศและแบบประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยพบว่า การประเมินคุณภาพชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศจากการทดลองของผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.75 และการถ่ายทอดความรู้และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.47

พุทธชาติ แผนสมบุญ, สิริวัฒน์ ศรีเครือตง และ โกศล จิงเสถียรทรัพย์ (2566) บทความวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้อาชีพและทักษะอนาคตสำหรับวิทยาลัยอาชีวะและเทคโนโลยีชีวิตวิถีใหม่ 2) เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้อาชีพและทักษะอนาคตสำหรับวิทยาลัยอาชีวะและเทคโนโลยีชีวิตวิถีใหม่ 2.1 ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ Active Learning ของครูผู้สอน ได้แก่ (2.1.1) ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ Active Learning ของครูผู้สอน และ (2.1.2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ Active Learning ของครูผู้สอน 2.2 เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักศึกษา 2.3 แบบวัดความคิดเห็นของสมาชิกชุมชนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้อาชีพและทักษะอนาคตสำหรับวิทยาลัยอาชีวะและเทคโนโลยีชีวิตวิถีใหม่ ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา (R&D) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาอาชีวศึกษา จำนวน 35 คน ครูผู้สอน 4 คน ครูพี่เลี้ยง 4 คน อาจารย์นิเทศก์ 1 คน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 1 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหาผลการวิจัยพบว่า ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้อาชีพและทักษะอนาคตสำหรับวิทยาลัยอาชีวะและเทคโนโลยีชีวิตวิถีใหม่ที่พัฒนาขึ้น มีองค์ประกอบ 5 ด้านคือ 1) หลักการของรูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) กระบวนการ 4) การวัดและประเมินผล และ 5) เงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ ผลการศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบ พบว่า 1) ความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย Active Learning ของครูผู้สอนอยู่ในระดับมาก 2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ด้วย Active Learning ของครูผู้สอนอยู่ในระดับมากที่สุด 3) ความคิดเห็นของสมาชิกที่ได้รับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชุมชนวิชาชีพภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และ 4) ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 นี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร รหัสวิชา 20104-2005 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ของผู้เรียน ก่อนและหลังการเรียน โดยใช้ชุดชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

#### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1.1 ศึกษาเอกสารและรวบรวมข้อมูลสำหรับพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

3.1.2 จัดทำชุดฝึกทักษะ (ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน)

3.1.3 ทดลองใช้งานชุดฝึกอบรมชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส (ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะ (Try Out) และนำชุดฝึกทักษะไปใช้จริง (Implement)

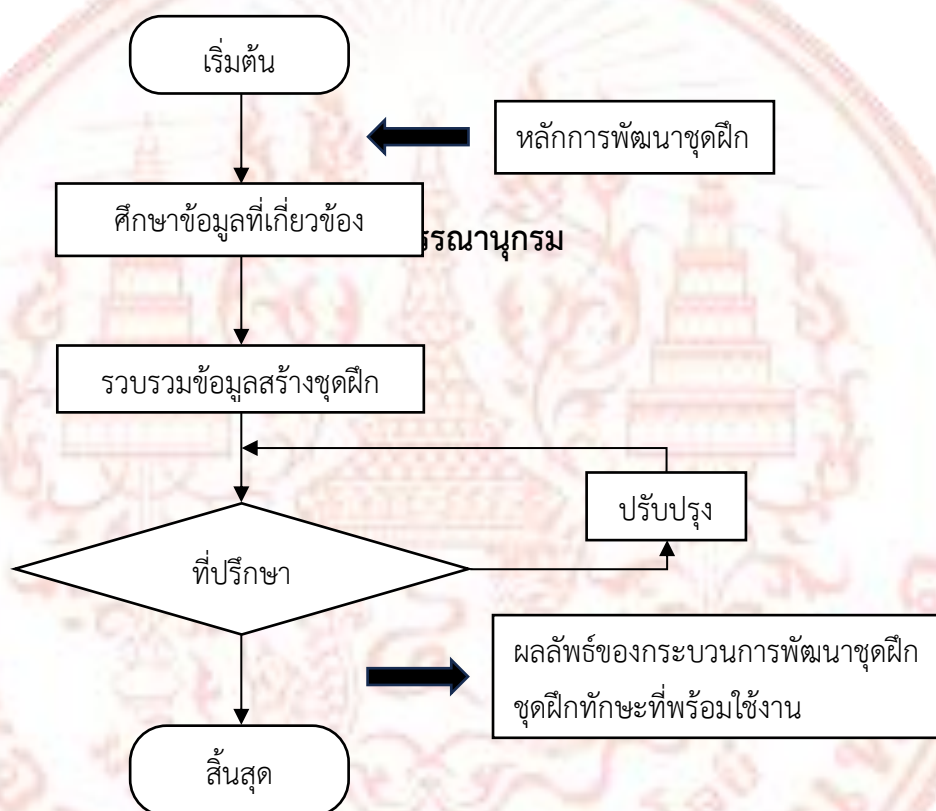
3.1.4 วิเคราะห์และประเมินผลการวิจัย

#### 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1.1 พัฒนาชุดฝึกทักษะศึกษาเอกสารและรวบรวมข้อมูลสำหรับ

ผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นในการสรุปองค์ประกอบสำหรับจัดทำเอกสารเพื่อสอบถามผู้เชี่ยวชาญในการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนา ขั้นตอนการศึกษาเป็นไปตามภาพที่ 3-1 ซึ่งสรุปขั้นตอนที่ศึกษาได้ ดังนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนของกระบวนการศึกษาข้อมูลและรวบรวมรายละเอียด  
สำหรับพัฒนาชุดฝึกทักษะ

3.1.1.1 ศึกษาเนื้อหามาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในอาคาร 1 เฟส โดยพิจารณาจากมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ เช่น มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (มาตรฐาน วสท.) หรือมาตรฐานสากลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องศึกษาโครงสร้างของระบบไฟฟ้าในอาคาร 1 เฟส ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์ที่จำเป็น ดังต่อไปนี้

1) ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer Unit) ศึกษาการเลือกใช้งานขนาดที่เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้าและการเชื่อมต่อสายไฟ

2) เมนเบรกเกอร์ (Main Breaker) ศึกษาการทำงานของเบรกเกอร์หลัก ขนาด พิกัดกระแส และวิธีการติดตั้งที่ถูกต้อง

3) เบรกเกอร์ลูกย่อย (Branch Circuit Breaker): ศึกษาการเลือกขนาดของ เบรกเกอร์แต่ละวงจร การคำนวณโหลดไฟฟ้าที่เหมาะสม

4) วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง เติร์ป เครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปรับอากาศศึกษาการ ออกแบบวงจรแสงสว่างและเติร์ปไฟฟ้าตามมาตรฐาน อัตราการใช้พลังงาน และการเดินสายไฟที่ ปลอดภัยเพื่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพการใช้งาน

5) การต่อวงจรอุปกรณ์ภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ศึกษาหลักการเชื่อมต่อ สายไฟ การใช้สับบาร์ และอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจรที่ต้องตาม มาตรฐานอ้างอิงของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

3.1.1.2 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้และฝึกทักษะ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการฝึก ทักษะ การเรียนรู้แบบปฏิบัติ (Experiential Learning) การออกแบบชุดฝึกทักษะที่เหมาะสมกับ การเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ

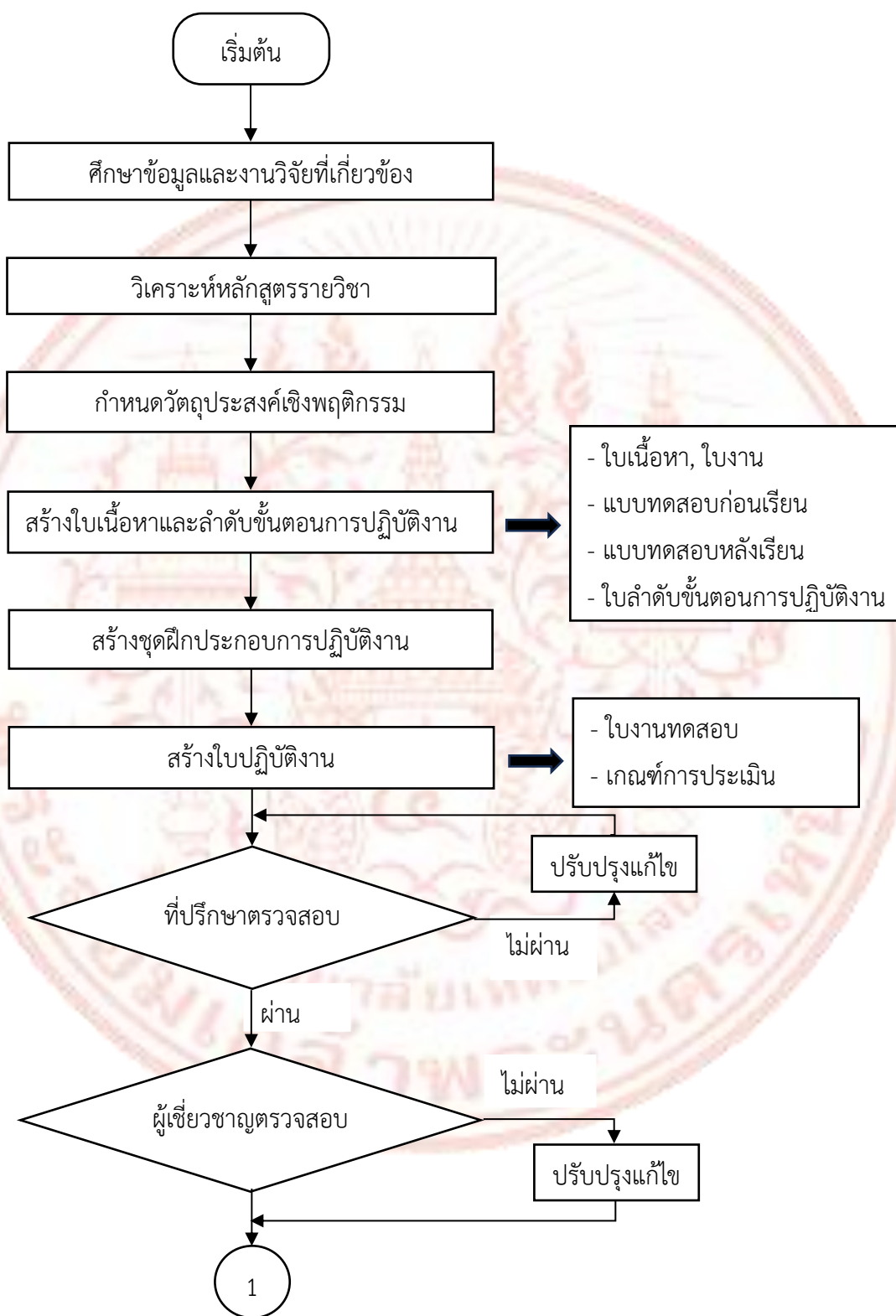
3.1.1.3 ศึกษาการออกแบบชุดฝึกทักษะ รูปแบบชุดฝึกที่มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบ ของชุดฝึกทักษะ เช่น คู่มือ สื่อการสอน แบบฝึกหัด อุปกรณ์จริง เช่น การใช้กระดานฝึก (Training Board) หรือชุดฝึกจำลองสถานการณ์ (Simulation Kit)

3.1.1.4 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบคลัสเตอร์ โดยเลือก จากคลัสเตอร์ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร รหัสวิชา 20104-2005 เป็น นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 จำนวน 16 คน

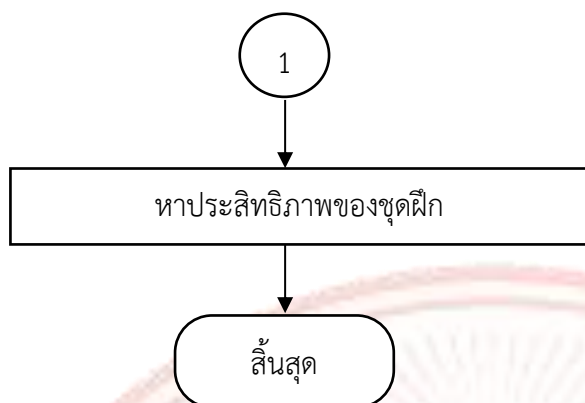
3.1.1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ พัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า ภายในอาคาร 1 เฟส ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เช่น รักษาบุญ และชัยพล ธงชัยสุรศักดิ์กุล (2556) เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ชุดทดลอง และรูปแบบ การให้การฝึกอบรม เรื่องการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ บุญล่อ (2559) ศึกษาถึงการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม



### 3.1.2 จัดทำชุดฝึกทักษะ (ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน)



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการจัดทำชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการจัดทำจัดทำชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า (ต่อ)

3.1.2.1 ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะโดยเริ่มจากการวิเคราะห์เนื้อหา รายวิชา แยกเป็นภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ได้แก่ การติดตั้งและต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต และการ ตรวจสอบ-บำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า จากนั้นจัดทำใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน แล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จนได้ชุดฝึกทักษะที่มีคุณภาพ ก่อนนำไปใช้ ทดลองและประเมินประสิทธิภาพ

3.1.2.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับแบบทดสอบประกอบด้วย 2 เรื่อง ดังนี้

1) ภาคทฤษฎี ได้แก่

1.1) เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมและต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ประกอบด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังนี้ อธิบายหน้าที่หลักการทำงานและโครงสร้างของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้ อธิบายการติดตั้งและเดินสายอุปกรณ์ควบคุมในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง ตามมาตรฐานได้ และอธิบายการทดสอบระบบไฟฟ้า และตรวจสอบความปลอดภัยหลังการติดตั้งได้

1.2) การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้ อธิบายหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของเมนเบรกเกอร์ และเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้ อธิบายขั้นตอนการดำเนินการบำรุงรักษาและตรวจสอบความปลอดภัยของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้

2) ภาคปฏิบัติ ได้แก่

2.1) การติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต : ติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง

2.2) การต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ : ต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ได้อย่างถูกต้อง

2.3) การติดตั้งเครื่องป้องกันไฟ : เลือกใช้งานและอุปกรณ์ป้องกันตามลักษณะของโหลดหรือประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ถูกต้องได้อย่างถูกต้อง

2.4) การตรวจสอบเบรกเกอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ : ตรวจสอบการทำงานของเมนเบรกเกอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง

2.5) การตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต : ตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง

3.1.2.3 ผู้วิจัยได้นำร่างชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ก่อนจะนำชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ซึ่งมีแบบการประเมินดังนี้

1) แบบประเมินความสอดคล้อง (Index of item objective congruence : IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ โดยมีความระดับการพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แนใจว่า แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เกณฑ์การยอมรับค่า IOC

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

2) แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมทักษะ ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดฝึกทักษะโดยถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ทั้งหมด 3 ขั้นตอน ในตอนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับสถานภาพผู้ประเมิน ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ประเมิน และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้ประเมิน แบบประเมินมีทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ 2) ด้านความเหมาะสมของรูปแบบชุดฝึก 3) ด้านการพัฒนาทักษะการปฏิบัติ 4) ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง และ 5) ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง โดยผู้วิจัยได้ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะซึ่งลักษณะของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ สำหรับการแบ่งระดับความพึงพอใจของผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วน ประเมินค่า (อโณทัย พลเยี่ยม, 2565)



โดยกำหนดค่าความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

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

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายซึ่งการให้ความหมาย 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

### 3.1.3 การทดลองใช้ งานชุดฝึกอบรม (Try Out)

เมื่อได้ชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกทักษะ ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายในการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะ โดยมีขั้นตอนการทดลองใช้ ดังนี้

3.1.3.1 การจัดเตรียมใบเนื้อหาและสื่อ โดยก่อนการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ทำการจัดเตรียมเอกสารใบเนื้อหาซึ่งเอกสารจะมีทั้งใบเนื้อหาและใบงาน โดยมี สื่อประกอบการที่มีความเหมาะสมเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3.1.3.2 การคัดเลือกกลุ่มทดลองใช้งานชุดฝึกทักษะ ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกทักษะการใช้งานชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ โดยกลุ่มเป้าหมายในการทดลองใช้งานชุดฝึกทักษะ คือ นักเรียนแผนกช่างไฟฟ้า จำนวน 16 คน

3.1.3.3 เริ่มทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ผู้วิจัยได้ประเมินผลที่ได้จากการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส เพื่อหาค่าความยาก ( Difficulty Index) และอำนาจจำแนก (Discrimination Index) ของแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ซึ่งคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ หาค่าความยาก (Difficulty Index) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index ของแบบทดสอบและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ใช้เกณฑ์ค่าความยากอยู่

ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจการจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ( พวงรัตน์ ,2540) การหาค่าความยาก (Difficulty Index) ของแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เขียนสมการได้ ดังสมการที่ 3-7 การหาค่าอำนาจจำแนก ( Discrimination Index) ของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบเขียนสมการได้ ดังสมการที่ 3-8 การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2) การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเป็นชุดฝึกการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ในการใช้กับกลุ่มเป้าหมายโดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  โดยใช้เกณฑ์ 80/80 ตามสูตรที่ 3-3 และ 3-4

3.1.3.4 สรุปผลที่ได้รับให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขจะได้ชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ก่อนนำไปใช้จริงในขั้นตอนต่อไป

## 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective Congruence : IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมและข้อสอบหาได้จากสูตรต่อไปนี้ (ล้วน และอังคณา, 2543)

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

โดย IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2.2 การหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ของผู้เชี่ยวชาญและความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$  แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

### 3.2.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S. D. = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})}{n-1}} \quad (3-3)$$

โดยที่ S. D. คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X คือ จำนวนของข้อมูล

$\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

n คือ จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

3.2.4 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ในการใช้ฝึกกับกลุ่มเป้าหมายโดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์, 2556)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (3-4)$$

$$E_2 = \frac{\sum y}{B} \times 100 \quad (3-5)$$

โดย  $E_1$  คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ

$E_2$  คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum x$  คือ คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมระหว่างเรียน

$\sum y$  คือ ผลคะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน

3.2.5 การหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะด้านปฏิบัติตามเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 หาได้จากสูตร

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-6)$$

โดย P คือ ค่าร้อยละ

f คือ ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ

N คือ จำนวนความถี่ทั้งหมด



3.2.6 การหาค่าความยาก ( Difficulty Index) ของแบบทดสอบและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (ฉัตรศิริ, 2561)

$$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L} \quad (3-7)$$

โดย  $p$  คือ ระดับความยากง่ายของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

$R_H$  คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  คือ จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูง

$N_L$  คือ จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

3.2.7 การหาค่าอำนาจจำแนก ( Discrimination Index) ของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ (ฉัตรศิริ, 2561)

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{ หรือ } N_L} \quad (3-8)$$

โดย  $r$  คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

$R_H$  คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  คือ จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูง

$N_L$  คือ จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

3.2.8 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ผู้วิจัยสถิติ t-test แบบ Dependent Sample (t-test for paired samples) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

$$t = \frac{\bar{D}}{S_D / \sqrt{n}} \quad (3-9)$$

โดย  $\bar{D}$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลต่างระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน

$S_D$  คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างคะแนน

$n$  คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีผลการวิจัยซึ่งนำเสนอผลการดำเนินการ ได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร

4.2 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร

4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร

4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังทดลองของนักศึกษาที่ใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร

#### 4.1 ผลการพัฒนาของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1

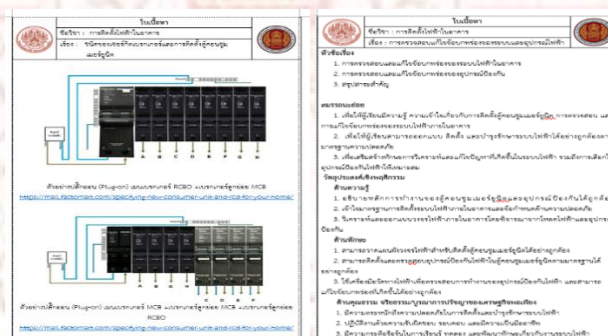
จากผลการดำเนินการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร มีขั้นตอนและผลการดำเนินงานดังนี้

4.1.1 ผลการสร้างชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร พบว่าสามารถพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ได้จำนวน 1 ชุดสามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนได้ ดังภาพที่ 4-1

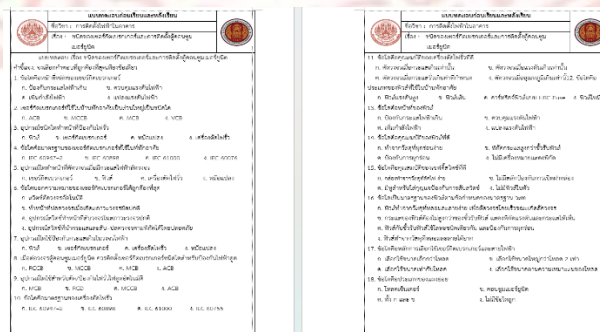


ภาพที่ 4-1 ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

4.1.2 ผลการพัฒนาของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 210104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ประกอบไปด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน ในเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ดังภาพที่ 4-2 และ ภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-2 ใบเนื้อหา ใบงาน



ภาพที่ 4-3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน



#### 4.2 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 16 คน โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ครอบคลุมเนื้อหาในใบงานทั้ง 5 ใบงาน

**ตารางที่ 4-1** ตารางแสดงผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ทดสอบใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

| คนที่  | คะแนนเต็ม 30 คะแนน |                | คนที่ | คะแนนเต็ม 30 คะแนน |                |
|--------|--------------------|----------------|-------|--------------------|----------------|
|        | คะแนนก่อนเรียน     | คะแนนหลังเรียน |       | คะแนนก่อนเรียน     | คะแนนหลังเรียน |
| 1      | 19                 | 24             | 9     | 19                 | 27             |
| 2      | 20                 | 28             | 10    | 17                 | 27             |
| 3      | 19                 | 24             | 11    | 20                 | 27             |
| 4      | 19                 | 30             | 12    | 22                 | 30             |
| 5      | 17                 | 24             | 13    | 22                 | 28             |
| 6      | 18                 | 26             | 14    | 19                 | 27             |
| 7      | 16                 | 23             | 15    | 19                 | 26             |
| 8      | 21                 | 28             | 16    | 18                 | 25             |
| รวม    |                    |                |       | 305                | 424            |
| เฉลี่ย |                    |                |       | 19.06              | 26.50          |

จากตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบพบว่า นักเรียนทุกคนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน โดยคะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.06 คะแนน ส่วนคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.50 คะแนน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ของนักเรียนอย่างชัดเจนในระดับก่อนเปรียบเทียบทางสถิติ

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

4.3.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 ที่ใช้คือ 80/80

80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้จากกิจกรรมระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากแบบทดสอบหลังเรียน

ตารางที่ 4-2 ตารางคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (ใบงาน) ของนักเรียน

| ลำดับ | ใบงานที่ 1 | ใบงานที่ 2 | ใบงานที่ 3 | ใบงานที่ 4 | ใบงานที่ 5 | รวม |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| 1     | 9          | 10         | 10         | 9          | 9          | 47  |
| 2     | 10         | 10         | 9          | 10         | 10         | 49  |
| 3     | 9          | 9          | 10         | 9          | 9          | 46  |
| 4     | 10         | 10         | 10         | 10         | 10         | 50  |
| 5     | 9          | 8          | 10         | 9          | 9          | 45  |
| 6     | 9          | 9          | 10         | 9          | 9          | 46  |
| 7     | 10         | 9          | 9          | 8          | 9          | 45  |
| 8     | 9          | 10         | 9          | 10         | 10         | 48  |
| 9     | 10         | 9          | 9          | 9          | 9          | 46  |
| 10    | 10         | 10         | 9          | 10         | 9          | 48  |
| 11    | 9          | 10         | 9          | 9          | 10         | 47  |
| 12    | 10         | 10         | 10         | 10         | 10         | 50  |
| 13    | 10         | 9          | 10         | 9          | 10         | 48  |
| 14    | 9          | 9          | 9          | 10         | 10         | 47  |
| 15    | 10         | 10         | 110        | 9          | 9          | 48  |
| 16    | 9          | 9          | 10         | 10         | 10         | 48  |
| รวม   |            |            |            |            |            | 750 |

จากตารางที่ 4-2 การเก็บคะแนนของนักเรียนจำนวน 16 คน พบว่า นักเรียนทำคะแนนจากกิจกรรมระหว่างเรียน (จำนวน 5 ใบงาน 50 คะแนน) ได้รวมทั้งสิ้น 750 คะแนน คิดเป็นค่า  $E_1$  เท่ากับ 3.75% ส่วนคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) รวมได้ 424 คะแนน คิดเป็นค่า  $E_2$  เท่ากับ 88.33% ซึ่งทั้งสองค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 แสดงให้เห็นว่า

ชุดฝึกทักษะนี้มีประสิทธิภาพสูง สรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่า E1/E2 เท่ากับ 93.75/88.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80

4.3.2 การหาระดับความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 โดยใช้แบบสอบถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งได้ผลมาวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-4

**ตารางที่ 4-3** ตารางผลการวิเคราะห์หาระดับความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2

| ข้อที่                                 | รายการประเมิน                 | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   | $\bar{X}$ | S.D. | แปลผล<br>ความ<br>เหมาะสม |
|----------------------------------------|-------------------------------|------------------|---|---|---|---|-----------|------|--------------------------|
|                                        |                               | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |           |      |                          |
| 1. ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ |                               | คะแนนเฉลี่ย      |   |   |   |   | 4.25      | 0.17 | มาก                      |
| 1.1                                    | ความครบถ้วนของเนื้อหา         | 1                | 1 | 1 |   |   | 4.00      | 1.00 | มาก                      |
| 1.2                                    | ความถูกต้องทางวิชาการ         | 1                | 2 |   |   |   | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 1.3                                    | ความเป็นปัจจุบันของเนื้อหา    | 1                | 2 |   |   |   | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 1.4                                    | ความสอดคล้องกับหลักสูตร       | 1                | 2 |   |   |   | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 2. ด้านความเหมาะสมของรูปแบบชุดฝึก      |                               | คะแนนเฉลี่ย      |   |   |   |   | 3.92      | 0.17 | มาก                      |
| 2.1                                    | การจัดลำดับเนื้อหา            | 1                | 1 | 1 |   |   | 4.00      | 1.00 | มาก                      |
| 2.2                                    | ความชัดเจนของขั้นตอนการฝึก    |                  | 2 | 1 |   |   | 3.67      | 0.58 | มาก                      |
| 2.3                                    | ความสอดคล้องกับการปฏิบัติจริง | 1                | 1 | 1 |   |   | 4.00      | 1.00 | มาก                      |
| 2.4                                    | การใช้ภาษาสื่อสาร             |                  | 3 |   |   |   | 4.00      | 0.00 | มาก                      |



ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

| ข้อที่                                 | รายการประเมิน                               | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   | $\bar{X}$ | S.D. | แปลผล<br>ความ<br>เหมาะสม |
|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|---|---|---|---|-----------|------|--------------------------|
|                                        |                                             | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |           |      |                          |
| 3. ด้านการพัฒนาทักษะการปฏิบัติ         |                                             | คะแนนเฉลี่ย      |   |   |   |   | 4.50      | 0.19 | มากที่สุด                |
| 4.1                                    | การคำนึงถึงความปลอดภัย                      | 1                | 2 |   |   |   | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 3.1                                    | การฝึกปฏิบัติจริง                           | 1                | 2 |   |   |   | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 3.2                                    | ความถูกต้องของวิธีการฝึก                    | 2                | 1 |   |   |   | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 3.3                                    | การส่งเสริมให้เกิดทักษะ                     | 2                | 1 |   |   |   | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 4. ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง |                                             | คะแนนเฉลี่ย      |   |   |   |   | 4.25      | 0.19 | มาก                      |
| 4.1                                    | การคำนึงถึงความปลอดภัย                      | 1                | 2 |   |   |   | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 4.2                                    | การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ                  | 1                | 2 |   |   |   | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 4.3                                    | การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า                   | 1                | 2 |   |   |   | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 4.4                                    | ความสอดคล้องกับมาตรฐานการติดตั้ง            |                  | 3 |   |   |   | 4.00      | 0.00 | มาก                      |
| 5. ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง |                                             | คะแนนเฉลี่ย      |   |   |   |   | 4.00      | 0.17 | มาก                      |
| 5.1                                    | ความเหมาะสมของเนื้อหาเกี่ยวกับกลุ่มเป้าหมาย |                  | 3 |   |   |   | 4.00      | 0.00 | มาก                      |
| 5.2                                    | ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้                   |                  | 3 |   |   |   | 4.00      | 0.00 | มาก                      |
| 5.3                                    | ความคุ้มค่าของชุดฝึก                        |                  | 3 |   |   |   | 4.00      | 0.00 | มาก                      |
| ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด                    |                                             |                  |   |   |   |   | 4.19      | 0.26 | มาก                      |

จากตารางที่ 4-3 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านเกี่ยวกับระดับความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 สามารถสรุปผลการประเมินในแต่ละด้านได้ ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.25 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 2) ด้านความเหมาะสมของรูปแบบชุดฝึก ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 3.92 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 3) ด้านการพัฒนาทักษะการปฏิบัติ ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.50 ซึ่งอยู่ในระดับ มากมากที่สุด 4) ด้านความปลอดภัยและ

มาตรฐานการติดตั้ง ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.25 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 5) ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.19 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด 4.19 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก สรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะนี้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และความปลอดภัยในการปฏิบัติงานจริง

#### 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังทดลองของนักศึกษาที่ใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

การหาความแตกต่างของการทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นจึงได้ทำการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 ในการมอบหมายให้นักเรียน จำนวน 5 ใบงาน เมื่อทำการปฏิบัติงานตามใบงานเสร็จสิ้น จึงให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำผลของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งสองครั้ง มาวิเคราะห์ผลหาค่าความแตกต่างของคะแนน ซึ่งผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4-4

**ตารางที่ 4-4** ตารางแสดงผลคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ทดสอบใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2

| คนที่ | คะแนนเต็ม 30 คะแนน |                | คนที่ | คะแนนเต็ม 30 คะแนน |                |
|-------|--------------------|----------------|-------|--------------------|----------------|
|       | คะแนนก่อนเรียน     | คะแนนหลังเรียน |       | คะแนนก่อนเรียน     | คะแนนหลังเรียน |
| 1     | 19                 | 24             | 9     | 19                 | 27             |
| 2     | 20                 | 28             | 10    | 17                 | 27             |
| 3     | 19                 | 24             | 11    | 20                 | 27             |
| 4     | 19                 | 30             | 12    | 22                 | 30             |
| 5     | 17                 | 24             | 13    | 22                 | 28             |
| 6     | 18                 | 26             | 14    | 19                 | 27             |

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

| คนที่  | คะแนนเต็ม 30 คะแนน |                | คนที่ | คะแนนเต็ม 30 คะแนน |                |
|--------|--------------------|----------------|-------|--------------------|----------------|
|        | คะแนนก่อนเรียน     | คะแนนหลังเรียน |       | คะแนนก่อนเรียน     | คะแนนหลังเรียน |
| 7      | 16                 | 23             | 15    | 19                 | 26             |
| 8      | 21                 | 28             | 16    | 18                 | 25             |
| รวม    |                    |                |       | 305                | 424            |
| เฉลี่ย |                    |                |       | 19.06              | 26.50          |

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

| การทดสอบกลุ่มตัวอย่าง  | N  | $\sum x$ | $\bar{x}$ | S.D. | df | t      | sig  |
|------------------------|----|----------|-----------|------|----|--------|------|
| คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน | 16 | 305      | 19.06     | 1.69 | 15 | -19.22 | .000 |
| คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน | 16 | 424      | 26.50     | 2.05 |    |        |      |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

จากตารางที่ 4-4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักศึกษาที่ใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 19.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ก่อนเรียน 1.69 คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน เท่ากับ 26.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หลังเรียน 2.05 ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าชุดฝึกทักษะมีผลต่อการพัฒนาความรู้และทักษะของนักศึกษา ค่าระดับนัยสำคัญ ทางสถิติต่ำกว่า .05 ซึ่งหมายความว่า มีความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลัง เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า t-test ที่ได้ -19.22 แสดงว่าคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน สรุปว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดฝึกสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 19.06 และ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 26.50 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการ เรียนรู้และทักษะทางวิชาชีพของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ



## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ของผู้เรียน ก่อนและหลังการเรียน โดยใช้ชุดชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น ประกอบไปด้วยชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบประเมินประสิทธิภาพความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมิน อยู่ในระดับ มาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในรายวิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร จำนวน 16 คน ทำใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.1 สรุปการวิจัย

#### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

#### 5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

#### 5.1 สรุปการวิจัย

5.1.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร ประกอบไปด้วย ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส 1 ชุด ใบเนื้อหา 2 เรื่อง ใบปฏิบัติงาน จำนวน 5 ใบงาน แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งกระบวนการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

5.1.1.1 การวิเคราะห์และออกแบบ ศึกษาความต้องการของผู้เรียนและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา 20104-2005 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และทักษะที่ควรได้รับ โดยใช้กรอบแนวคิด ADDIE Model ในการออกแบบชุดฝึก ให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาทางทฤษฎีและปฏิบัติ เช่น การติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกัน การตรวจสอบและแก้ไขปัญหาทางไฟฟ้า

5.1.1.2 การพัฒนาชุดฝึกโดยประกอบด้วยตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต เบรกเกอร์ลูกย่อย โหลดไฟฟ้าจำลอง ใบเนื้อหา และใบงานรวม 5 ใบ ภายใต้ 2 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ชนิดของเซอร์กิต เบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต และ 2) การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าในอาคาร โดยออกแบบชุดฝึกให้สอดคล้องกับมาตรฐานอาชีวศึกษาและสามารถใช้งานจริงได้

5.1.1.3 กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้คือ นักเรียนระดับ ปวช. 2 จำนวน 16 คน โดยวิธีการสุ่มแบบคลัสเตอร์ จากแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 ทำการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ พร้อมวัดผลด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใบงาน และประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

5.1.1.4 การเก็บข้อมูลจากคะแนนก่อนและหลังเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พร้อมรวบรวมแบบประเมินประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$

5.1.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติ t-test แบบ dependent sample ในการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ จากข้อมูลคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และจากผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ดังต่อไปนี้

1) ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 จาก แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะที่ใช้เกณฑ์  $E_1/E_2 = 80/80$  พบว่า  $E_1$  มีค่าร้อยละ 93.75 หมายถึง นักเรียนร้อยละ 93.75 ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และค่า  $E_2$  มีค่าร้อยละ 88.33 หมายถึง นักเรียนทั้งหมดมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 ซึ่งได้ค่าทั้งสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพสูง

2) ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการเชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนใน ที่เกี่ยวข้อง กับ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำการวัดผลจำนวน 5 ด้าน ดังนี้ สรุปผลการประเมินในแต่ละด้านได้ ดังต่อไปนี้ 1) ด้านเนื้อหาและความ

ถูกต้องทางวิชาการ ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.25 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 2) ด้านความเหมาะสมของรูปแบบชุดฝึก ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 3.92 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 3) ด้านการพัฒนาทักษะการปฏิบัติ ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.50 ซึ่งอยู่ในระดับ มากมากที่สุด 4) ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.25 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก 5) ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ที่ 4.19 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด 4.19 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังทดลองของนักศึกษาที่ใช้ชุดชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 ได้ผลดังนี้ คือ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 19.06 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ที่ 26.50 ค่าความแตกต่างทางสถิติ ( $t\text{-test} = -19.22, sig = 0.000$ ) แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส และการเก็บรวบรวมผลการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส การที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกมีความครบถ้วนในด้านเนื้อหา ความปลอดภัย และการใช้งานจริง สอดคล้องกับหลักการออกแบบการเรียนรู้ตามโมเดล ADDIE และสอดคล้องกับงานของ Heinich et al (2002) ที่ระบุถึงความสำคัญของการออกแบบสื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน (ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง)

5.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพและความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส จากการทดลองใช้ชุดฝึกของนักเรียนจำนวน 16 คน ดังต่อไปนี้ มีค่าร้อยละของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ( $E_1$ ) คิดเป็นร้อยละ 93.75 และนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ( $E_2$ ) คิดเป็นร้อยละ 88.33 เนื่องจาก เกณฑ์ของค่าทั้งสองมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของชุดฝึก โดยเฉพาะด้านกระบวนการเรียนรู้และการฝึกทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ดร.สมชาย ศรีสวัสดิ์ (2022) ที่เน้นการออกแบบกิจกรรมฝึกทักษะในรูปแบบใกล้เคียงสถานการณ์จริง

2) ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ดังต่อไปนี้ 1) ด้านเนื้อหาและความถูกต้อง



ทางวิชาการ ซึ่งอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 4.25 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 2) ด้านความเหมาะสมของรูปแบบชุดฝึก ซึ่งอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 3.92 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 3) ด้านการพัฒนาทักษะการปฏิบัติ ซึ่งอยู่ในระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 4.50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.19 4) ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง ซึ่งอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 4.25 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 5) ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง ซึ่งอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ 4.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด 5 ด้านได้ค่าเฉลี่ยรวม ซึ่งอยู่ในระดับ มาก อยู่ที่ 4.19 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ มาก โดยเฉพาะด้านการพัฒนาทักษะการปฏิบัติที่ได้คะแนนสูงสุด (4.50) สอดคล้องกับแนวคิดของ Heinich et al. (2002) ที่กล่าวถึงการพัฒนาสื่อการสอนที่คำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียนและสถานการณ์การใช้งานจริง รวมถึงงานวิจัยของ พรทิพา แสงทอง (2561) และ นิธิศ คุ่มเดช (2563) ที่ชี้ว่า การฝึกทักษะจากสถานการณ์จำลองที่ปลอดภัยและชัดเจน จะส่งผลต่อความเข้าใจและความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียน

5.2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบก่อนและหลังทดลองของนักศึกษาที่ใช้ชุดชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สามารถอภิปรายได้ดังนี้ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอยู่ที่ 19.06 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ที่ 26.50 ค่าความแตกต่างทางสถิติ ( $t$ -test = -19.22, sig = 0.000) แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่ง แสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกทักษะสามารถช่วยพัฒนาความรู้และทักษะของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดฝึกสามารถเสริมสร้างความรู้และทักษะได้จริง โดยเฉพาะทักษะเชิงปฏิบัติ และยังสนับสนุนแนวคิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ (Experiential Learning) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ต่วนภูษา บุญปุ และชัยสุข (2066) และ พรทิพา แสงทอง (2561)

จากการที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย จากการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะได้จริง และได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในระดับสูง จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอน และสามารถพัฒนาต่อยอดได้

### 5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส พบว่า

5.3.1 ควรจัดทำคู่มือสำหรับครูผู้สอนในการใช้ชุดฝึก เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น สอดคล้องกับชุดฝึกทักษะ ทักษะ เช่น การเรียนวิชาปรับพื้นฐานของช่างไฟฟ้า

5.3.2 สำหรับการวิจัยในอนาคต ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และศึกษาการนำไปใช้ในระดับปวส.



## บรรณานุกรม

- กุลกนก จันทันดี. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการออกแบบของ ADDIE MODEL ร่วมกับการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. กรมพัฒนาฝีมือแรงงานได้กำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติสำหรับ สาขาช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ 1 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินและพัฒนาทักษะ ของช่างไฟฟ้า, กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน,
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน วารสารศิลปการ ศึกษา ศาสตรวิจัย ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2556),
- ณัฐธิดา แสงวิชัย. (2563). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยโมเดล ASSURE เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ ในงานระบบไฟฟ้าภายในอาคาร, วารสารวิชาการและวิจัย, มทร.พระนคร,
- ดร.สมชาย ศรีสวัสดิ์. (2565). การออกแบบกิจกรรมฝึกทักษะในสถานการณ์จริง. เอกสารการ ประชุมวิชาการระดับชาติ
- ถ้วนภูษา บุญปุ และชัยสุข. (2566). ผลของการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติต่อการพัฒนาทักษะวิชาชีพ นักเรียนอาชีวศึกษา. วารสารวิชาการอาชีวศึกษา,
- นิคม ลนขุนทด, เทียงธรรม สิทธิจันทเสน, ปิยะนันท์ สายัณห์ปทุม, สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม, และสุ ชาติ ดุมนิล. (2562). การพัฒนาชุดฝึกการต่อวงจรไฟในเครื่องปรับอากาศ. วารสาร บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- นิติศ คุ่มเดช และ วราภรณ์ ช่างเขียว. (2563) การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยใช้วัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ขั้นตอน. วารสารวิชาการเทคโนโลยีการจัดการ.
- บุญล่อ ประสารศรี. (2559) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองระบบควบคุมในงาน อุตสาหกรรมผลงานวิชาการเพื่อประกอบการเลื่อนวิทยฐานะเชี่ยวชาญ สาขางานไฟฟ้า กำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- ประดิษฐ์ เลิศโพธาวัฒนา. (2560) การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติ วงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i. สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิค นครปฐมวารสารการอาชีวศึกษากลาง.
- พรทิพา แสงทอง. (2561). การพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.



- พนิดา แสงทอง. (2561). **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พิสิฐ ศรีประเสริฐ และคณะ. (2547). **การสร้างใบเนื้อหาเพื่อการเรียนรู้**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พุทธชาติ แผนสมบูรณ์, สิริวัฒน์ ศรีเครือตง และ โกศล จิงเสถียรทรัพย์. (2566) **รูปแบบการจัดการเรียนรู้อาชีพและทักษะอนาคตสำหรับวิทยาลัยอาชีวะและเทคนิคชีวิตวิถีใหม่**. มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.
- ปิยะวัฒน์ ภู่งงษ์. (2565). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb เพื่อพัฒนาทักษะช่างไฟฟ้า**. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม,
- เรืออากาศโทสมพร ปานดำ (2563) **การเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อพัฒนาทักษะของช่างอุตสาหกรรมอาชีวศึกษาไทย ในยุคดิจิทัล**. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (สอศ.) ได้ประกาศใช้ **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567** ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างไฟฟ้า
- สุชาติ นาคบางไทร. (2564). **นวัตกรรมและสื่อการสอนในยุคดิจิทัล**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- สัวัฒน์ ศรีสุวรรณ. (2564). **การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี AR และสื่อแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม,
- อัจฉรา สิริวิริยะกุล. (2564). **การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ในรายวิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ**. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
- อโณทัย พลเยี่ยม (2565) **ผลการพัฒนาทักษะชีวิตละอาชีพในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาครูภาษาอังกฤษ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- อัษฎา วรรณกายนต์, นิคม ลนขุนทด, เทียงธรรม สิทธิจันทเสน, ปิยะนันท์ สายพันธ์ปทุม, สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม, และสุชาติ ดุมนิล. (2562) **การพัฒนาชุดฝึกการต่อวงจรต่อวงจรไฟในเครื่องปรับอากาศ**. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

โอภาส รักษาบุญ และชัยพล ธงชัยสุรศักดิ์กุล. (2556). การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ชุดประลอง และรูปแบบการให้การฝึกอบรมเรื่องการออกแบบตัวควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (2002). Instructional Media and Technologies for Learning (7th ed.). Prentice Hall.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2553) เทคโนโลยีการสอน การออกแบบและการพัฒนา. กรุงเทพฯ : โอ เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์.





ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
- บันทึกข้อความขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ



### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ เย็นศิริ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควี หะยะมิน  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. อาจารย์พศวัต แก้วทิพย์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



## บันทึกข้อความขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า โทร. 3302

ที่ คพ 98/2568

วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ

เรียน

ด้วย นายทองศักดิ์ ศรีพล รหัสประจำตัว 66-020258-5601-0 นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทดลองอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ 2" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤชดา ศรีจันทร์พियม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ในการนี้ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า จึงมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการรับรองค้นคว้าอิสระ ในการประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ในเรื่องดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

*ภพ ภูมิ*

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานี น้อยยิ่ง)  
รักษาการแทนหัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า



**ภาคผนวก ข**

- ตารางผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนความสอดคล้องของกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า  
ภายในอาคาร 1 เฟส
- ตารางผลคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดฝึกทักษะการต่อ  
อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส
- ตารางผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดฝึก  
ทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส



**ตารางที่ ข-1** ตารางผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนความสอดคล้องของกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายใน

| วัตถุประสงค์<br>เชิง<br>พฤติกรรมข้อ<br>ที่ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | คะแนนความคิดเห็น<br>ของผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวมผล<br>คะแนน | ค่า IOC | ความ<br>คิดเห็น |
|--------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|----|----|----------------|---------|-----------------|
|                                            |                    | 1                                   | 2  | 3  |                |         |                 |
| 1.4                                        | 1                  | +1                                  | +1 | 0  | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.3                                        | 2                  | +1                                  | +1 | 0  | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.4                                        | 3                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.1                                        | 4                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.4                                        | 5                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.1                                        | 6                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.3                                        | 7                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.1                                        | 8                  | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.2                                        | 9                  | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.2                                        | 10                 | +1                                  | +1 | 0  | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.1                                        | 11                 | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.2                                        | 12                 | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.2                                        | 13                 | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.4                                        | 14                 | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.4                                        | 15                 | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.2                                        | 16                 | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.3                                        | 17                 | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.1                                        | 18                 | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.4                                        | 19                 | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.3                                        | 20                 | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |

อาคาร 1 เฟส เรื่องชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต จำนวน 20 ข้อ

ตารางที่ ข-2 ตารางผลการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนความสอดคล้องของกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของการพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายใน  
อาคาร 1 เฟส เรื่องการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ

| วัตถุประสงค์<br>เชิงพฤติกรรม<br>ข้อที่ | แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | คะแนนความคิดเห็น<br>ของผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวมผล<br>คะแนน | ค่า IOC | ความ<br>คิดเห็น |
|----------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|----|----|----------------|---------|-----------------|
|                                        |                    | 1                                   | 2  | 3  |                |         |                 |
| 1.2                                    | 1                  | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.1                                    | 2                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.1                                    | 3                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.3                                    | 4                  | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.3                                    | 5                  | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.2                                    | 6                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.3                                    | 7                  | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.2                                    | 8                  | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |
| 1.1                                    | 9                  | 0                                   | +1 | +1 | 2              | 0.67    | ผ่าน            |
| 1.1                                    | 10                 | +1                                  | +1 | +1 | 3              | 1       | ผ่าน            |

ตารางที่ ข-3 ตารางผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้  
ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

| การทดสอบกลุ่มตัวอย่าง  | N  | $\sum x$ | $\bar{x}$ | S.D. | df | t      | sig  |
|------------------------|----|----------|-----------|------|----|--------|------|
| คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน | 16 | 305      | 19.06     | 1.69 | 15 | -19.22 | .000 |
| คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน | 16 | 424      | 26.50     | 2.05 |    |        |      |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

Paired Samples Statistics

|                | Mean  | N  | Std. Deviation | Std. Error<br>Mean |
|----------------|-------|----|----------------|--------------------|
| Pair 1 Pretest | 19.06 | 16 | 1.692          | .423               |
| Posttest       | 26.50 | 16 | 2.098          | .524               |

Paired Samples Test

|        |                   | Paired Differences |                |                    |                                              | t      | df      | Sig. (2-tailed) |       |
|--------|-------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------------------------------------|--------|---------|-----------------|-------|
|        |                   | Mean               | Std. Deviation | Std. Error<br>Mean | 95% Confidence Interval of the<br>Difference |        |         |                 |       |
|        |                   |                    |                |                    | Lower                                        |        |         |                 | Upper |
| Pair 1 | Pretest- Posttest | -7.438             | 1.548          | .387               | -8.262                                       | -6.613 | -19.220 | 15              | .000  |



ภาคผนวก ค

- แบบประเมินความตรง (IOC) ของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้ (แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินที่คุณภาพชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส โดยผู้เชี่ยวชาญ





**แบบประเมินความตรง (IOC) ของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้  
(ก่อนเรียนและหลังเรียน)**

**เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส  
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

**คำชี้แจง :** แบบประเมินความตรง (IOC) ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส โดยผู้เชี่ยวชาญ จัดทำเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยขอความกรุณาท่านผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบวัด ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่มีระดับความเห็นของท่านว่าข้อความมีความสอดคล้องหรือถูกต้องเพียงใด

**เรื่องชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต**

| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                          | ระดับการวัด    | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม                                              | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                                         |                |                                                                     | +1          | 0 | -1 |            |
| 1   | ข้อใดคือหน้าที่หลักของเซอร์กิตเบรกเกอร์<br>ก. ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน<br>ข. ควบคุมแรงดันไฟฟ้า<br>ค. เพิ่มกำลังไฟฟ้า<br>ง. แปลงแรงดันไฟฟ้า | ความรู้/ความจำ | บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง |             |   |    |            |

| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                           | ระดับ<br>การวัด    | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                          | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                                          |                    |                                                                     | +1          | 0 | -1 |            |
| 2   | เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในบ้านพักอาศัยเป็นส่วนใหญ่เป็นชนิดใด<br>ก. ACB                      ข. MCCB<br>ค. MCB                      ง. VCB | ความรู้/<br>ความจำ | บอกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง                          |             |   |    |            |
| 3   | อุปกรณ์ชนิดใดทำหน้าที่ป้องกันไฟรั่ว<br>ก. ฟิวส์<br>ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์<br>ค. หม้อแปลง<br>ง. เครื่องตัดไฟรั่ว                            | ความรู้/<br>ความจำ | บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง |             |   |    |            |
| 4   | ข้อใดคือมาตรฐานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในที่พักอาศัย<br>ก. IEC 60947-2<br>ข. IEC 60898<br>ค. IEC 61000<br>ง. IEC 60076                 | ความรู้/<br>ความจำ | บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง |             |   |    |            |
| 5   | อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าลัดวงจร<br>ก. เซอร์กิตเบรกเกอร์<br>ข. ฟิวส์<br>ค. เครื่องตัดไฟรั่ว<br>ง. หม้อแปลง              | ความรู้/<br>ความจำ | บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง |             |   |    |            |

| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                                                         | ระดับ<br>การวัด    | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                           | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                                                                      | +1          | 0 | -1 |            |
| 6   | ข้อใดบอกความหมายของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้องที่สุด<br>ก. สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ<br>ข. ทำหน้าที่ปลดวงจรเมื่อเกิดสภาวะวงจรผิดปกติ<br>ค. อุปกรณ์สวิตซ์ทำหน้าที่สับวงจรในสภาวะวงจรปกติ<br>ง. อุปกรณ์สวิตซ์ที่นำกระแสและสับ-ปลดวงจรตามพิกัดได้โดยปลอดภัย | ความรู้/<br>ความจำ | อธิบายหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้า |             |   |    |            |
| 7   | อุปกรณ์ใดใช้ป้องกันกระแสเกินในวงจรไฟฟ้า<br>ก. ฟิวส์<br>ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์<br>ค. เครื่องตัดไฟรั่ว<br>ง. หม้อแปลง                                                                                                                                      | ความรู้/<br>ความจำ | บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตซ์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง  |             |   |    |            |
| 8   | เมื่อต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ควรติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดใดสำหรับป้องกันไฟฟ้าดูด<br>ก. RCCB                      ข. MCCB<br>ค. MCB                      ง. ACB                                                                                   | ความเข้าใจ         | อธิบายหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้า |             |   |    |            |



| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                           | ระดับ<br>การวัด    | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                                                  | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                          |                    |                                                                                             | +1          | 0 | -1 |            |
| 9   | อุปกรณ์ใดใช้สำหรับตัด/<br>ป้องกันไฟรั่วไฟดูดอัตโนมัติ<br>ก. MCB                      ข. RCD<br>ค. MCCB                  ง. ACB                                                                                           | ความรู้/<br>ความจำ | อธิบาย<br>หลักเกณฑ์ใน<br>การเลือกใช้<br>เซอร์กิตเบรก<br>เกอร์ให้<br>เหมาะสมกับ<br>โหลดไฟฟ้า |             |   |    |            |
| 10  | ข้อใดคือมาตรฐานของเครื่อง<br>ตัดไฟรั่ว<br>ก. IEC 60947-2<br>ข. IEC 60898<br>ค. IEC 61000<br>ง. IEC 60755                                                                                                                 | ความรู้/<br>ความจำ | บอกการทำงานของ<br>เครื่อง<br>ป้องกันกระแส<br>เกินและสวิตช์<br>ตัดตอนได้อย่าง<br>ถูกต้อง     |             |   |    |            |
| 11  | ข้อใดคือคุณสมบัติของเครื่อง<br>ตัดไฟรั่วที่ดี<br>ก. ตัดวงจรเมื่อกระแสเกิน<br>เท่านั้น<br>ข. ตัดวงจรเมื่อแรงดันเกิน<br>เท่านั้น<br>ค. ตัดวงจรเมื่อกระแสรั่วเกิน<br>ค่าที่กำหนด<br>ง. ตัดวงจรเมื่ออุณหภูมิเกิน<br>เท่านั้น | ความ<br>เข้าใจ     | อธิบาย<br>หลักเกณฑ์ใน<br>การเลือกใช้<br>เซอร์กิตเบรก<br>เกอร์ให้<br>เหมาะสมกับ<br>โหลดไฟฟ้า |             |   |    |            |

| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                         | ระดับ<br>การวัด    | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                          | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอ<br>แนะ |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|----------------|
|     |                                                                                                                                                                                        |                    |                                                                     | +1          | 0 | -1 |                |
| 12  | ข้อใดคือประเภทของฟิวส์ที่ใช้ในบ้านพักอาศัย<br>ก. ฟิวส์แรงดันสูง<br>ข. <b>ฟิวส์เส้น</b><br>ค. คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบ HRC Fuse<br>ง. ฟิวส์ใบมีด                                              | ความรู้/<br>ความจำ | บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง |             |   |    |                |
| 13  | ข้อใดคือหน้าที่ของฟิวส์<br>ก. <b>ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน</b><br>ข. ควบคุมแรงดันไฟฟ้า<br>ค. เพิ่มกำลังไฟฟ้า<br>ง. แปลงแรงดันไฟฟ้า                                                         | ความ<br>เข้าใจ     | บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง |             |   |    |                |
| 14  | ข้อใดคือคุณสมบัติของฟิวส์ที่ดี<br>ก. ทำจากวัสดุที่ผุกร่อนง่าย<br>ข. พิกัดกระแสสูงกว่าชั่วรับฟิวส์<br>ค. <b>ป้องกันการผุกร่อน</b><br>ง. ไม่มีเครื่องหมายแสดงพิกัด                       | ความ<br>เข้าใจ     | บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง |             |   |    |                |
| 15  | ข้อใดคือคุณสมบัติของเซฟตี้สวิตช์ที่ดี<br>ก. ก่อสร้างจากวัสดุที่ติดไฟง่าย<br>ข. ไม่มีสลักป้องกันการเปิดฝากล่อง<br>ค. <b>มีหูสำหรับใส่กุญแจป้องกันการสับสวิตช์</b><br>ง. ไม่มีฟิวส์ในตัว | ความ<br>เข้าใจ     | อธิบายหลักการในการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้า   |             |   |    |                |

| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ระดับ<br>การวัด | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                                        | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                                                                                   | +1          | 0 | -1 |            |
| 16  | <p>ข้อใดเป็นมาตรฐานของฟิวส์ตามข้อกำหนดของมาตรฐานวสท.</p> <p>ก. ฟิวส์ทำจากวัสดุที่หลอมละลายง่าย เพื่อตัดวงจรโดยเร็วขณะเกิดลัดวงจร</p> <p>ข. กระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าของขั้วรับฟิวส์ แสดงพิกัดแรงดันและกระแสให้เห็น</p> <p>ค. ฟิวส์กับขั้วรับฟิวส์ใช้โลหะชนิดเดียวกัน และป้องกันการฝุ่กร่อน</p> <p>ง. ฟิวส์ทำจากวัสดุที่หลอมละลายได้ยาก</p> | ความเข้าใจ      | อธิบายมาตรฐานและหลักการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอน             |             |   |    |            |
| 17  | <p>ข้อใดคือหลักการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า</p> <p>ก. เลือกใช้ขนาดเล็กกว่าโหลด</p> <p>ข. เลือกใช้ขนาดใหญ่กว่าโหลด 2 เท่า</p> <p>ค. เลือกใช้ขนาดเท่ากับโหลด</p> <p>ง. เลือกใช้ขนาดตามความเหมาะสมของโหลด</p>                                                                                                                        | การนำไปใช้      | อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง |             |   |    |            |



| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ระดับ<br>การวัด    | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                                                            | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                                                                                                       | +1          | 0 | -1 |            |
| 18  | ข้อใดคือประเภทของแผงย่อย<br>ก. โหลดเซ็นเตอร์<br>ข. คอนซูมเมอร์ยูนิต<br>ค. ทั้ง ก และ ข<br>ง. ไม่มีข้อใดถูก                                                                                                                                                                                                                                               | ความรู้/<br>ความจำ | อธิบายโครงสร้าง<br>และหน้าที่ของ<br>อุปกรณ์ป้องกัน<br>ไฟฟ้าตู้คอนซูม<br>เมอร์ยูนิตได้อย่าง<br>ถูกต้อง |             |   |    |            |
| 19  | ข้อใดอธิบายลักษณะของคอนซู<br>เมอร์ยูนิตได้ถูกต้องที่สุด<br>ก. ศูนย์กลางโหลดใช้ควบคุม<br>การจ่ายไฟของบ้านขนาด<br>ใหญ่ อาคารพาณิชย์<br>โรงงานอุตสาหกรรม<br>ข. แผงย่อยสำหรับควบคุม<br>การจ่ายไฟในระบบ 3 เฟส<br>4 สาย<br>ค. แผงย่อยสำหรับควบคุม<br>การจ่ายไฟในระบบ 1 เฟส<br>2 สาย<br>ง. แผงย่อยสำหรับควบคุม<br>การจ่ายไฟในระบบ 1 เฟส<br>2 สายและ 3 เฟส 4 สาย | ความ<br>เข้าใจ     | อธิบายโครงสร้าง<br>และหน้าที่ของ<br>อุปกรณ์ป้องกัน<br>ไฟฟ้าตู้คอนซูม<br>เมอร์ยูนิตได้อย่าง<br>ถูกต้อง |             |   |    |            |
| 20  | ก่อนการซ่อมแซมหรือตรวจสอบ<br>ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ควร<br>ดำเนินการใดก่อน<br>ก. ตรวจสอบแรงดันไฟ<br>ข. ถอดฝาครอบตู้ทันที<br>ค. ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเพื่อ<br>ความปลอดภัย<br>ง. ปิดเบรกเกอร์หลัก                                                                                                                                                               | การ<br>นำไปใช้     | ติดตั้งและเดินสาย<br>ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ได้ถูกต้องตาม<br>มาตรฐานการ<br>ติดตั้งทางไฟฟ้า               |             |   |    |            |

| เรื่อง การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า |                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                                                                                                                      |             |   |    |            |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
| ข้อ                                                    | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                                                              | ระดับการวัด | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม                                                                                               | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                             |             |                                                                                                                      | +1          | 0 | -1 |            |
| 1                                                      | <p>หากพบว่ามี การตัดไฟบ่อยในบ้านโดยที่เบรกเกอร์ทำงานปกติ ควรทำอย่างไร</p> <p>ก. ตรวจสอบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเกินกำลังหรือไม่</p> <p>ข. เปลี่ยนตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตใหม่</p> <p>ค. เพิ่มฟิวส์เพื่อให้รองรับกระแสได้มากขึ้น</p> <p>ง. เดินสายไฟใหม่ทั้งหมดในบ้าน</p> | ความเข้าใจ  | ตรวจสอบและวิเคราะห์แก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าให้เหมาะสม                  |             |   |    |            |
| 2                                                      | <p>หากพบว่าหลอดไฟในบ้าน กระพริบบ่อย ๆ อาจเกิดจากสาเหตุใด</p> <p>ก. หลอดไฟหมดอายุการใช้งาน</p> <p>ข. มีปัญหาที่ระบบแรงดันไฟฟ้า</p> <p>ค. สายไฟหลวมที่ขั้วต่อของหลอดไฟ</p> <p>ง. วงจรไฟฟ้าในบ้านมีโหลดเกินกำลัง</p>                                           | ความเข้าใจ  | อธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต การตรวจสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร |             |   |    |            |

| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ระดับ<br>การวัด | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                                                                           | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                                                                                      | +1          | 0 | -1 |            |
| 3   | <p>ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวิธีการเดินสายไฟฟ้าที่ถูกต้อง</p> <p>ก. ตรวจสอบการเดินสายไฟฟ้าว่าตามมาตรฐานสายชนิดNYY เดินเกาะผนัง</p> <p>ข. ตรวจสอบการเดินสายไฟฟ้าว่าสายชนิด IEC 01 (THW) เดินเกาะผนัง</p> <p>ค. ตรวจสอบข้อกำหนดที่ใช้และห้ามใช้ตามมาตรฐานของสายแต่ละชนิด</p> <p>ง. ตรวจสอบการเดินสายไฟฟ้าว่า สายชนิด VAF-G เดินร้อยท่อ</p> | การนำไปใช้      | อธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต การตรวจสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร |             |   |    |            |
| 4   | <p>ข้อใดไม่ใช่การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของการใช้งานของสายไฟฟ้า</p> <p>ก. ร่องรอยฉนวนชำรุดหรือไม่</p> <p>ข. มีร่องรอยหนูแทะสายหรือไม่</p> <p>ค. สายไฟที่ใช้เหมาะสมกับฟิวส์หรือโหลดหรือไม่</p> <p>ง. ยึดสายด้วยเข็มขัดรัดสายแบบผนังหรือไม่</p>                                                                                                         | การนำไปใช้      | อธิบายขั้นตอนและบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าด้วยความปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง                                       |             |   |    |            |



| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ระดับ<br>การวัด | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                                                         | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอ<br>แนะ |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|----------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                                                                                                    | +1          | 0 | -1 |                |
| 5   | <p>ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบสายดินได้ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. ตรวจสอบติดตั้งหลักดินขนาดสายต่อหลักดิน วิธีต่อสาย และตรวจวัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน</p> <p>ข. ตรวจสอบวิธีเชื่อมต่อสายด้วยความร้อนหรือไม่</p> <p>ค. ตรวจวัดค่าความต้านทานการต่อลงดินที่จุดทดสอบสายดิน</p> <p>ง. ตรวจสอบสายต่อหลักดินที่ใช้เหมาะสมกับฟิวส์ของเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์หรือไม่</p> | การนำไปใช้      | ตรวจสอบและวิเคราะห์แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าให้เหมาะสม |             |   |    |                |
| 6   | <p>ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้าแสงสว่างได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ตรวจสอบสายเส้นไฟต้องต่อ เข้าขั้วที่เป็นชนิดเกลียวหรือขั้วชนิดไขว</p> <p>ข. ตรวจสอบการต่อขั้วรับหลอดสำหรับหลอดเผาไส้ และการต่อสายของสวิตช์</p> <p>ค. ตรวจสอบสายนิวทรัลต้องต่อเข้าปลั๊กสตั๊ก่อนเข้าขั้ว</p> <p>ง. ตรวจสอบว่าใช้หลอดชนิดประหยัดพลังงานหรือไม่</p>                              | การนำไปใช้      | อธิบายขั้นตอนและบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าด้วยความปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง                     |             |   |    |                |

| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ระดับ<br>การวัด   | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                                                                 | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอ<br>แนะ |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|----------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                                                                                                            | +1          | 0 | -1 |                |
| 7   | <p>ข้อใดเป็นปัจจัยที่บ่งบอกว่าเบรกเกอร์อาจมีปัญหาและต้องเปลี่ยนใหม่</p> <p>ก. เบรกเกอร์ทำงานตัดวงจรโดยไม่มีสาเหตุชัดเจน</p> <p>ข. เบรกเกอร์ร้อนผิดปกติหรือมีรอยไหม้</p> <p>ค. เบรกเกอร์ไม่สามารถเปิดหรือปิดได้ตามปกติ</p> <p>ง. เบรกเกอร์มีเสียงดังคล้ายประกายไฟเมื่อใช้งาน</p>                                                                                                                                        | <p>ความเข้าใจ</p> | <p>ตรวจสอบและวิเคราะห์แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า รวมถึง การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าให้เหมาะสม</p> |             |   |    |                |
| 8   | <p>ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้ากำลังได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ตรวจสอบวงจรไฟฟ้ากำลังว่าเป็นจุดจ่ายไฟหรือไม่</p> <p>ข. กำหนดขั้วสายเส้นไฟ สายนิวทรัลและสายดิน เวียนตามเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากด้านหน้า</p> <p>ค. เติร์บต้องเข้าถึงเพื่อการใช้งานได้ปกติแรงดันและกระแสเหมาะสมหรือไม่ต่อสายไฟตามขั้วหรือไม่</p> <p>ง. ขั้วที่กำหนดทั้งสายเส้นไฟ สายดินและสายนิวทรัล เวียนทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากด้านหน้า</p> | <p>การนำไปใช้</p> | <p>อธิบายขั้นตอนและบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าด้วยความปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง</p>                      |             |   |    |                |

| ข้อ | แบบทดสอบ/คำถาม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ระดับ<br>การวัด | จุดประสงค์เชิง<br>พฤติกรรม                                                                                           | ความคิดเห็น |   |    | ข้อเสนอแนะ |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                                                                                                                      | +1          | 0 | -1 |            |
| 9   | ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไข<br>ข้อบกพร่องของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง<br>ก. เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ต้องเป็นชนิด 1 ขั้ว (Pole)<br>ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ต้องเป็นชนิด 2 ขั้ว (Pole)<br>ค. เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีขนาดไม่เกินพิกัดทนกระแสของสายไฟฟ้าในวงจรย่อยนั้น<br>ง. เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ต้องมีพิกัด 1.25 เท่าของพิกัดทนกระแสของสายไฟฟ้าในวงจรย่อยนั้น | ความเข้าใจ      | บอกความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต การตรวจสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร    |             |   |    |            |
| 10  | การตรวจเช็คความผิดปกติของเซอร์กิตเบรกเกอร์ภายในตู้ควบคุม<br>ก. เปลี่ยนเมนเบรกเกอร์<br>ข. ตรวจสอบและแก้ไขสายดิน<br>ค. เพิ่มขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ลูกย่อย<br>ง. ติดตั้งเครื่องสำรองไฟ                                                                                                                                                                               | การนำไปใช้      | อธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต การตรวจสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร |             |   |    |            |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน



## แบบประเมิน

การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร รหัสวิชา 20104-2005 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา คำชี้แจง แบบประเมินที่สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพ ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบบประเมินมี 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 สถานภาพผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ประเมิน

ตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

### ตอนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับสถานภาพผู้ประเมิน

กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ในวงเล็บหน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. คุณวุฒิ ☐ ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า ☐ ปริญญาโท  
☐ ปริญญาเอก ☐ อื่นๆ  
 .....
3. ประสบการณ์ด้านการสอน ☐ ต่ำกว่า 3 ปี ☐ 3-5 ปี  
☐ 6-10 ปี ☐ มากกว่า 10 ปี
4. งานหรือหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ☐ สอนวิชาอุตสาหกรรม แผนก.....  
☐ สอนวิชาพาณิชยกรรม แผนก.....  
☐ สอนวิชาสามัญ หมวดวิชา.....

### ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ประเมิน

กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างตามลำดับคะแนน ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ แต่ระดับมีความหมาย ดังนี้

|                 |                     |          |
|-----------------|---------------------|----------|
| ระดับ 5 หมายถึง | ผลการประเมินในระดับ | ดีมาก    |
| ระดับ 4 หมายถึง | ผลการประเมินในระดับ | ดี       |
| ระดับ 3 หมายถึง | ผลการประเมินในระดับ | ปานกลาง  |
| ระดับ 2 หมายถึง | ผลการประเมินในระดับ | พอใช้    |
| ระดับ 1 หมายถึง | ผลการประเมินในระดับ | ปรับปรุง |

| รายการประเมิน                                | คะแนน |   |   |   |   | คะแนน<br>ที่ได้ |
|----------------------------------------------|-------|---|---|---|---|-----------------|
|                                              | 5     | 4 | 3 | 2 | 1 |                 |
| 1. ด้านเนื้อหาและความถูกต้องทางวิชาการ       |       |   |   |   |   |                 |
| 1.1 ความครบถ้วนของเนื้อหา                    |       |   |   |   |   |                 |
| 1.2 ความถูกต้องทางวิชาการ                    |       |   |   |   |   |                 |
| 1.3 ความเป็นปัจจุบันของเนื้อหา               |       |   |   |   |   |                 |
| 1.4 ความสอดคล้องกับหลักสูตร                  |       |   |   |   |   |                 |
| 2. ด้านความเหมาะสมของรูปแบบชุดฝึก            |       |   |   |   |   |                 |
| 2.1 การจัดลำดับเนื้อหา                       |       |   |   |   |   |                 |
| 2.2 ความชัดเจนของขั้นตอนการฝึก               |       |   |   |   |   |                 |
| 2.3 ความสอดคล้องกับการปฏิบัติจริง            |       |   |   |   |   |                 |
| 2.4 การใช้ภาษาสื่อสาร                        |       |   |   |   |   |                 |
| 3. ด้านการพัฒนาทักษะการปฏิบัติ               |       |   |   |   |   |                 |
| 3.1 การฝึกปฏิบัติจริง                        |       |   |   |   |   |                 |
| 3.2 ความถูกต้องของวิธีการฝึก                 |       |   |   |   |   |                 |
| 3.3 การส่งเสริมให้เกิดทักษะ                  |       |   |   |   |   |                 |
| 3.4 การวัดผลหลังฝึกปฏิบัติ                   |       |   |   |   |   |                 |
| 4. ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง       |       |   |   |   |   |                 |
| 4.1 การคำนึงถึงความปลอดภัย                   |       |   |   |   |   |                 |
| 4.2 การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ               |       |   |   |   |   |                 |
| 4.3 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า                |       |   |   |   |   |                 |
| 4.4 ความสอดคล้องกับมาตรฐานการติดตั้ง         |       |   |   |   |   |                 |
| 5. ด้านความปลอดภัยและมาตรฐานการติดตั้ง       |       |   |   |   |   |                 |
| 5.1 ความเหมาะสมของเนื้อหาต่อกับกลุ่มเป้าหมาย |       |   |   |   |   |                 |
| 5.2 ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้                |       |   |   |   |   |                 |
| 5.3 ความคุ้มค่าของชุดฝึก                     |       |   |   |   |   |                 |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้ประเมิน .....

ลงชื่อ.....  
(.....)



ภาคผนวก ง

- ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินให้คะแนนใบงาน เรื่องชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต
- ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินให้คะแนนใบงาน เรื่องการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า





ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินให้คะแนนใบงาน  
เรื่องชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

### หัวข้อเรื่อง

- ชนิดและมาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอน
- อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า
- การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า
- แผงย่อย (Panelboard) และการต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต
- สรุปสาระสำคัญ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

- บอกชนิดและมาตรฐานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอน
- เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม
- ต่อวงจรไฟฟ้าในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้ถูกต้องและปลอดภัย
- เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างเหมาะสม

### วัตถุประสงค์

#### ด้านความรู้

- อธิบายชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง
- บอกการทำงานของเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนได้อย่างถูกต้อง
- อธิบายหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้า
- อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง

#### ด้านทักษะ

- ติดตั้งและเดินสายตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ได้ถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า
- อ่านและวิเคราะห์ แบบแปลนการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตและเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง
- เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับวงจรและโหลดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                   |  |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |
| <p>4. ตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต รวมถึงอุปกรณ์ภายใน ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย</p> <p>5. ทดสอบการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และสามารถแก้ไขปัญหาพื้นฐานเกี่ยวกับตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> <p><b>ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง</b></p> <p>1. ปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า อย่างเคร่งครัด</p> <p>2. ทำงานอย่างมีความรับผิดชอบ ต่อการติดตั้งและตรวจสอบระบบไฟฟ้า</p> <p>3. ปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี มีการแบ่งหน้าที่และช่วยเหลือกันในระหว่างการทำงานติดตั้ง</p> <p>4. ซื่อสัตย์และมีจรรยาบรรณวิชาชีพ ไม่ละเลยข้อกำหนดด้านความปลอดภัยและไม่ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน</p> <p>5. มีความละเอียดรอบคอบและมีวินัย ในการตรวจสอบความถูกต้องของวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> <p><b>เนื้อหาสาระ</b></p> <p><b>1. มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตซ์ตัดตอน</b></p> <p>มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตซ์ตัดตอนเกี่ยวข้องกับมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 (EIT Standard 2001-56) หรือมาตรฐาน วสท. ดังนี้</p> <p>1.1 ตัวฟิวส์และขั้วรับฟิวส์</p> <p>ตัวฟิวส์และขั้วรับฟิวส์เป็นไปตาม มอก. 506-2527 และ มอก. 507-2527</p> <p>1.2 สวิตซ์ที่ทำงานด้วยมือ</p> <p>สวิตซ์ที่ทำงานด้วยมือเป็นไปตาม มอก. 824-2531</p> <p>1.3 สวิตซ์ใบมีด</p> <p>สวิตซ์ใบมีดเป็นไปตาม มอก. 706-2530</p> <p>1.4 อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เช่น UL, BS, DIN, JIS และ IEC</p> |                                                                   |  |                                                                                     |



|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

1.5 ฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ (Fuse and Fuse Holder)

พิกัดกระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าของขั้วรับฟิวส์ ทำจากวัสดุที่เหมาะสม มีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการผุกร่อน (Corrosion)

1.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

1. ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำได้โดยวิธีอื่นก็ตาม และต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด

2. ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลา โดยในขณะใช้งานกระทำเฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

3. ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวร หลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกันหรือฝาครอบ

4. เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐาน ดังนี้

(1) เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกัน ขนาดไม่เกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898

(2) เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อื่น ๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2 หรือ IEC 60898

1.7 เซฟตี้สวิตช์ (Safety Switch)

เซฟตี้สวิตช์ต้องปลดหรือสับวงจรได้พร้อมกันทุก ๆ ตัวนำเส้นไฟ และต้องประกอบด้วยฟิวส์ตามข้อ 7.1.5 รวมอยู่ในกล่องเดียวกันและจะเปิดฝาได้ต่อเมื่อได้ปลดวงจรแล้ว

1.8 เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device หรือ RCD)

เครื่องตัดไฟรั่วที่ใช้ลดอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูดสำหรับแรงดันไม่เกิน 440 โวลต์ สำหรับบ้านอยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกันต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60755, IEC 61008, IEC 61009, IEC 61543 มีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องตัดไฟรั่วควรมีค่ากระแสรั่วที่กำหนด (Rated Residual Operating Current, I ) ไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ และช่วงระยะเวลาในการตัด (Break time หรือ Operating Time) ไม่เกิน 0.04 วินาที

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

2. เครื่องตัดไฟรั่วต้องเป็นชนิดที่ปลดสายไฟเส้นที่มีไฟทุกเส้นออกจากวงจรรวมทั้งสายนิวทรัล (Neutral) ยกเว้นว่าสายนิวทรัลนั้นจะแน่ใจได้ว่าปลอดภัยและมีแรงดันเท่ากับดิน

3. ห้ามต่อวงจรลัดคร่อมผ่าน (By pass) อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน

## 2. อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า

อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันสายไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า อันเนื่องจากกระแสเกิน กระแสรั่วหรือกระแสลัดวงจร ดังนี้

### 2.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์มีหลายแบบ ทั้งขนาดเล็กที่ใช้สำหรับวงจรที่มีกระแสไฟฟ้าต่ำหรือพวกเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน จนถึงสวิตช์ขนาดใหญ่สำหรับวงจรไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายไฟให้ตัวเมือง ถ้าแบ่งตามพิกัดแรงดันจะแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Low Voltage)
2. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Medium Voltage)
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าสูง (High Voltage)

ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้กันทั่วไปในบ้านพักอาศัยหรือในเชิงพาณิชย์อุตสาหกรรม เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Low Voltage Circuit Breakers) เป็นเบรกเกอร์ที่มีแรงดันน้อยกว่า 1,000 V AC นิยมติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ตู้ DB หรือตู้โวลต์เซ็นเตอร์และมักจะติดตั้งในตู้ที่เปิดออกได้เพื่อถอดและเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ออก ทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ๆ คือ MCB, RCD, MCCB และ ACB แต่ละประเภทจะแตกต่างกันทั้งในด้านการออกแบบ ขนาด รูปร่าง เพื่อให้เข้ากับลักษณะการใช้งานที่หลากหลาย เช่น

1. MCB (Miniature Circuit Breakers) หรือที่เรียกกันว่าเบรกเกอร์ลูกย่อยหรือลูกสกิต เป็นเบรกเกอร์ขนาดเล็ก สำหรับใช้ในบ้านพักอาศัยหรืออาคารที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 100A มีทั้งขนาด 1, 2, 3 และ 4 Pole ใช้ได้กับระบบกระแสไฟฟ้าทั้งแบบ 1 เฟสและ 3 เฟส การติดตั้งมี 2 แบบที่นิยมคือ **Plug-on** ที่สามารถติดตั้งได้ง่ายเพียงดันตัวเบรกเกอร์เข้ากรอบที่เตรียมไว้ และแบบ **Din-rail** ที่ต้องใช้เครื่องมือช่างในการประกอบ ใช้ติดตั้งเป็นอุปกรณ์ป้องกันร่วมกับแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย (Load center) หรือแผงจ่ายไฟฟ้าในห้องพักอาศัย (Consumer unit)

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |



MCB เบรกเกอร์ลุ่มย่อย 1 เฟสและ 3 เฟส

2. RCDs (Residual Current Devices) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตัด/ป้องกันกันไฟรั่วไฟดูดอัตโนมัติตามพิกัดที่กำหนดไว้ ก่อนติดตั้งเครื่องต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่าได้เดินสายดินหรือสายกราวด์เรียบร้อยแล้ว RCD มีอุปกรณ์อยู่หลัก ๆ 2 ตัวคือ

1) RCCB (Residual Current Circuit Breaker) ทำหน้าที่ป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด แต่ไม่สามารถตัดกระแสลัดวงจรได้ จะใช้คู่กับ MCB, MCCB

2) RCBO (Residual Current Circuit Breaker with Overcurrent Protection) จะตัดวงจรเมื่อเกิดไฟรั่ว ไฟดูด รวมถึงป้องกันกระแสเกินและกระแสลัดวงจรด้วย เปรียบเสมือนการนำเมนเบรกเกอร์ กับ RCCB มารวมเข้าด้วยกัน



RCCB, RCBO 2Pole และ RCBO 1Pole

3. MCCB (Molded Case Circuit Breakers) คือเบรกเกอร์ที่ใช้เป็นสวิตช์เปิด-ปิด วงจรไฟฟ้า รวมถึงตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อมีไฟรั่วหรือลัดวงจร ใช้กับกระแสไฟตั้งแต่ 100-2,300A แรงดันไม่เกิน1,000โวลต์ นิยมติดตั้งในตู้ไฟฟ้า (Local panel) สำหรับอาคารขนาดใหญ่หรือโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถทนกระแสลัดวงจรหรือค่า kA



|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |



MCCB (Molded Case Circuit Breakers)

4. ACB (Air Circuit Breakers) เป็นเบรกเกอร์ขนาดใหญ่ที่สุดในกลุ่ม Low Voltage ทนกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดถึง 6,300A นิยมใช้งานเป็นเมนเบรกเกอร์ในโรงงานกับงานแรงดันสูง (HVAC) ติดตั้งในตู้ MDB ต้องการการดูแลอย่างต่อเนื่อง สามารถเพิ่มอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ ต่างจาก MCCB ที่เพิ่มอุปกรณ์ไม่ได้



ACB (Air Circuit Breakers)

<https://bgrimmtrading.com/types-of-circuit-breakers/>

เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker: CB) หรือสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ หรือเบรกเกอร์ หมายถึง อุปกรณ์สวิตช์ซึ่งมีคุณสมบัติในสภาวะปกติสามารถนำกระแสและสับ-ปลดวงจรตามพิกัดได้โดยปลอดภัยและในสภาวะวงจรผิดปกติ

1. พิกัดที่สำคัญของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 มีดังต่อไปนี้

(1) พิกัดกระแสต่อเนื่อง คือ ค่ากระแสอาร์เอ็มเอสที่เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถทนได้ โดยที่อุณหภูมิไม่เพิ่มเกินค่าที่กำหนดให้อุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature) ค่าหนึ่ง คือ

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

(ก) กระแสโครง (Ampere Frame: AF) คือ ขนาดพิกัดกระแสสูงสุดที่สามารถใช้ได้กับขนาดโครงของเซอร์กิตเบรกเกอร์

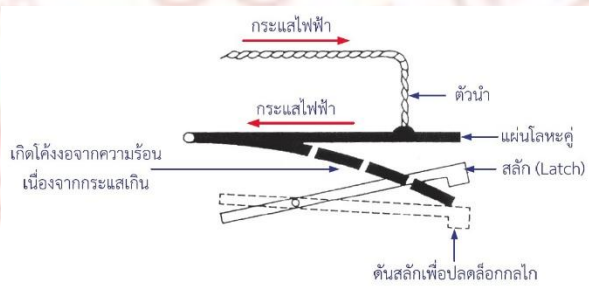
(ข) กระแสตัด (Ampere Trip: AT) คือ ขนาดพิกัดกระแสที่ปรับตั้งให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ใช้งานค่า AT ส่วนใหญ่แสดงไว้ที่แผ่นป้ายชื่อ (Name plate) หรือคั่นโยกของเซอร์กิตเบรกเกอร์

(2) พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร (Interrupting Capacity: IC) คือ กระแสลัดวงจรสูงสุดที่ เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถตัดได้โดยที่ตัวมันไม่ได้รับความเสียหาย ค่า IC ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้จากการทดสอบและขึ้นกับตัวแปรหลายตัว

2. ส่วนประกอบของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ทำหน้าที่ตัดวงจร หรือหน่วยการตัด (Tripping Unit) ซึ่งจะเป็นส่วนให้สัญญาณเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรออกเมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นในระบบไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ

(1) แบบความร้อน-แม่เหล็ก (Thermal-Magnetic Breaker) เป็นอุปกรณ์ตัดวงจร 2 ส่วน คือ ส่วนความร้อนและส่วนแม่เหล็กเมื่อเกิดกระแสเกินมีค่าประมาณ 125% ของกระแสพิกัดจะใช้โลหะคู่ (Bimetal) เป็นตัวตัด (Trip) หรือทริพ อุปกรณ์ตัดวงจร 2 ส่วน มีดังนี้

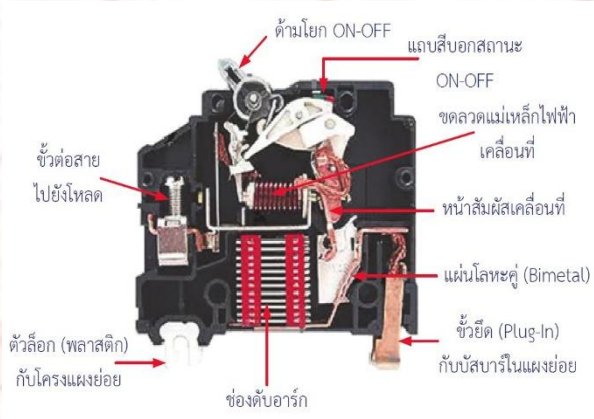
(ก) อุปกรณ์ตัดวงจรโดยแผ่นโลหะคู่ (Bimetal overload trip) อุปกรณ์แบบนี้การตัดวงจรขึ้นอยู่กับความร้อนที่เปลี่ยนแปลงบนแผ่นโลหะคู่



การทำงานของแผ่นโลหะคู่

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

(ข) อุปกรณ์ตัดวงจรโดยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic short-circuit trip) เมื่อกระแสเกินพิกัดไหลผ่านขดลวดจะเกิดแรงดึงดูดขึ้นโดยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าดูดหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ให้จากออก



ตัวอย่างกลไกภายในของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบความร้อน-แม่เหล็ก (2) แบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Trip หรือ Solid State Trip) จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการคำนวณค่ากระแสที่ปลดวงจรโดยจะใช้หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เปรียบเทียบค่ากระแสในวงจรกับค่าที่ตั้งไว้



ก) แบบตรวจจับกระแสไฟฟ้ารั่วไหล 5 mA      ข) แบบตรวจจับกระแสไฟฟ้ารั่วไหล 10 mA

ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสรั่วและการนำไปใช้ติดตั้ง



|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

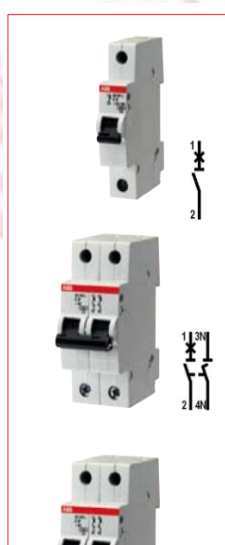
**Miniature Circuit Breaker**  
เซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับคอนซูมเมอร์ยูนิต และโหลดเซนเตอร์  
**Circuit Breaker for Consumer Unit & Load Center**

IEC  
มาตรฐาน, ปลอดภัย  
ทนทาน

ลูกย้อย QOvs ชนิด 1 และ 3 pole 10-63A

| Amp.<br>(แอมป์) | Catalog Number<br>รุ่น 1 โพล (1 Pole) | Unit Price<br>ราคา/หน่วย(บาท) | Catalog Number<br>รุ่น 3 โพล (3 Pole) | Unit Price<br>ราคา/หน่วย(บาท) |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 10              | QO110 VSC 6T                          | ขนาด 6kA<br>215.-             | QO310 VSC 6T                          | ขนาด 6kA<br>2,200.-           |
| 16              | QO116 VSC 6T                          |                               | QO316 VSC 6T                          |                               |
| 20              | QO120 VSC 6T                          |                               | QO320 VSC 6T                          |                               |
| 25              | QO125 VSC 6T                          |                               | QO325 VSC 6T                          |                               |
| 32              | QO132 VSC 6T                          |                               | QO332 VSC 6T                          |                               |
| 40              | QO140 VSC 6T                          | ขนาด 6kA<br>500.-             | QO340 VSC 6T                          | ขนาด 6kA<br>2,700.-           |
| 50              | QO150 VSC 6T                          |                               | QO350 VSC 6T                          |                               |
| 63              | QO163 VSC 6T                          |                               | QO363 VSC 6T                          |                               |
| 10              | QO110 VSC 10T                         | ขนาด 10kA<br>530.-            | QO310 VSC 10T                         | ขนาด 10kA<br>2,400.-          |
| 16              | QO116 VSC 10T                         |                               | QO316 VSC 10T                         |                               |
| 20              | QO120 VSC 10T                         |                               | QO320 VSC 10T                         |                               |
| 25              | QO125 VSC 10T                         |                               | QO325 VSC 10T                         |                               |
| 32              | QO132 VSC 10T                         |                               | QO332 VSC 10T                         |                               |
| 40              | QO140 VSC 10T                         | ขนาด 10kA<br>790.-            | QO340 VSC 10T                         | ขนาด 10kA<br>3,000.-          |
| 50              | QO150 VSC 10T                         |                               | QO350 VSC 10T                         |                               |
| 63              | QO163 VSC 10T                         |                               | QO363 VSC 10T                         |                               |

ตัวอย่างแคตตาล็อกเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่น Schneider



**Applications:** buildings, both residential and commercial

**B characteristic:** protection and control of the circuits against overloads and short-circuits; protection for people and big-length cables in TN and IT systems.

| Type No.                                                              | Rated Current<br>$I_n$ (A) | Breaking<br>capacity $I_{cs}$ (kA) | Order Code         | Weight<br>(kg/pc) | Packing (pc) |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1P ( $U_{Bmax}$ : 440 V~ 60 $V_m$ )                                   |                            |                                    |                    |                   |              |
| SH201 T-B6                                                            | 6                          | 3                                  | 2CDS 231 001 R0065 | 0.125             | 12           |
| SH201 T-B10                                                           | 10                         |                                    | 2CDS 231 001 R0105 |                   |              |
| SH201 T-B13                                                           | 13                         |                                    | 2CDS 231 001 R0135 |                   |              |
| SH201 T-B16                                                           | 16                         |                                    | 2CDS 231 001 R0165 |                   |              |
| SH201 T-B20                                                           | 20                         |                                    | 2CDS 231 001 R0205 |                   |              |
| SH201 T-B25                                                           | 25                         |                                    | 2CDS 231 001 R0255 |                   |              |
| SH201 T-B32                                                           | 32                         |                                    | 2CDS 231 001 R0325 |                   |              |
| SH201 T-B40                                                           | 40                         |                                    | 2CDS 231 001 R0405 |                   |              |
| 1P + NA ( $U_{Bmax}$ : 440 V~ 60 $V_m$ )                              |                            |                                    |                    |                   |              |
| SH201 T-B6NA                                                          | 6                          | 3                                  | 2CDS 231 103 R0065 | 0.25              | 6            |
| SH201 T-B10NA                                                         | 10                         |                                    | 2CDS 231 103 R0105 |                   |              |
| SH201 T-B13NA                                                         | 13                         |                                    | 2CDS 231 103 R0135 |                   |              |
| SH201 T-B16NA                                                         | 16                         |                                    | 2CDS 231 103 R0165 |                   |              |
| SH201 T-B20NA                                                         | 20                         |                                    | 2CDS 231 103 R0205 |                   |              |
| SH201 T-B25NA                                                         | 25                         |                                    | 2CDS 231 103 R0255 |                   |              |
| SH201 T-B32NA                                                         | 32                         |                                    | 2CDS 231 103 R0325 |                   |              |
| SH201 T-B40NA                                                         | 40                         |                                    | 2CDS 231 103 R0405 |                   |              |
| 2P ( $U_{Bmax}$ : 440 V~ 125 $V_m$ with 2 poles connected in series ) |                            |                                    |                    |                   |              |

Selection Tables

ตัวอย่างแคตตาล็อกเซอร์กิตเบรกเกอร์รุ่น ABB

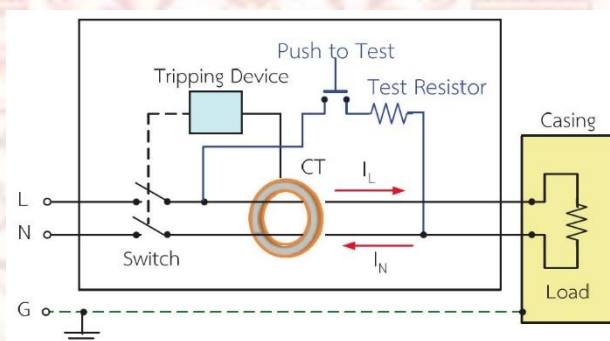
<https://pmk.co.th/shop/product>

|                                                                                   |                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |

## 2.2 เครื่องตัดไฟรั่ว

เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device: RCD) เป็นอุปกรณ์ที่มุ่งหมายสำหรับป้องกันบุคคล โดยทำหน้าที่ตัดวงจรหรือส่วนของวงจร ภายในเวลาที่กำหนดเมื่อกระแสรั่วลงดินเกินค่าที่กำหนดไว้แต่น้อยกว่าค่าที่อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของวงจรแหล่งจ่ายไฟจะทำงาน

1. หลักการทำงานเบื้องต้น คือ ใช้ตรวจจับความไม่สมดุลระหว่างกระแสไฟฟ้าเข้าและออก เมื่อมีกระแสไฟรั่ว อุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติคือ หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) จะเกิดกระแสเหนี่ยวนำไปสั่งการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการตัดวงจร (Tripping Device) ให้สวิตซ์ตัดวงจร (Switch) เป็นการสั่งตัดกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่เข้าวงจร



วงจรการทำงานของเครื่องตัดไฟรั่ว

2. ประเภทของเครื่องตัดไฟรั่ว แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) เครื่องตัดไฟรั่วแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (Residual Current Operated Circuit Breaker with Integral Overcurrent Protection: RCBO) หมายถึง เครื่องตัดวงจรกระแสรั่วที่ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันกระแสเกินและป้องกันการลัดวงจรด้วย



เครื่องตัดไฟรั่วแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

### 2.3 ฟิวส์

ฟิวส์ (Fuse) หมายถึง อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินซึ่งมีส่วนที่เปิดวงจรหลอมละลายด้วยความร้อนที่เกิดจากมีกระแสไหลผ่านเกินกำหนด ฟิวส์แบ่งตามลักษณะการใช้งานคือ ฟิวส์ที่ใช้กับแรงดันสูง และฟิวส์ที่ใช้กับแรงดันต่ำคือใช้กับแรงดันไม่เกิน 1,000 โวลต์ ได้แก่ ฟิวส์เส้น ปลั๊กฟิวส์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์

1. ฟิวส์เส้น (Open Link Fuse) เป็นส่วนผสมของดีบุกกับตะกั่ว มีจุดหลอมละลายต่ำ โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ ฟิวส์เส้นกลม และฟิวส์เส้นแบน หรือเรียกว่า ฟิวส์ก้ามปู จะใช้ร่วมกับคัตเอาต์ มีขนาดให้เลือกใช้



ก) ฟิวส์เส้นกลม

ข) ฟิวส์ก้ามปู

ค) คัตเอาต์ใช้ร่วมกับฟิวส์

หมายเหตุ คัตเอาต์ (Cutout) หมายถึง ชุดประกอบสำเร็จของที่รองรับฟิวส์ ซึ่งอาจมีตัวยึดฟิวส์ ตัวรับฟิวส์ หรือใบมีดปลดวงจรอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. ปลั๊กฟิวส์ (Plug Fuse) เป็นฟิวส์ที่บรรจุอยู่ในกระปุกกระเบื้องรูปทรงกระบอกคล้ายขวด ภายในบรรจุทรายป้องกันการอาร์กของกระแส เวลาใช้งานจะใช้ร่วมกับฐานฟิวส์



ตัวอย่างปลั๊กฟิวส์ชนิดขาดเร็ว



|                                                                                   |                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |



ก) คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบปลอกหุ้มข้อ (Ferrule Type)      ข) คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบใบมีด (Knife Blade Type)



ค) คาร์ทริดจ์ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC (หรือ HRC Fuse) และฐานฟิวส์



ง) การนำคาร์ทริดจ์ฟิวส์ไปใช้งาน

คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบปลอกหุ้มข้อ (Ferrule Type) มีขนาดกระแสไม่เกิน 60 A แบบใบมีด (Knife Blade Type) มีขนาดกระแส 70–600 A และคาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบ HRC Fuse (High Rupturing Capacity Fuse) เป็นฟิวส์แรงดันต่ำตามมาตรฐาน IEC อีกแบบหนึ่งที่ใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรม

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

## 2.4 เซฟตี้สวิตช์

**เซฟตี้สวิตช์ (Safety Switch) หรือสวิตช์นิรภัย** เป็นอุปกรณ์ป้องกันและควบคุมวงจรไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่ง จะมีทั้งแบบที่มีฟิวส์ในตัวและแบบไม่มีฟิวส์



### ลักษณะของเซฟตี้สวิตช์

1. กล่องโลหะหนาแข็งแรงทนต่อแรงบิดระเบิดของฟิวส์ได้ ฝากล่องจะต้องออกแบบเปิด-ปิดได้
2. จะต้องมียุทธภัณฑ์ที่เป็นสลักไม้ให้ฝากล่องเปิดออกได้ เมื่อสับสวิตช์ไฟฟ้าแล้ว สลักจะเลื่อนออกจึงจะสามารถเปิดฝากล่องออกได้
3. เมื่อปลดสวิตช์ไฟฟ้าภายในกล่องออกแล้วจะต้องมีหูสำหรับใส่กุญแจได้ เพื่อป้องกันการสับสวิตช์ของผู้อื่น ในกรณีที่ช่างไฟฟ้ากำลังปฏิบัติงานในระบบไฟฟ้าที่จำเป็นต้องดับไฟฟ้านั้นเพื่อความปลอดภัย

## 3. การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า

การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 หรือมาตรฐานอื่นที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทาง ดังนี้

**การคำนวณวงจรย่อย** โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินขนาดเล็ก จะไม่ระบุความสามารถในการตัดกระแสที่ 100% แต่ในการใช้งานจริงให้คิดว่าสามารถตัดวงจรที่พิกัดประมาณ 80%

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

**ตัวอย่างที่ 7.1** ต้องการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น ขนาด 3,500 W 220 V ควรเลือกวงจรย่อยขนาดเท่าไร

**วิธีทำ** จากสูตร  $P = E \times I \cos\theta$  มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

$$S = E \times I \text{ มีหน่วยเป็นโวลต์แอมแปร์(VA)}$$

เครื่องทำน้ำอุ่นมีค่า  $\cos\theta = 1$  ดังนั้น  $P = S$

$$I = S/E = 3,500/220 = 15.9 \text{ A}$$

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 1.25 เท่าของกระแสโหลด

$$= 1.25 \times 15.9 = 19.87 \text{ A}$$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดพิกัด 20 AT (ดูขนาดพิกัดกระแส CB จากตาราง)

สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ (19.87A) และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย (20 AT)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย VAF-G ตาม มอก.11-2553 จากตารางที่ 2.5 กลุ่มที่ 3 จำนวน 2 ตัวนำกระแส สายแบบ ใช้สายขนาด 2:2.5/2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 23 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 20 AT เปิดตารางที่ 2.5)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย IEC 01 (THW) ตาม มอก.111-2553 จากตารางที่ 2.4 กลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ตัวนำกระแส แกนเดียว ใช้สายขนาด 4 ตร.มม. พิกัดกระแส 28 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 20 AT เปิดตารางที่ 2.4)

**หมายเหตุ** ข้อควรรู้คือ

1. การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นเป็นวงจรย่อยเฉพาะ
2.  $\cos\theta$  หมายถึง เพาเวอร์แฟกเตอร์, P หมายถึง กำลังไฟฟ้าแอกทีฟ
3. S หมายถึง กำลังไฟฟ้าปรากฏ

**ตัวอย่างที่ 7.2** ต้องการติดตั้งเต้ารับคู่ แรงดัน 220 V จำนวน 11 จุด ต่อ 1 วงจรย่อย ควรเลือกวงจรย่อยขนาดเท่าไร

**วิธีทำ** มาตรฐาน วสท. กำหนดให้โหลดของเต้ารับทั่วไปให้คำนวณโหลดจุดละ 180 VA ทั้งชนิดเต้ารับเดี่ยว เต้ารับคู่ และชนิดสามเต้า กรณีติดตั้งชนิดตั้งแต่ 4 เต้า ให้คำนวณโหลดจุดละ 360 VA วงจรย่อยมีเต้ารับ 11 จุด โหลดเต้ารับจุดละ 180 VA

$$\text{โหลดเต้ารับทั้งหมด} = 180 \times 11 = 1980 \text{ VA}$$



|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

ขนาดกระแส :  $I = S/E = 1,980 \text{ VA} = 9\text{A}$

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 1.25 เท่าของกระแสโหลด

$$= 1.25 \times 9 = 11.25 \text{ A}$$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดพิกัด 16 AT (ดูขนาดพิกัดกระแส CB จากรูปที่ 7.6)

สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ (11.25A) และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย (16 AT)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย VAF-G ตาม มอก.11-2553 จากตารางที่ 2.5 กลุ่มที่ 3 จำนวน 2 ตัวนำกระแส สายแบน ใช้สายขนาด 2:2.5/2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 23 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 16 AT เปิดตารางที่ 2.5)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย IEC 01 (THW) ตาม มอก.11-2553 จากตารางที่ 2.4 กลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ตัวนำกระแส แขนเดียว ใช้สายขนาด 2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 21 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 16 AT เปิดตารางที่ 2.4)

**หมายเหตุ** ข้อควรรู้คือการติดตั้งวงจรย่อยเข้ารับนี้เป็นวงจรสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า

**ตัวอย่างที่ 7.3** ต้องการติดตั้งวงจรย่อย มีหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W ใช้บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Losses) จำนวน 5 โหลด และเต้ารับ จำนวน 7 จุด ควรเลือกวงจรย่อยขนาดเท่าไร

**วิธีทำ** วงจรย่อยนี้ไม่แยกวงจรไฟฟ้าแสงสว่างและวงจรไฟฟ้ากำลัง บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Losses) มีกำลังสูญเสียประมาณ 5 W และมีค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor :  $\text{PF} = \cos\theta$ ) ประมาณ 0.6 ดังนั้นในการคำนวณกำลังของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะต้องบวกกำลังของบัลลาสต์ด้วย

จากสูตร  $P = E \times I \times \cos\theta$

$$\cos\theta = P/S \text{ และ } S = E \times I \text{ มีหน่วยเป็น VA}$$

เมื่อ  $P = 36 + 5 = 41 \text{ W/หลอด}$ ,  $E = 220 \text{ V}$  และ  $\cos\theta = 0.6$

ดังนั้นโหลดต่อชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์  $S = 41/0.6 = 68.33 \text{ VA}$

หลอดฟลูออเรสเซนต์  $= 68.33 \times 5 = 341.65 \text{ VA}$

โหลดเต้ารับ 7 จุด  $= 180 \times 7 = 1,260 \text{ VA}$

รวมหลอดฟลูออเรสเซนต์และโหลดเต้ารับ  $= 341.65 + 1,260 = 1,601.65 \text{ VA}$

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

$I = 1601.65/220 = 7.28 \text{ A}$

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ 1.25 เท่าของกระแสโหลด

$= 1.25 \times 7.28 = 9.1 \text{ A}$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดพิกัด 16 AT (ดูขนาดพิกัดกระแส CB จากรูปที่ 7.6) สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ (9.1 A)และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย (16 AT)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย VAF-G ตาม มอก.11-2553 จากตารางที่ 2.5 กลุ่มที่ 3 จำนวน 2 ตัวนำ กระแส สายแบน ใช้สายขนาด 2:2.5/2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 23 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 16 AT เปิดตารางที่ 2.5)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย IEC 01 (THW) ตาม มอก.11-2553 จากตารางที่ 2.4 กลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ตัวนำกระแส แกนเดียวใช้สายขนาด 2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 21 A เป็นสายวงจรย่อย(นำค่า 16 AT เปิดตารางที่ 2.4)

**หมายเหตุ** ข้อควรรู้คือการติดตั้งวงจรย่อยนี้เป็นวงจรย่อยสำหรับจุดประสงค์ทั่วไป

#### 4. แผงย่อย (Panelboard)และการต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

##### 4.1 แผงย่อย (Panelboard: PB) หมายถึง แผงเดียวหรือกลุ่มของแผงเดียวที่ออกแบบให้ ประกอบรวมกันเป็นแผงเดียวกัน ประกอบด้วยบัส อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินอัตโนมัติและมีหรือไม่มีสวิตช์สำหรับควบคุมแสงสว่าง ความร้อนหรือวงจรไฟฟ้ากำลัง

แผงย่อยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ โหลดเซนเตอร์และคอนซูมเมอร์ยูนิต

แผงย่อยนี้ในหลายตำราเรียกว่า แผงควบคุมไฟฟ้าย่อย (Load Panel: LP) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แผงควบคุมไฟฟ้าย่อย 3 เฟส (Load Panel 3 Phase) หรือเรียกว่า โหลดเซนเตอร์ (Load Center: LC) และแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย 1 เฟส (Load Panel 1 Phase) หรือเรียกว่า คอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer Unit: CU)

##### 4.2 โหลดเซนเตอร์ โหลดเซนเตอร์ (Load Center) หรือศูนย์กลางโหลด เป็นแผงย่อยสำหรับ ควบคุมการจ่ายไฟในระบบ 1 เฟส 2 สาย และ 3 เฟส 4 สาย มีขนาดกระแสสูงถึง 250 A มีจำนวน วงจรย่อยให้เลือกหลายขนาด

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |



ก) โหลดเซนเตอร์แบบมีเมนเบรกเกอร์



ข) โหลดเซนเตอร์แบบไม่มีเมนเบรกเกอร์

(1) โหลดเซนเตอร์แบบเมนลักส์ (Main Lugs) เป็นแผงย่อยที่ไม่มีเมนเบรกเกอร์ต่ออยู่ภายใน การใช้งานจึงต้องต่อเมนเบรกเกอร์ไว้ภายนอก

(2) โหลดเซนเตอร์แบบเมนเบรกเกอร์ (Main Breaker) แบบนี้มีเมนเบรกเกอร์อยู่ภายใน การเลือกใช้ต้องดูพิกัดของเมนเบรกเกอร์คือ ค่า AT และ AF

### 4.3 คอนซูมเมอร์ยูนิต

ประเภทของตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต การแบ่งประเภทจะยึดตามการติดตั้ง โดยตู้คอนซูมเมอร์ ที่เรียกว่า DIN Rial ที่ต้องติดบนราง และไม่ต้องใช้ราง หรือเรียกว่า Plug on ดังนั้นทั้ง 2 แบบนี้ มีข้อดี ข้อเสีย แตกต่างกัน คอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer Unit: CU) เป็นแผงย่อยสำหรับควบคุมการจ่ายไฟเฉพาะในระบบ 1 เฟส 2 สาย ส่วนใหญ่ใช้สำหรับที่อยู่อาศัยทั่วไป







ก) คอนซูมเมอร์ยูนิตชนิดไม่มีเครื่องตัดไฟรั่ว



|                                                                                   |                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |



ข) คอนซูมเมอร์ยูนิตชนิดมีเครื่องตัดไฟรั่ว

**1. ตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต แบบ Plug On** การติดตั้งแบบ Plug on เป็นเทคโนโลยีจากอเมริกาที่มีความปลอดภัยสูง หากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรขึ้น สนามแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำดูดส่วนคลิปขาหนีบของเบรกเกอร์ให้ยึดเกาะแท่งบัสบาร์ให้แน่นยิ่งขึ้น เพื่อไม่ให้เกิดการอาร์ค จนเกิดประกายไฟที่เป็นสาเหตุของการเกิดไฟไหม้ตามมาได้ ระบบปลั๊กออนมาพร้อมฟังก์ชันพิเศษที่ส่วนคลิปขาหนีบจะปรับเข้าหาเบรกเกอร์โดยอัตโนมัติ ทำให้การติดตั้งเบรกเกอร์ทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย ไม่ต้องไปร้อยสายไฟให้ยุ่งยากเหมือนแบบ DIN Rail เพียงแค่นำเบรกเกอร์ไปติดที่บัสบาร์เท่านั้น เท่านั้นก็เป็นอันเสร็จเรียบร้อยตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิตแบบ Plug on จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบ Single Bus บัสบาร์เดี่ยว และแบบ Split Bus บัสบาร์แยก โดยสินค้าที่พบบ่อยก็แบรนด์ Schneider Electric, Bticino และ CHANG

1.) แบบบัสบาร์เดี่ยว Single Bus ตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต ที่เป็นแบบบัสบาร์เดี่ยว จะมีส่วนที่ใช้ติดตั้งเมนเบรกเกอร์ และเบรกเกอร์ลูกย่อยเท่านั้น คุณสามารถออกแบบวงจรแบบใดก็ได้เพื่อใช้ป้องกันอันตรายการไฟลัดวงจร ไฟเกิน ไฟรั่ว ไฟดูด มีขนาดช่องให้เลือกหลายแบบทั้ง 4 ช่อง 8 ช่อง 10 ช่อง 14 ช่อง และ 18 ช่อง





ตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต แบบบัสบาร์เดี่ยว ของ Schneider และ Bticino

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

2) แบบบัสบาร์แยก Split Bus มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการขอมิเตอร์ไฟฟ้าบ้านใหม่ ว่าจำเป็น ต้องติดตั้งอุปกรณ์กันดูด ทุกครั้ง และมีผลบังคับใช้เรียบร้อยแล้ว ทำให้ทางผู้ผลิตหลายรายจึงออกแบบตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต ให้มีส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์กันดูดจำพวก RCBO และ RCCB แยกออกมาจากส่วนของเบรกเกอร์โดยเฉพาะ เรียกกันว่า แบบบัสบาร์แยก Split Bus ตู้แบบบัสบาร์แยกนั้น นอกจากมีส่วนวงจรของเบรกเกอร์ถูกย่อยแล้ว จะมีการเพิ่มส่วนวงจรกันดูดเพิ่มเข้าไป ข้อดีก็คือ หากเกิดไฟรั่วหรือไฟดูดขึ้น ไฟจะไม่ดับทั้งบ้าน มันจะตัดเฉพาะส่วนที่ติดตั้งกันดูดไว้ ให้เลือกเฉพาะกลุ่มวงจรที่มีความเสี่ยงสูง เช่น เครื่องซักผ้า เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องล้างจาน



ตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต แบบบัสบาร์แยก ของ Schneider

**2. ตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต แบบ DIN rail** การติดตั้งแบบ DIN rail หรือที่เรียกกันติดปากว่า รานปีกนก เป็นการติดตั้งแบบเก่าที่ต้องนำเบรกเกอร์ไปยึดติดกับรางเหล็ก แล้วใช้สายไฟเชื่อมต่อ ตู้แบบนี้จะมีแบรนด์ที่ผลิต เช่น ABB, Bticino, Safe-T Cut, SENCE และแบรนด์อื่นๆ ที่ผลิตจากประเทศจีน การติดตั้งแบบ DIN Rail จะต้องติดตั้งสายดินให้ถูกต้องตามมาตรฐานการไฟฟ้า เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟรั่วไฟดูดได้เบื้องต้น ส่วนรูปแบบวงจรสามารถออกแบบได้หลากหลาย เหมือนกันแบบ Plug on แต่การติดตั้งแบบ DIN rail ใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมากกว่า และอาจเกิดข้อผิดพลาดขณะติดตั้งได้ แต่ตู้แบบนี้จะมีความคงทน ใช้งานได้นานกว่า



Consumer Unit ABB



ตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต แบบ DIN rail ของ ABB

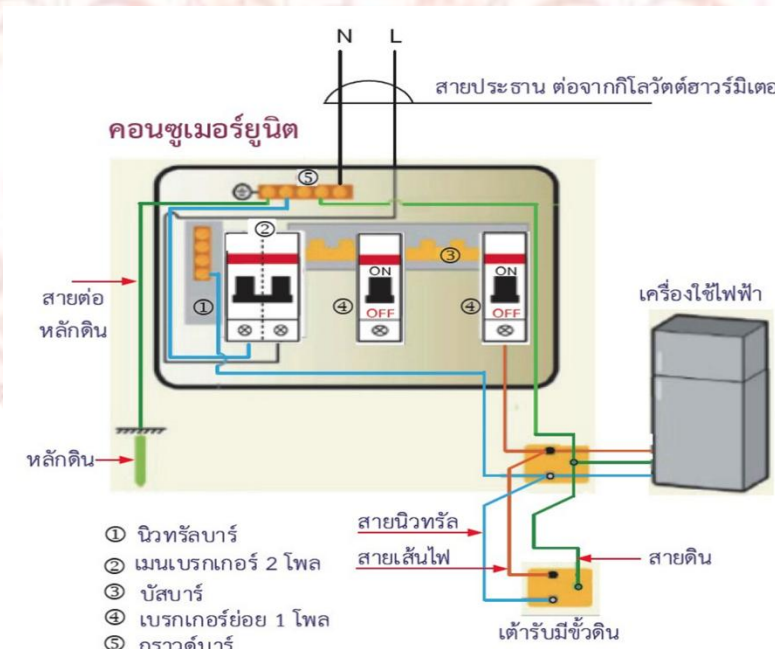
<https://mall.factomart.com/type-of-consumer-unit/>

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                  |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

4.4 การต่อวงจรในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต เป็นแผงย่อยหรือแผงเมนสวิตช์ สำหรับควบคุมการจ่ายไฟที่นิยมใช้ตามบ้านพักอาศัย

1. สายประธาน (สายเมน) ที่ต่อจากกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์ของการไฟฟ้าฯ ตามมาตรฐานวสท. ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสมและมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.
2. เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะใช้ขนาดเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับการคำนวณโหลดที่ใช้ในบ้าน และเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยและโครงตู้ควรเลือกใช้ยี่ห้อเดียวกัน
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย ใช้ป้องกันวงจรย่อยตามวิธีคำนวณในตัวอย่างที่ 7.1–7.3 และขนาดสายวงจรย่อยไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.
4. การติดตั้งสายดินจะต้องเดินสายดินของทุกวงจรย่อยมารวมที่ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตเพียงจุดเดียวแล้วจึงติดตั้งสายดินจากกราวด์บาร์ลงดิน ตามมาตรฐานการติดตั้งสายดิน

ตัวอย่างการต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตในลักษณะต่างๆ ดังนี้



สายประธาน ต่อจากกิโลวัตต์ฮาร์มิเตอร์

คอนซูมเมอร์ยูนิต

สายต่อหลักดิน

หลักดิน

เครื่องใช้ไฟฟ้า

สายดิน

สายนิวทรัล

สายเส้นไฟ

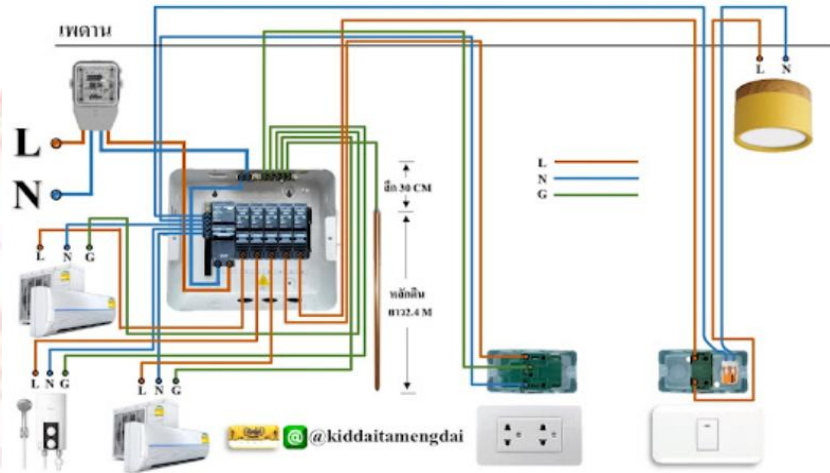
เต้ารับมีขั้วดิน

- ① นิวทรัลบาร์
- ② เมนเบรกเกอร์ 2 โพล
- ③ บัสบาร์
- ④ เบรกเกอร์ย่อย 1 โพล
- ⑤ กราวด์บาร์

ตัวอย่างการต่อวงจรของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

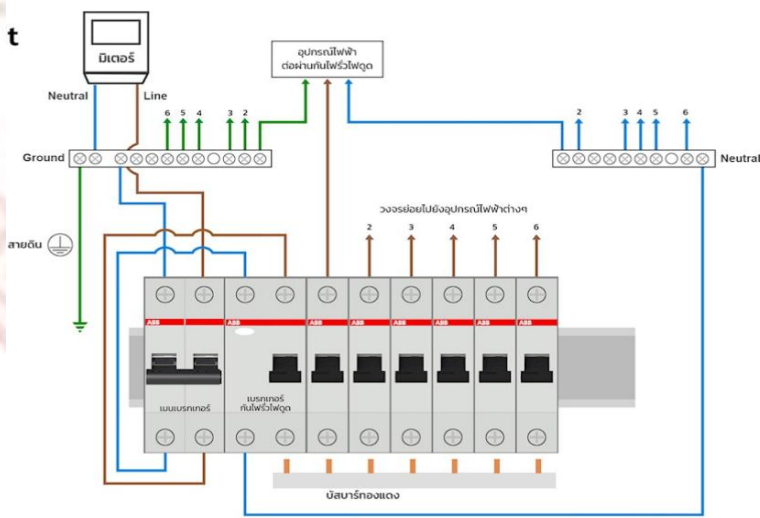


|                                                                                   |                                                                          |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                         |  |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา :</b> การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |                                                                                     |
|                                                                                   | <b>เรื่อง :</b> ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |



การต่อสายตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

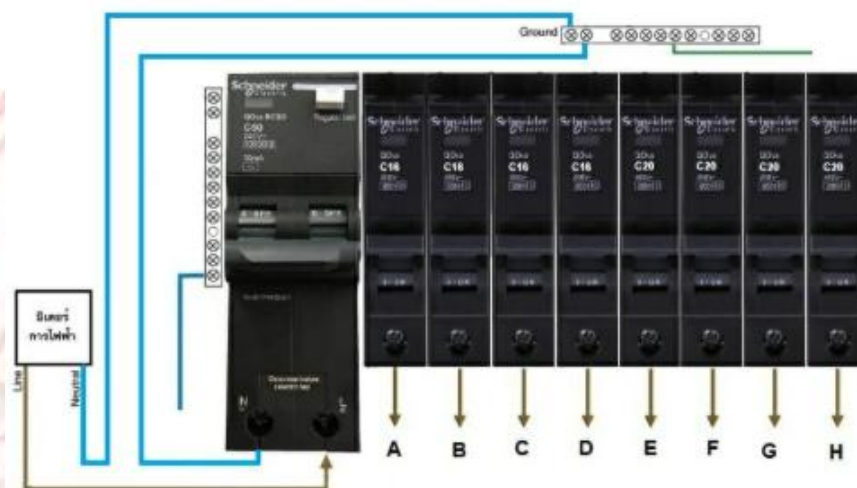
[https://www.xn--42cg2babq8mobo8jrbg3dh7c.com/2023/09/blog-post\\_28.html](https://www.xn--42cg2babq8mobo8jrbg3dh7c.com/2023/09/blog-post_28.html)



ภาพแสดงตัวอย่างการเดินสายไฟภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต แบบติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วไฟดูด  
 สำหรับควบคุมทุกวงจรย่อย

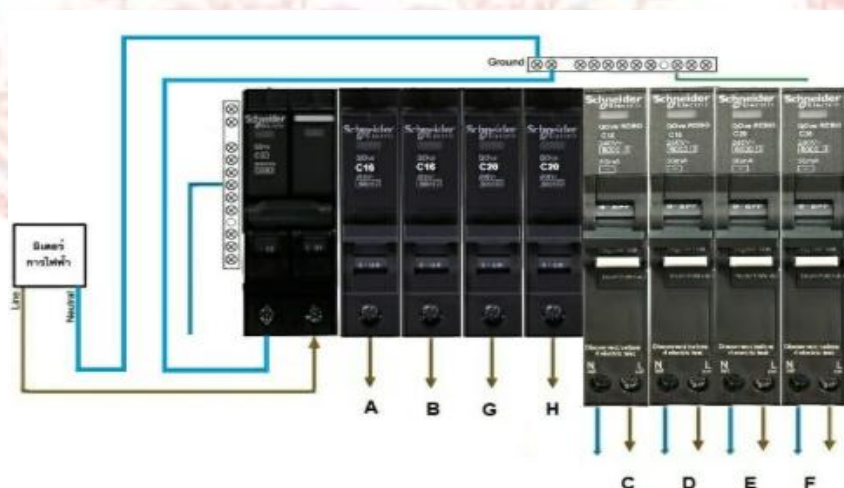
<https://new.abb.com/news/detail/91913/how-to-wiring-in-consumer-unit>

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |



ตัวอย่างปลั๊กออน (Plug-on) เมนเบรกเกอร์ RCBO +เบรกเกอร์ลูกย่อย MCB

<https://mall.factomart.com/specifying-new-consumer-unit-and-rcd-for-your-home/>

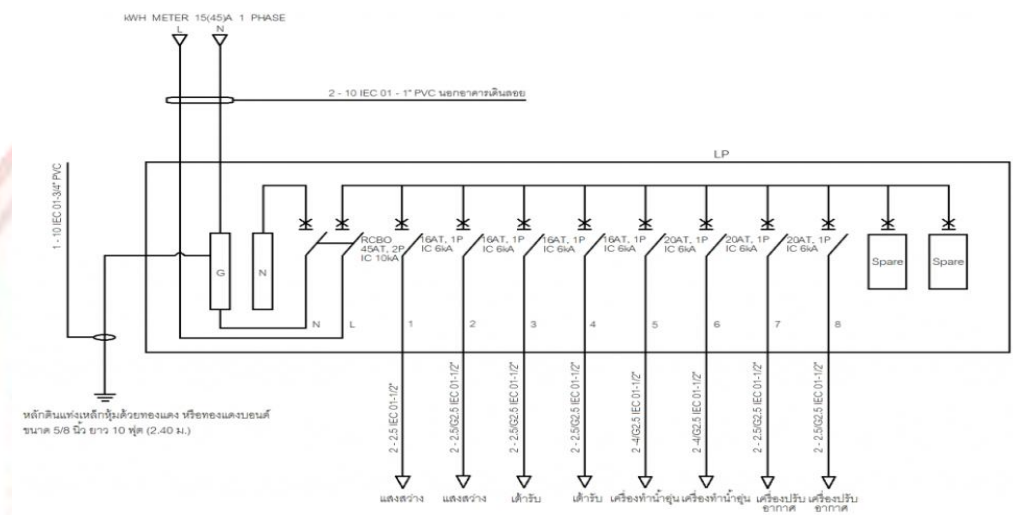


ตัวอย่างปลั๊กออน (Plug-on) เมนเบรกเกอร์ MCB +เบรกเกอร์ลูกย่อย MCB +เบรกเกอร์ลูกย่อย RCBO

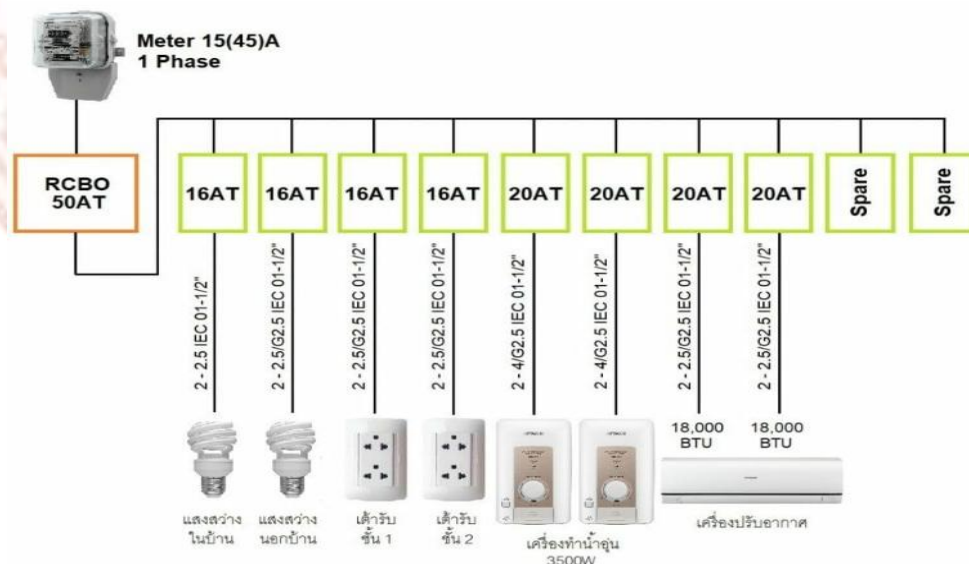
<https://mall.factomart.com/specifying-new-consumer-unit-and-rcd-for-your-home/>

|                                                                                   |                                                                          |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                         |  |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา :</b> การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |                                                                                     |
|                                                                                   | <b>เรื่อง :</b> ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |

#### 4.5 รายละเอียดของอุปกรณ์ในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต



<https://mall.factomart.com/specifying-new-consumer-unit-and-rcd-for-your-home/>



<https://mall.factomart.com/specifying-new-consumer-unit-and-rcd-for-your-home/>



|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

### 1 เมนเบรกเกอร์

เราสามารถใช้ได้ทั้งเมนเบรกเกอร์ MCB หรือ เมนเบรกเกอร์กันดูด RCBO ซึ่งในครั้งนี้จะใช้เบรกเกอร์กันดูดแบบ RCBO ขนาด 2 Pole 50AT มีค่าทนกระแสลัดวงจรสูงสุด หรือ IC เท่ากับ 10kA

### 2 เบรกเกอร์ลูกย่อย

Sub MCB เบรกเกอร์ในส่วนนี้จะแบ่งวงจรออกเป็นดังนี้

- วงจรแสงสว่าง แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. วงจรแสงสว่างในบ้าน จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 mm. ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว และ 2. วงจรแสงสว่างนอกบ้าน จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 mm. G2.5 ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว
- เตารับ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. วงจรเตารับชั้น 1 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 mm. G2.5 ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว และ 2. วงจรเตารับชั้น 2 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 mm. G2.5 ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว
- เครื่องทำน้ำอุ่น แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. เครื่องทำน้ำอุ่นตัวที่ 1 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 20AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 4 mm. G2.5 ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว และ 2. เครื่องทำน้ำอุ่นตัวที่ 2 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 20AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 4 mm. G2.5 ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว
- เครื่องปรับอากาศ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 20AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 mm. G2.5 ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว และ 2. เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2 จะใช้เบรกเกอร์ ขนาด 1 Pole 16AT ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดหรือ IC ขนาด 6kA ใช้สายไฟ IEC 01 ขนาด 2 – 2.5 mm. G2.5 ท่อร้อยสายขนาด ½ นิ้ว

|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

### 3 เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD)

เครื่องตัดไฟรั่ว RCD (Residual Current Device) มีอยู่ 2 ประเภทดังนี้

- RCCB (Residual Current Circuit Breakers) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าป้องกันไฟรั่วไฟดูดได้อย่างเดียวโดยไม่สามารถป้องกันโหลดเกิน (Overload) และ ไฟฟ้าลัดวงจรได้ ดังนั้นควรใช้ควบคู่กับ MCB ทั้งนี้โดยส่วนใหญ่แล้ว RCCB จะใช้ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตที่เป็นการติดตั้งแบบรางปีกนก (DIN-RIAL)
- RCBO (Residual Current Circuit Breakers with Overload protection) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันได้ทั้งไฟรั่วไฟดูด โหลดเกินและไฟฟ้าลัดวงจรได้ หรือพูดง่ายๆคือ 3 in 1 ในตัวเดียวกันเลย แต่ตัวนี้ราคาอาจจะแพงกว่า RCCB ทั้งนี้โดยส่วนใหญ่แล้ว RCBO จะใช้ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตที่เป็นการติดตั้งแบบปลั๊กออน (Plug-on)

จากรูปด้านบนนั้นจะเห็นได้ว่า ได้บอกถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างละเอียดซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางด้านล่าง

|   | โหลด                                       | ขนาดสายไฟ           | ขนาดท่อ | เบรกเกอร์ MCB  | เมนเบรกเกอร์            |
|---|--------------------------------------------|---------------------|---------|----------------|-------------------------|
| A | แสงสว่าง 1                                 | 2 – 2.5 IEC 01      | ½"      | 16AT, 1P, 6 kA | RCBO<br>50AT, 2P, 10 kA |
| B | แสงสว่าง 2                                 | 2 – 2.5/G2.5 IEC 01 | ½"      | 16AT, 1P, 6 kA |                         |
| C | เต้ารับ 1                                  | 2 – 2.5/G2.5 IEC 01 | ½"      | 16AT, 1P, 6 kA |                         |
| D | เต้ารับ 2                                  | 2 – 2.5/G2.5 IEC 01 | ½"      | 16AT, 1P, 6 kA |                         |
| E | เครื่องทำน้ำอุ่น (3500W)                   | 2 – 4/G2.5 IEC 01   | ½"      | 20AT, 1P, 6 kA |                         |
| F | เครื่องทำน้ำอุ่น (3500W)                   | 2 – 4/G2.5 IEC 01   | ½"      | 20AT, 1P, 6 kA |                         |
| G | เครื่องปรับอากาศ 18000ขนาดไม่เกิน 18000BTU | 2 – 2.5/G2.5 IEC 01 | ½"      | 20AT, 1P, 6 kA |                         |
| H | เครื่องปรับอากาศ 18000ขนาดไม่เกิน 18000BTU | 2 – 2.5/G2.5 IEC 01 | ½"      | 20AT, 1P, 6 kA |                         |

ตารางรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างละเอียด

|                                                                                   |                                                                   |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบเนื้อหา                                                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

### 5. สรุปสาระสำคัญ

1. มาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจน
2. อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันสายไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า อันเนื่อง จากกระแสเกิน กระแสรั่วหรือกระแสลัดวงจร
3. การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า โดยที่สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย
4. แผงย่อย (Panelboard) หมายถึง แผงเดี่ยวหรือกลุ่มของแผงเดี่ยวที่ออกแบบให้ประกอบรวมกันเป็นแผงเดียวกัน ประกอบด้วยบัส อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินอัตโนมัติ
5. การติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตมี 2 แบบคือ แบบ Plug-on และแบบ DIN rail
6. การต่อวงจรในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตต้องคำนึงถึงขนาดและประเภทของสายไฟ, เมนเบรกเกอร์, และเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย

### เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนวิชาติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร รหัส 20104-2005 อาจารย์ธำรงค์ศักดิ์ หินนิภาหิรม

ตัวอย่างการต่อตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต<https://new.abb.com/news/detail/91913/how-to-wiring-in-consumer-unit>

ตัวอย่างการต่อตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต <https://www.xn--42cg2babq8mobo8jrbg3dh7c.com>

การใช้งานอุปกรณ์ป้องกัน เซอร์กิตเบรกเกอร์ ABB <https://new.abb.com/news/detail>



|  | แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน                                     |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                 |  |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |                                                                                     |

แบบทดสอบ เรื่อง ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อใดคือหน้าที่หลักของเซอร์กิตเบรกเกอร์

ก. ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน                      ข. ควบคุมแรงดันไฟฟ้า

ค. เพิ่มกำลังไฟฟ้า                                      ง. แปลงแรงดันไฟฟ้า
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในบ้านพักอาศัยเป็นส่วนใหญ่เป็นชนิดใด

ก. ACB                      ข. MCCB                      ค. MCB                      ง. VCB
- อุปกรณ์ชนิดใดทำหน้าที่ป้องกันไฟรั่ว

ก. ฟิวส์                      ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์                      ค. หม้อแปลง                      ง. เครื่องตัดไฟรั่ว
- ข้อใดคือมาตรฐานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในที่พักอาศัย

ก. IEC 60947-2                      ข. IEC 60898                      ค. IEC 61000                      ง. IEC 60076
- อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าลัดวงจร

ก. เซอร์กิตเบรกเกอร์                      ข. ฟิวส์                      ค. เครื่องตัดไฟรั่ว                      ง. หม้อแปลง
- ข้อใดบอกความหมายของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้องที่สุด

ก. สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ

ข. ทำหน้าที่ปลดวงจรเมื่อเกิดสภาวะวงจรผิดปกติ

ค. อุปกรณ์สวิตช์ทำหน้าที่สับวงจรในสภาวะวงจรปกติ

ง. อุปกรณ์สวิตช์ที่นำกระแสและสับ-ปลดวงจรตามพิกัดได้โดยปลอดภัย
- อุปกรณ์ใดใช้ป้องกันกระแสเกินในวงจรไฟฟ้า

ก. ฟิวส์                      ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์                      ค. เครื่องตัดไฟรั่ว                      ง. หม้อแปลง
- เมื่อต้องวางตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ควรติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดใดสำหรับป้องกันไฟฟ้าดูด

ก. RCCB                      ข. MCCB                      ค. MCB                      ง. ACB
- อุปกรณ์ใดใช้สำหรับตัด/ป้องกันไฟรั่วไฟดูดอัตโนมัติ

ก. MCB                      ข. RCD                      ค. MCCB                      ง. ACB
- ข้อใดคือมาตรฐานของเครื่องตัดไฟรั่ว

ก. IEC 60947-2                      ข. IEC 60898                      ค. IEC 61000                      ง. IEC 60755

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน</b> |  |
| <b>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |                                                                                     |
| <b>เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |                                                                                     |
| <p>11. ข้อใดคือคุณสมบัติของเครื่องตัดไฟรั่วที่ดี</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>ก. ตัดวงจรเมื่อกระแสเกินเท่านั้น</p> <p>ค. ตัดวงจรเมื่อกระแสรั่วเกินค่าที่กำหนด</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>ข. ตัดวงจรเมื่อแรงดันเกินเท่านั้น</p> <p>ง. ตัดวงจรเมื่ออุณหภูมิเกินเท่านั้น</p> </div> </div> <p>12. ข้อใดคือประเภทของฟิวส์ที่ใช้ในบ้านพักอาศัย</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>ก. ฟิวส์แรงดันสูง</p> <p>ค. ฟิวส์เส้น</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>ข. คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบ HRC Fuse</p> <p>ง. ฟิวส์ไบเมทัล</p> </div> </div> <p>13. ข้อใดคือหน้าที่ของฟิวส์</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>ก. ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน</p> <p>ค. เพิ่มกำลังไฟฟ้า</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>ข. ควบคุมแรงดันไฟฟ้า</p> <p>ง. แปลงแรงดันไฟฟ้า</p> </div> </div> <p>14. ข้อใดคือคุณสมบัติของฟิวส์ที่ดี</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>ก. ทำจากวัสดุที่ผุกร่อนง่าย</p> <p>ค. ป้องกันการผุกร่อน</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>ข. พิกัดกระแสสูงกว่าชั่วรับฟิวส์</p> <p>ง. ไม่มีเครื่องหมายแสดงพิกัด</p> </div> </div> <p>15. ข้อใดคือคุณสมบัติของเซฟตี้สวิตช์ที่ดี</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>ก. กล่องทำจากวัสดุที่ติดไฟง่าย</p> <p>ค. มีหูสำหรับใส่กุญแจป้องกันการสับสวิตช์</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>ข. ไม่มีสลักป้องกันการเปิดฝากล่อง</p> <p>ง. ไม่มีฟิวส์ในตัว</p> </div> </div> <p>16. ข้อใดเป็นมาตรฐานของฟิวส์ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน วสท.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>ก. ฟิวส์ทำจากวัสดุที่หลอมละลายง่าย เพื่อตัดวงจรโดยเร็วขณะเกิดลัดวงจร</p> <p>ค. กระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าของชั่วรับฟิวส์ แสดงพิกัดแรงดันและกระแสให้เห็น</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>ข. ฟิวส์กับชั่วรับฟิวส์ใช้โลหะชนิดเดียวกัน และป้องกันการผุกร่อน</p> <p>ง. ฟิวส์ทำจากวัสดุที่หลอมละลายได้ยาก</p> </div> </div> <p>17. ข้อใดคือหลักการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>ก. เลือกใช้ขนาดเล็กกว่าโหลด</p> <p>ค. เลือกใช้ขนาดเท่ากับโหลด</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>ข. เลือกใช้ขนาดใหญ่กว่าโหลด 2 เท่า</p> <p>ง. เลือกใช้ขนาดตามความเหมาะสมของโหลด</p> </div> </div> <p>18. ข้อใดคือประเภทของแผงย่อย</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>ก. โหลดเซ็นเตอร์</p> <p>ค. ทั้ง ก และ ข</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>ข. คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> <p>ง. ไม่มีข้อใดถูก</p> </div> </div> |                                      |                                                                                     |





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                            |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>ใบงานที่ 1</b><br>ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร<br>ชื่องาน : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ |  |
| <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายความหมายและหน้าที่ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. จำแนกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามหลักการทำงานและการใช้งานได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> <p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p><b>ด้านความรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกความหมายและหน้าที่ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. อธิบายหลักการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. จำแนกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามหลักการทำงานและลักษณะการใช้งานได้</li> <li>4. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ด้านทักษะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละประเภทโดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสมได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. เลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับประเภทของโหลดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ทดสอบการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ด้านเจตคติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. แสดงความรับผิดชอบในการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าอย่างถูกต้อง</li> <li>2. ปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยทางไฟฟ้าในการใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์</li> <li>3. มีทัศนคติที่ดีต่อการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน</li> </ol> <p><b>เครื่องมือ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไขควงแบน</li> <li>2. ไขควงปากแฉก</li> <li>3. ไขควงเช็กไฟ</li> <li>4. มัลติมิเตอร์</li> <li>5. แคลมป์มิเตอร์ (เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า)</li> <li>6. ปากกา สมุดจดบันทึก</li> </ol> |                                                                                            |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p style="text-align: center;"><b>ใบงานที่ 1</b></p> |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p>               |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>ชื่องาน : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์</p>            |                                                                                     |
| <p style="text-align: center;"><b>ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน</b></p> <p><b>1. อธิบายความหมายและหน้าที่ของเซอร์กิตเบรกเกอร์</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ศึกษาความหมายของเซอร์กิตเบรกเกอร์จากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลที่กำหนด</li> <li>สังเกตและวิเคราะห์บทบาทของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในระบบไฟฟ้า</li> <li>สรุปหน้าที่หลักของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เช่น การป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรและกระแสเกิน</li> <li>อภิปรายหรือบันทึกความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์</li> </ol> <p><b>2. จำแนกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามหลักการทำงานและการใช้งาน</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เช่น MCB (Miniature Circuit Breaker), MCCB (Molded Case Circuit Breaker), ELCB/RCCB (Earth Leakage Circuit Breaker / Residual Current)</li> <li>แบ่งประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามหลักการทำงาน เช่น ชนิดที่ใช้หลักการความร้อน (Thermal), ชนิดที่ใช้หลักการแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetik), ชนิดที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์</li> <li>ศึกษาและบันทึกตัวอย่างการใช้งานจริงของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิดลงในตาราง</li> </ol> <p><b>3. เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิด</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ศึกษาข้อดี-ข้อเสียของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละประเภท เช่น ขนาดและน้ำหนัก ความสามารถในการตัดวงจร ราคาและความคุ้มค่า</li> <li>รวบรวมข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงต่างๆ เพื่อใช้เปรียบเทียบ</li> <li>จัดทำตารางเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละประเภท</li> <li>วิเคราะห์ว่าชนิดใดเหมาะกับการใช้งานแบบใด</li> <li>สรุปผลและอภิปรายเกี่ยวกับการเลือกใช้งานในสถานการณ์ต่างๆ</li> </ol> |                                                      |                                                                                     |

|                                                                                   |                                    |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ใบงานที่ 1                         |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร    |  |                                                                                     |
|                                                                                   | ชื่องาน : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ |  |                                                                                     |

4. เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้า

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ศึกษาหลักการเลือกขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยพิจารณาจาก กระแสไฟฟ้าที่โหลดต้องการ (Current Rating) ประเภทของโหลด (Resistive, Inductive, Motor Load ฯลฯ) ระดับแรงดันที่ใช้งาน (Voltage Rating)

ค่าความสามารถในการตัดกระแสลัดวงจร (Breaking Capacity)

2. ฝึกคำนวณหาค่ากระแสที่เหมาะสมสำหรับโหลดไฟฟ้าต่างๆ

3. ศึกษาการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ในตู้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าภายในอาคาร

4. ทดลองเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับสถานการณ์จำลอง เช่น ระบบไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย ระบบไฟฟ้าในอาคารพาณิชย์ ระบบไฟฟ้าโรงงานอุตสาหกรรม

5. สรุปแนวทางการเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท

ให้นักเรียนนักศึกษาบันทึกผลการเรียนรู้เกี่ยวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ลงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตารางจำแนกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์

| ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์               | หลักการทำงาน | ลักษณะการใช้งาน | ตัวอย่างการใช้งาน |
|----------------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|
| MCB (Miniature Circuit Breaker)        |              |                 |                   |
| MCCB (Molded Case Circuit Breaker)     |              |                 |                   |
| RCCB (Residual Current CircuitBreaker) |              |                 |                   |
| ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)   |              |                 |                   |



|                                                                                   |                                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบงานที่ 1</b>                  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร    |                                                                                     |
|                                                                                   | ชื่องาน : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ |                                                                                     |

ตารางที่ 2 ตารางจำแนกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์

| ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์                | ข้อดี | ข้อเสีย |
|-----------------------------------------|-------|---------|
| MCB (Miniature Circuit Breaker)         |       |         |
| MCCB (Molded Case Circuit Breaker)      |       |         |
| RCCB (Residual Current Circuit Breaker) |       |         |
| ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)    |       |         |

ให้นักเรียนนักศึกษาบันทึกผลการเรียนรู้เกี่ยวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ลงในตารางต่อไปนี้  
 ตารางที่ 3 ตารางการเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้า

| ประเภทโหลดไฟฟ้า             | กำลังไฟฟ้า (Watt) | กระแสไฟฟ้า (Amp) | ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เหมาะสม |
|-----------------------------|-------------------|------------------|------------------------------------|
| เตารีดทั่วไป (บ้านพักอาศัย) |                   |                  |                                    |
| หลอดไฟ LED ..... ดวง        |                   |                  |                                    |
| เครื่องปรับอากาศ ..... BTU  |                   |                  |                                    |
| เครื่องทำน้ำอุ่น            |                   |                  |                                    |

|                                                                                   |                                    |  |  |  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบงานที่ 1</b>                  |  |  |  |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร    |  |  |  |                                                                                     |
|                                                                                   | ชื่องาน : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ |  |  |  |                                                                                     |

ตารางที่ 4 ตารางบันทึกผลการทดลองเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์

| ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์    | โหลดที่ใช้ (Watt) | กระแสที่ใช้ (Amp) | เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เลือก | ผลการทดสอบ |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------|
| ระบบแสงสว่างในบ้าน          |                   |                   |                           |            |
| เตารีดทั่วไป (บ้านพักอาศัย) |                   |                   |                           |            |
| เครื่องปรับอากาศ 18000 BTU  |                   |                   |                           |            |
| เครื่องทำน้ำอุ่น            |                   |                   |                           |            |

**สรุปผล** ให้นักเรียนนักศึกษาสรุปผลการปฏิบัติงานชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

|  | แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 1                                         |            |   |   |   |  |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                    |            |   |   |   |                                                                                     |          |
|                                                                                   | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์                                    |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| ชื่อ-นามสกุล..... รหัสนักศึกษา .....                                              |                                                                      |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| แผนก ..... วันที่ปฏิบัติงาน .....                                                 |                                                                      |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| เกณฑ์การให้คะแนน                                                                  |                                                                      |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| ให้คะแนนตามระดับคุณภาพของการปฏิบัติงาน โดยใช้ระดับคะแนนดังนี้                     |                                                                      |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 5 = ดีเยี่ยม, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง                     |                                                                      |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| ข้อ                                                                               | รายการประเมิน                                                        | ระดับคะแนน |   |   |   |                                                                                     | หมายเหตุ |
|                                                                                   |                                                                      | 5          | 4 | 3 | 2 | 1                                                                                   |          |
| 1                                                                                 | ความถูกต้องของข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์                |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 2                                                                                 | การอธิบายหน้าที่ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิด                        |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 3                                                                                 | ความสามารถในการแยกแยะประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์                      |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 4                                                                                 | การวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิด |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 5                                                                                 | ความถูกต้องของการระบุการใช้งานที่เหมาะสม                             |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 6                                                                                 | ความสามารถในการเขียนสัญลักษณ์หรือลักษณะทางกายภาพของเซอร์กิตเบรกเกอร์ |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 7                                                                                 | การจัดรูปแบบและความเรียบร้อยของใบงาน                                 |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 8                                                                                 | การใช้ศัพท์เทคนิคไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง                                |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 9                                                                                 | ความสามารถในการสรุปสาระสำคัญของเซอร์กิตเบรกเกอร์                     |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 10                                                                                | ความตั้งใจและความรับผิดชอบในการทำใบงาน                               |            |   |   |   |                                                                                     |          |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 1</b> |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร   |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | เรื่อง : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์   |                                                                                     |
| <p style="text-align: center;"><b>สรุปผลการประเมิน</b></p> <p>คะแนนรวม : ..... คะแนน (เต็ม 50 คะแนน)</p> <p>ผลการประเมิน :</p> <p><input type="checkbox"/> ผ่าน (ได้คะแนนตั้งแต่ 30 คะแนนขึ้นไป)</p> <p><input type="checkbox"/> ต้องปรับปรุง (ได้น้อยกว่า 30 คะแนน)</p> <p>ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ประเมิน :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ชื่อผู้ประเมิน ..... ตำแหน่ง .....</p> <p>ลงชื่อ ..... วันที่ .....</p> |                                     |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p style="text-align: center;"><b>ใบงานที่ 2</b></p> |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p>               |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>ชื่องาน : ชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์</p>            |                                                                                     |
| <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สามารถศึกษาชุดฝึกและออกแบบวงจรไฟฟ้าของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. สามารถอธิบายการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. สามารถติดตั้งและเชื่อมต่อวงจรได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. สามารถเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> <p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p><b>ด้านความรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายหลักการทำงานของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า</li> <li>3. วิเคราะห์โครงสร้างและระบบการจ่ายไฟฟ้าของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. ออกแบบวงจรไฟฟ้าของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตตามหลักการได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ด้านทักษะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ไฟฟ้าในการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. ปฏิบัติตามขั้นตอนการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้ตามแผนที่ออกแบบไว้ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการติดตั้งได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างเหมาะสมและปลอดภัย</li> </ol> <p><b>ด้านเจตคติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีความรับผิดชอบต่อความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่นในขณะปฏิบัติงาน</li> <li>2. ปฏิบัติงานด้วยความละเอียด รอบคอบ และเป็นระเบียบ</li> <li>3. มีทัศนคติที่ดีต่อการทำงานเป็นทีม และสามารถร่วมมือกับผู้อื่นได้</li> <li>4. ตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานตามมาตรฐานทางไฟฟ้า</li> </ol> <p><b>เครื่องมือวัสดุ/อุปกรณ์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส</li> <li>2. ไขควงปากแฉก</li> <li>3. ไขควงเช็คไฟ</li> <li>4. ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</li> <li>5. กระดาษเขียนวงจร</li> <li>6. ปากกา สมุดจดบันทึก</li> </ol> |                                                      |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p style="text-align: center;"><b>ใบงานที่ 2</b></p> |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p>               |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>ชื่องาน : การติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p>       |                                                                                     |
| <p><b>ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน</b></p> <p><b>1. การศึกษาชุดฝึกและออกแบบวงจร</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สังเกตและศึกษา ชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ที่ให้มา วิเคราะห์ว่ามีอุปกรณ์ใดบ้างในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</li> <li>2. ค้นหาข้อมูล เกี่ยวกับหน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละตัว เช่น เบรกเกอร์, บัสบาร์, อุปกรณ์ป้องกัน</li> <li>3. ออกแบบวงจรไฟฟ้า โดยอ้างอิงจากชุดฝึกทักษะเป็นชุดอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ให้อาวัดผังวงจรที่คาดว่าจะต้องเดินสายจริง</li> </ol> <p><b>2. การติดตั้งอุปกรณ์ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ</li> <li>2. ปิดแหล่งจ่ายไฟ และตรวจสอบมาตรการความปลอดภัย</li> <li>3. ติดตั้งเมนเบรกเกอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ล้อย่อย</li> <li>4. ตรวจสอบความถูกต้องของการเชื่อมต่อและขันขั้วสายไฟให้แน่น</li> <li>5. ให้นักเรียนวาดแผนผังการเดินสายไฟฟ้าของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</li> <li>6. ให้นักเรียนวาด Wiring Diagram (ไดอะแกรมเดินสายหรือรูปแบบงานจริง) ที่แสดงการเดินสายไฟจากเมนเบรกเกอร์ไปยังเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยและโหลด</li> <li>7. ตรวจสอบความถูกต้องจุดเชื่อมต่อวงจรที่ออกแบบ</li> </ol> |                                                      |                                                                                     |







|  | แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 2                              |            |   |   |   |  |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                         |            |   |   |   |                                                                                     |          |
|                                                                                   | เรื่อง : การติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต                    |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| ชื่อ-นามสกุล..... รหัสนักศึกษา .....                                              |                                                           |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| แผนก ..... วันที่ปฏิบัติงาน .....                                                 |                                                           |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| เกณฑ์การให้คะแนน                                                                  |                                                           |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| ให้คะแนนตามระดับคุณภาพของการปฏิบัติงาน โดยใช้ระดับคะแนนดังนี้                     |                                                           |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 5 = ดีเยี่ยม, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง                     |                                                           |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| ข้อ                                                                               | รายการประเมิน                                             | ระดับคะแนน |   |   |   |                                                                                     | หมายเหตุ |
|                                                                                   |                                                           | 5          | 4 | 3 | 2 | 1                                                                                   |          |
| 1                                                                                 | ความเข้าใจในหลักการทำงานของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต            |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 2                                                                                 | ความถูกต้องของวงจรที่ออกแบบ                               |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 3                                                                                 | การเลือกใช้อุปกรณ์และสายไฟที่เหมาะสม                      |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 4                                                                                 | การปฏิบัติตามขั้นตอนการติดตั้งอย่างถูกต้อง                |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 5                                                                                 | การออกแบบวงจรไฟฟ้าและเขียน Single Line Diagram ได้ถูกต้อง |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 6                                                                                 | การเขียน Wiring Diagram แสดงการเดินสายไฟได้ถูกต้อง        |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 7                                                                                 | การติดตั้งอุปกรณ์ในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้ตามมาตรฐาน       |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 8                                                                                 | ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน                                |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 9                                                                                 | การทำงานเป็นทีมและความร่วมมือ                             |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 10                                                                                | ความตรงต่อเวลาในการส่งงาน                                 |            |   |   |   |                                                                                     |          |

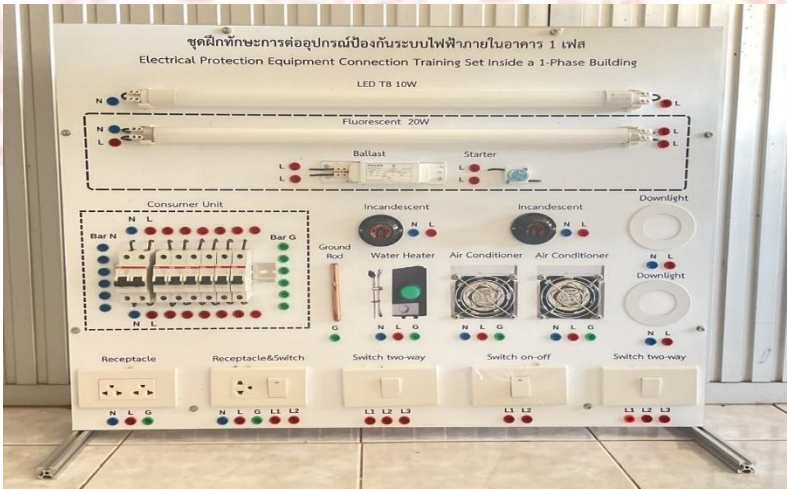


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 2</b>    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร      |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | เรื่อง : การติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |
| <p style="text-align: center;"><b>สรุปผลการประเมิน</b></p> <p>คะแนนรวม : ..... คะแนน (เต็ม 50 คะแนน)</p> <p>ผลการประเมิน :</p> <p><input type="checkbox"/> ผ่าน (ได้คะแนนตั้งแต่ 30 คะแนนขึ้นไป)</p> <p><input type="checkbox"/> ต้องปรับปรุง (ได้น้อยกว่า 30 คะแนน)</p> <p>ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ประเมิน :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ชื่อผู้ประเมิน ..... ตำแหน่ง .....</p> <p>ลงชื่อ ..... วันที่ .....</p> |                                        |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p style="text-align: center;"><b>ใบงานที่ 3</b></p> <p>ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>ชื่องาน : การต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> |  |
| <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. หลักการทำงานของวงจรในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</li> <li>2. เขียนแผนผังการต่อสายภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ต่อวงจรไฟฟ้าภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. ทดสอบและตรวจสอบระบบไฟฟ้าหลังการติดตั้งได้อย่างถูกต้อง</li> <li>5. ปฏิบัติงานติดตั้งระบบไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัยตามหลักมาตรฐานทางไฟฟ้า</li> </ol> <p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p><b>ด้านความรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกความหมายและหน้าที่ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. อธิบายหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ศึกษาแผนผัง Single Line Diagram (SLD) ของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ด้านทักษะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ปฏิบัติการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตตามมาตรฐานทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. ต่อสายวงจรไฟฟ้าภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า (มัลติมิเตอร์) ตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. ทดสอบระบบไฟฟ้าหลังการติดตั้งและสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้</li> </ol> <p><b>ด้านเจตคติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวังและปลอดภัยตลอดกระบวนการทำงาน</li> <li>2. ปฏิบัติงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพและมีความรับผิดชอบ</li> <li>3. มีทัศนคติที่ดีต่อการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า</li> </ol> <p><b>เครื่องมือ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไขควงแบน</li> <li>2. ไขควงปากแฉก</li> <li>3. ไขควงเช็คไฟ</li> <li>4. มัลติมิเตอร์</li> <li>5. สายไฟฟ้า Banana Jack</li> <li>6. ปากกา สมุดจดบันทึก</li> </ol> |                                                                                                                                            |                                                                                     |

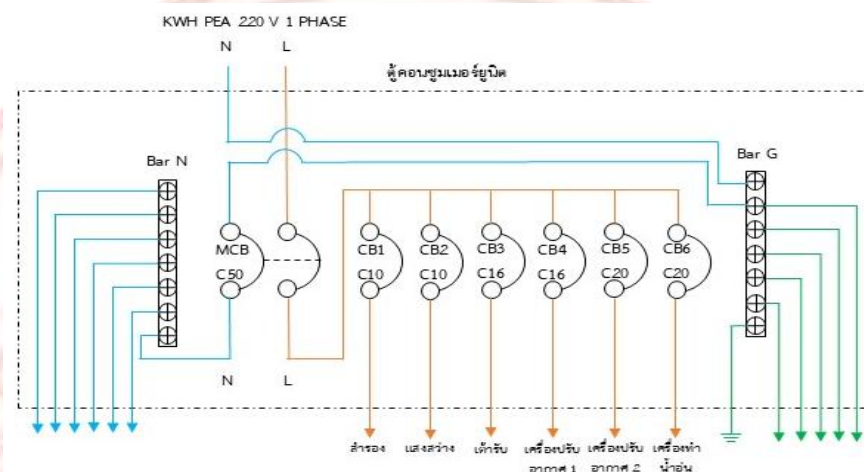
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                            |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p style="text-align: center;"><b>ใบงานที่ 3</b></p> <p>ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>ชื่องาน : การต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> |  |
| <p><b>วัตถุประสงค์/อุปกรณ์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส ต่อนักเรียน 1 กลุ่ม</li> <li>2. เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์</li> <li>3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ลู่ย่อย</li> </ol> <p><b>ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน</b></p> <p>แบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามจำนวนชุดฝึก</p> <p><b>1. ตรวจสอบอุปกรณ์ในแผงฝึก</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ติดตั้งในแผงฝึก เช่น เมนเบรกเกอร์ (Main Breaker) เบรกเกอร์ย่อย (MCB, RCCB) บัสบาร์ (Busbar) ขั้วต่อสายไฟ (Banana Jack) สำหรับ L, N, G โหลดจำลอง เช่น หลอดไฟ, เตารีด, เครื่องใช้ไฟฟ้าจำลอง</li> <li>2. ตรวจสอบว่าสาย Banana Jack มีสภาพดี ไม่มีรอยชำรุด</li> </ol> <p><b>2. ขั้นตอนการต่อวงจรอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ให้นักเรียนศึกษาอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าในแผงชุดฝึกทักษะ</li> <li>2. กำหนดโหลดแต่ละประเภท เช่น แสงสว่าง (หลอดไฟ) → ใช้ MCB 10A, เตารีด (ปลั๊กไฟ) → ใช้ MCB 16A, เครื่องทำน้ำอุ่น → ใช้ MCB 16-20A + RCCB 30mA, เครื่องปรับอากาศ → ใช้ MCB 16-20A</li> <li>3. กำหนดจุดเสียบสาย Banana Jack ตามวงจร</li> </ol> <p><b>3. ต่อวงจรไฟฟ้าด้วยขั้วเสียบ Banana Jack</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ปิด เมนเบรกเกอร์ เพื่อความปลอดภัย</li> <li>2. ต่อ สาย L (สีน้ำตาล/แดง) จากเมนเบรกเกอร์ไปยังเบรกเกอร์ย่อย</li> <li>3. ต่อ สายจากเบรกเกอร์ย่อยไปยังขั้วโหลด แต่ละประเภท</li> <li>4. ต่อ สาย N (สีน้ำเงิน) จากนิวทรัลบาร์ไปยังโหลด</li> <li>5. ต่อ สาย G (สีเขียว/เหลือง) จากกราวด์บาร์ไปยังโหลด</li> <li>6. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีการต่อสายไขว้กัน</li> </ol> |                                                                                                                                            |                                                                                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                            |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p style="text-align: center;"><b>ใบงานที่ 3</b></p> <p>ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>ชื่องาน : การต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> |  |
| <p><b>4. การทดสอบวงจรในแผงฝึก</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบความแน่นของขั้วต่อ Banana Jack</li> <li>2. เปิด เมนูเบรกเกอร์ และเช็คว่ามีไฟเข้าสู่เบรกเกอร์ย่อยหรือไม่</li> <li>3. ทดสอบโหลดแต่ละประเภทโดยเปิดเบรกเกอร์ย่อย วงจรแสงสว่าง → หลอดไฟต้องติด, วงจรเตารีด → ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า (ต้องได้ประมาณ 220V), วงจรน้ำอุ่นและแอร์ → ตรวจสอบการทำงานของ RCCB โดยกดปุ่ม "Test"</li> <li>4. ปิดระบบ และตรวจสอบจุดที่อาจมีปัญหา</li> </ol> <p><b>5. วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในแผงฝึก</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. หากโหลดไม่ทำงาน ให้ตรวจสอบ ขั้วต่อสาย Banana Jack หลวมไหม, เบรกเกอร์ทำงานผิดปกติหรือไม่, มีการสลับขั้ว L และ N หรือไม่?</li> <li>2. ใช้ มัลติมิเตอร์ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า ตามจุดต่างๆ</li> <li>3. ถ้า RCCB ไม่ตัดวงจรเมื่อกดปุ่ม Test → RCCB อาจชำรุด</li> <li>4. บันทึกผลการตรวจสอบและปรับปรุงวงจรให้ถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ให้นักเรียนศึกษาอุปกรณ์ในแผงชุดฝึกตามรูปภาพดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและทำการทดสอบต่อวงจร</b></p> <div data-bbox="448 1435 1238 1921" data-label="Image">  </div> <p style="text-align: center;">รูปงานแผงชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส</p> |                                                                                                                                            |                                                                                     |

|                                                                                   |                                                                                                 |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบงานที่ 3</b><br>ชื่อวิชา การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร<br>ชื่องาน : การต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

ให้นักเรียนนักศึกษาศึกษาวงจรการต่อตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ดังรูปต่อไปนี้และต่อวงจรอุปกรณ์ควบคุมอุปกรณ์ป้องกันให้ถูกต้องตามวงจรให้ถูกต้อง



แผนผัง Single Line Diagram

ให้นักเรียนนักศึกษำบันทึกผลการต่อวงจรอุปกรณ์ควบคุมตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตลงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตารางจำแนกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์

| ลำดับ | โหลดไฟฟ้า        | ผลการทำงาน | วิธีการแก้ปัญหา |
|-------|------------------|------------|-----------------|
| 1     | หลอดไฟ           |            |                 |
| 2     | เตารีด           |            |                 |
| 3     | เครื่องทำน้ำอุ่น |            |                 |
| 4     | เครื่องปรับอากาศ |            |                 |
| 5     | RCCB (ทดสอบ)     |            |                 |

ให้นักเรียนนักศึกษำสรุปผลการปฏิบัติงานการต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

.....

.....

.....

|                                                                                   |                                               |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 3</b>           |  |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</b>      |                                                                                     |
|                                                                                   | <b>เรื่อง : การต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</b> |                                                                                     |

**ชื่อ-นามสกุล..... รหัสนักศึกษา .....**  
**แผนก ..... วันที่ปฏิบัติงาน .....**  
 เกณฑ์การให้คะแนน  
 ให้คะแนนตามระดับคุณภาพของการปฏิบัติงาน โดยใช้ระดับคะแนนดังนี้  
 5 = ดีเยี่ยม, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง

| ข้อ | รายการประเมิน                              | ระดับคะแนน |   |   |   |   | หมายเหตุ |
|-----|--------------------------------------------|------------|---|---|---|---|----------|
|     |                                            | 5          | 4 | 3 | 2 | 1 |          |
| 1   | ความเข้าใจในวงจรของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต     |            |   |   |   |   |          |
| 2   | ความถูกต้องของการต่อวงจรตามแบบ             |            |   |   |   |   |          |
| 3   | การเลือกใช้อุปกรณ์และสายไฟที่เหมาะสม       |            |   |   |   |   |          |
| 4   | การปฏิบัติตามขั้นตอนการติดตั้งอย่างถูกต้อง |            |   |   |   |   |          |
| 5   | ความปลอดภัยในการทำงาน                      |            |   |   |   |   |          |
| 6   | ความเรียบร้อยของงาน                        |            |   |   |   |   |          |
| 7   | การตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของงาน         |            |   |   |   |   |          |
| 8   | ความสามารถในการอธิบายแนวคิดของงานที่ทำ     |            |   |   |   |   |          |
| 9   | การทำงานเป็นทีมและความร่วมมือ              |            |   |   |   |   |          |
| 10  | ความตรงต่อเวลาในการส่งงาน                  |            |   |   |   |   |          |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                        |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 3</b>    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร      |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | เรื่อง : การต่อวงจรตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |
| <p style="text-align: center;"><b>สรุปผลการประเมิน</b></p> <p>คะแนนรวม : ..... คะแนน (เต็ม 50 คะแนน)</p> <p>ผลการประเมิน :</p> <p><input type="checkbox"/> ผ่าน (ได้คะแนนตั้งแต่ 30 คะแนนขึ้นไป)</p> <p><input type="checkbox"/> ต้องปรับปรุง (ได้น้อยกว่า 30 คะแนน)</p> <p>ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ประเมิน :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ชื่อผู้ประเมิน ..... ตำแหน่ง .....</p> <p>ลงชื่อ ..... วันที่ .....</p> |                                        |                                                                                     |

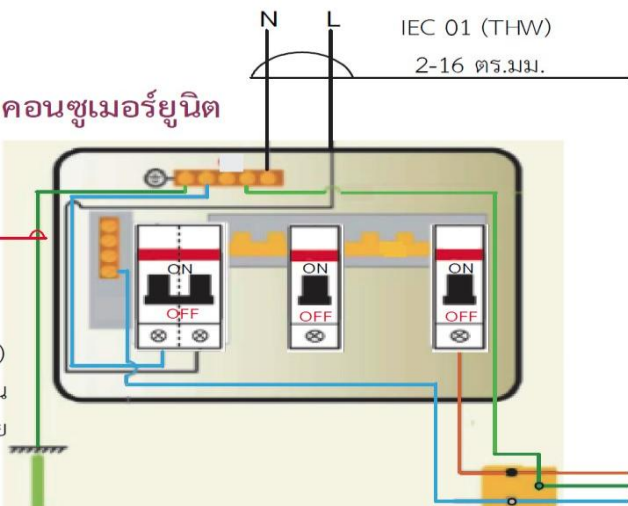
ใบเนื้อหา ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินให้คะแนนใบงาน  
การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                   |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>ใบเนื้อหา</b><br>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร<br>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า |  |
| <p><b>หัวข้อเรื่อง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าในอาคาร</li> <li>2. การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของอุปกรณ์ป้องกัน</li> <li>3. สรุปสาระสำคัญ</li> </ol> <p><b>สมรรถนะย่อย</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต การตรวจสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร</li> <li>2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานความปลอดภัย</li> <li>3. เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า รวมถึงการเลือกใช้ อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าให้เหมาะสม</li> </ol> <p><b>วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p><b>ด้านความรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต การตรวจสอบ และการแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร</li> <li>2. บอกขั้นตอนและบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าด้วยความปลอดภัย ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ตรวจสอบและวิเคราะห์แก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า รวมถึงการเลือกใช้ อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าให้เหมาะสม</li> </ol> <p><b>ด้านทักษะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สามารถวางแผนผังวงจรไฟฟ้าสำหรับติดตั้งตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้อย่างถูกต้อง</li> <li>2. สามารถติดตั้งและตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตตามมาตรฐานได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า และสามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> |                                                                                                                   |                                                                                     |



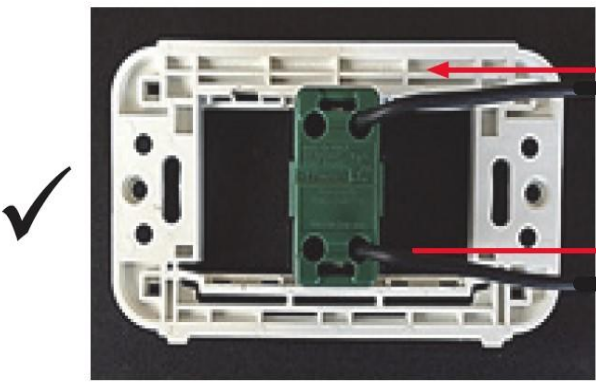
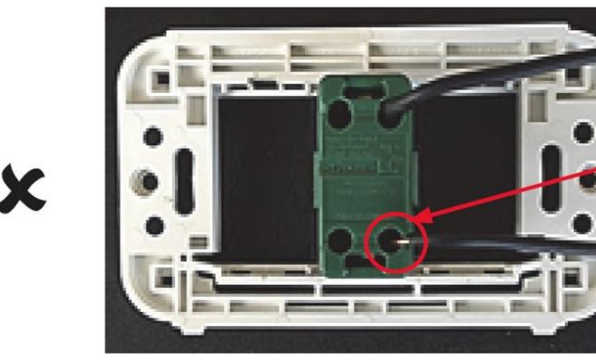
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>ใบเนื้อหา</b><br>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร<br>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า |  |
| <p><b>ด้านคุณธรรม จริยธรรม/บูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีความตระหนักถึงความปลอดภัยในการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า</li> <li>2. ปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ รอบคอบ และมีความเป็นมืออาชีพ</li> <li>3. มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทดลอง และพัฒนาทักษะเกี่ยวกับงานระบบไฟฟ้า</li> </ol> <p><b>สาระสำคัญ</b></p> <p>อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อผ่านการใช้งานในระยะเวลาหนึ่งอาจจะเสื่อมสภาพ ชำรุดเสียหาย ไม่สามารถใช้งานได้เช่นเดิม จึงเป็นหน้าที่ของช่างไฟฟ้าต้องเข้าไปดูแลรักษา ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น จนสามารถใช้งานได้ถ้าหากแก้ไขไม่ได้จำเป็นต้องเปลี่ยนอุปกรณ์อันใหม่เข้าไปแทน เพื่อให้ระบบไฟฟ้า มีความปลอดภัย พ้นจากสภาวะ ผิดปกติหรือที่เรียกว่า ฟอลต์ (fault) ได้แก่การตรวจสอบ การซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าภายในอาคารและภายนอกอาคาร โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสได้แก่ เซอร์กิตเบรกเกอร์ แรงต่ำ การตรวจสอบฉนวน ของ สายไฟฟ้า เป็นต้น</p> <p><b>เนื้อหาสาระ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า       <p>การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้าตั้งแต่วิธีการเดินสายไฟฟ้า การเลือกใช้ และติดตั้ง อุปกรณ์ และการต่อวงจร โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน วสท. ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวิธีการเดินสายไฟฟ้า           <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การตรวจสอบวิธีการเดินสายที่ใช้เหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้ง ในการตรวจสอบต้องให้ความสำคัญระดับต้น ๆ ถึงข้อกำหนดที่ใช้และห้ามใช้ตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย บางวิธีการเดินสายอาจใช้ได้กับสถานที่หนึ่ง แต่ไม่อาจใช้กับอีกสถานที่หนึ่ง</li> <li>2. การตรวจสอบการใช้งานของสายไฟฟ้า               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องไม่มีการแตก กรอบ รอยไหม้ ชำรุด</li> <li>(2) ถ้าในบ้านมีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น ควรตรวจสอบขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้อยู่ว่าเหมาะสมหรือไม่</li> <li>(3) ตรวจสอบสายไฟบริเวณที่ทะลุผ่านฝ้าเพดานหรือผนัง ต้องมีฉนวนรองรับการบาดสายตรวจริยเหตุและเปลี่ยนสาย</li> </ol> </li> <li>3. การตรวจสอบการติดตั้งสายต่อหลักดิน โดยสายต่อหลักดินให้ตรวจสอบตามขนาดตัวนำของสายประธาน</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> |                                                                                                                   |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                            |                                                                         |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                                                                                           |                                                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</b>                                                                                                   |                                                                         |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</b>                                                                            |                                                                         |                                                                                     |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>สายต่อหลักดิน</b><br/>IEC 01 (THW)<br/>10 ตร.มม.<br/>เดินในท่อพีวีซี</p> <p><b>ข้อตรวจสอบ</b><br/>สายประธาน IEC 01 (THW)<br/>16 ตร.มม. ใช้สายต่อหลักดิน<br/>10 ตร.มม. มีการป้องกันสาย</p> <p style="text-align: center;">✓</p> </div> <div style="width: 60%; text-align: center;">  <p><b>คอนซูเมอร์ยูนิต</b></p> </div> </div> |                                                                                                                                            |                                                                         |                                                                                     |
| <b>ตัวอย่างการตรวจสอบสายต่อหลักดิน</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                            |                                                                         |                                                                                     |
| <p>มาตรฐานหลักดินและสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน เป็นแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง หรือแท่งทองแดง หรือแท่งทองแดงอาบสังกะสี ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15.87 มม. (5/8 นิ้ว) (ขนาด โดยประมาณ 14.20 มม. (0.560 นิ้ว) สำหรับแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง และขนาด โดยประมาณ 15.87 มม. (0.625 นิ้ว) สำหรับแท่งทองอาบสังกะสี)</p>                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            |                                                                         |                                                                                     |
| <b>ตารางที่ 1 การตรวจสอบและทดสอบระบบสายดิน</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                            |                                                                         |                                                                                     |
| <b>รายการ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>การตรวจสอบ/การทดสอบ</b>                                                                                                                 | <b>ข้อสรุป</b>                                                          |                                                                                     |
| <b>1. สายดินของแผงย่อย</b><br><br>- ชนิดและขนาด                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | - ชนิดของสายที่ใช้.....<br>- ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.                                                                                   | <input type="checkbox"/> ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง |                                                                                     |
| - วิธีการต่อสาย                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="checkbox"/> เชื่อมต่อด้วยแคลมป์<br><input type="checkbox"/> เชื่อมต่อด้วยความร้อน<br><input type="checkbox"/> อื่นๆ ระบุ..... | <input type="checkbox"/> ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง |                                                                                     |
| - ความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่จัดต่อสาย                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - ค่าความต้านทาน.....มิลลิโอห์ม                                                                                                            |                                                                         |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                   | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|                                                                                                                                                                                                    | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                    | เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |
| <b>ตารางที่ 1 การตรวจสอบและทดสอบระบบสายดิน(ต่อ)</b>                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |
| <b>รายการ</b>                                                                                                                                                                                      | <b>การตรวจสอบ/การทดสอบ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>ข้อสรุป</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |
| <b>2. การต่อฝากระหว่างกราวด์บาร์กับโครงโลหะของแผงย่อย</b><br>- วิธีการต่อฝาก                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> ต่อฝากโดยใช้สายตัวนำ<br>- ชนิดของสายที่ใช้.....<br>- ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.<br><input type="checkbox"/> ต่อฝากโดยใช้โครงสร้างของแผงย่อย                                                                                                                                                                                                           | <input type="checkbox"/> ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |
| <b>3. สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า</b><br>- พิกัด CB1.....แอมแปร์<br>- พิกัด CB2.....แอมแปร์<br>- พิกัด CB3.....แอมแปร์<br>- พิกัด CB4.....แอมแปร์<br>- พิกัด CB5.....แอมแปร์<br>- พิกัด CB6.....แอมแปร์ | - ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.<br>- ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.<br>- ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.<br>- ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.<br>- ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.<br>- ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง |                                                                                     |
| <b>4. ความต่างศักย์กราวด์บาร์</b><br>ของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต<br>- ระหว่างกราวด์บาร์กับนิวทรัลบาร์<br>- ระหว่างกราวด์บาร์กับสายเส้นไฟ                                                                | - ค่าแรงดันไฟฟ้า.....โวลต์<br>- ค่าแรงดันไฟฟ้า.....โวลต์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |
| <b>5. หลักดิน</b><br>- ชนิดของหลักดิน<br>- จำนวนหลักดิน ถ้ามากกว่า 1 หลัก<br>การต่อฝากระหว่างหลักดิน                                                                                               | <input type="checkbox"/> แท่งหลักดิน<br><input type="checkbox"/> แผ่นโลหะ<br><input type="checkbox"/> อื่นๆ ระบุ.....<br><input type="checkbox"/> ไม่สามารถตรวจสอบได้<br><input type="checkbox"/> สามารถตรวจสอบได้ มีลักษณะการต่อ<br><input type="checkbox"/> เชื่อมต่อด้วยแคลมป์<br><input type="checkbox"/> เชื่อมต่อด้วยความร่อน<br><input type="checkbox"/> อื่นๆ ระบุ..... | <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |



|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | <b>ใบเนื้อหา</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                | เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>ตารางที่ 1 การตรวจสอบและทดสอบระบบสายดิน(ต่อ)</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>รายการ</b><br><br><b>6. สายต่อหลักดิน</b><br>- ชนิดและขนาด<br><br>- ลักษณะการติดตั้งสายต่อหลักดิน<br><br>- การต่อสายหลักดิน | <b>การตรวจสอบ/การทดสอบ</b><br><br>- ชนิดของสายที่ใช้.....<br>- ขนาดของสายที่ใช้.....ตร.มม.<br><br><input type="checkbox"/> ติดตั้งในท่อโลหะ<br><br><input type="checkbox"/> ติดตั้งในท่อโลหะ<br><input type="checkbox"/> อื่นๆ ระบุ.....<br><br><input type="checkbox"/> เชื่อมต่อด้วยแคลป์<br><input type="checkbox"/> เชื่อมต่อด้วยความร้อน<br><input type="checkbox"/> อื่นๆ ระบุ..... | <b>ข้อสรุป</b><br><br><input type="checkbox"/> ถูกต้อง<br><input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง<br><br><input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง<br><br><input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง |
| <b>3. ความต้านทานระหว่างดินกับหลักดิน</b>                                                                                      | <input type="checkbox"/> น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 โอห์ม<br><input type="checkbox"/> มากกว่าหรือเท่ากับ 5 โอห์ม<br>- ค่าที่วัดได้.....โอห์ม                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> ถูกต้อง <input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้อง                                                                                                                                                                                  |
| <b>1.2 การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง</b>                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>1. การตรวจสอบวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์</b>                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| (1) ตรวจสอบหลอดไฟ หลอดขาดหรือเสื่อมสภาพ บางครั้งอาจสังเกตจากขั้วหลอดสีดำหรือขั้วหลอดหมุนไปมา                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| (2) ตรวจสอบสตาร์ทเตอร์ โดยหมุนขั้วถ้าไม่หลอดไม่สว่างทดลองเปลี่ยนสตาร์ทเตอร์                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| (3) ตรวจสอบบัลลาสต์ ซึ่งอาจขาดหรือไหม้ มีเสียงดังหึ่ง ๆ ตรวจสอบด้วยสายตา หรือกลิ่น ไหม้ หรือใช้ไขควงวัดไฟ                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| (4) ตรวจสอบการต่อสวิตช์ควบคุมหลอด สวิตช์ต้องต่อสายเส้นไฟก่อนเข้าบัลลาสต์                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |

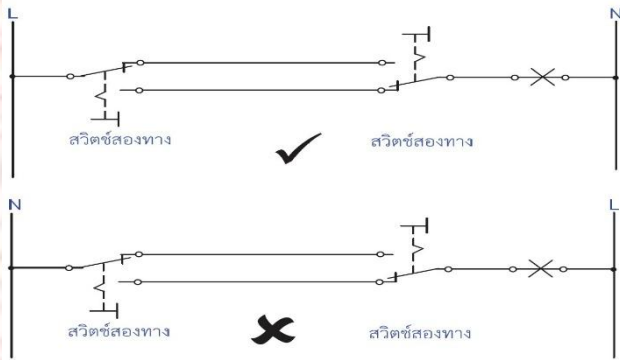
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                              |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p style="text-align: center;"><b>ใบเนื้อหา</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> |  |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>✓</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>สายเส้นไฟ<br/>(สายไฟเข้าจากจุดจ่ายไฟ)</p> <p>สายเส้นไฟ<br/>(สายไฟออกไปหลอดไฟ)<br/>ถ้าเป็นหลอด FL<br/>สายไฟออกไปเข้าบัลลาสต์</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">ก) การตรวจสอบการต่อสายเข้า-ออกสวิตช์</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>✗</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>ถ้ามีตัวนำไฟหลวม<br/>มากเกินไปให้แก้ไข</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">ข) การตรวจสอบการต่อสายเข้าขั้วต่อสาย</p> <p>5) การแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ ของวงจรต้องตัดไฟก่อนทุกครั้งและถ้าไม่มีความรู้ความชำนาญเพียงพอไม่ควรแก้ไขงานนั้น ควรให้ผู้มีความรู้ความชำนาญปฏิบัติงานแทน</p> <p><b>2. การตรวจสอบการต่อขั้วรับหลอด</b> มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 กำหนดให้ขั้วรับหลอดชนิดเกลียว ส่วนเกลียวโลหะที่เป็นทางเดินกระแสต้องต่อกับสายนิวทรัล เท่านั้น</p> |                                                                                                                                                              |                                                                                     |

|                                                                                   |                  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b> |  |
| ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                                 |                  |                                                                                     |
| เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า                          |                  |                                                                                     |



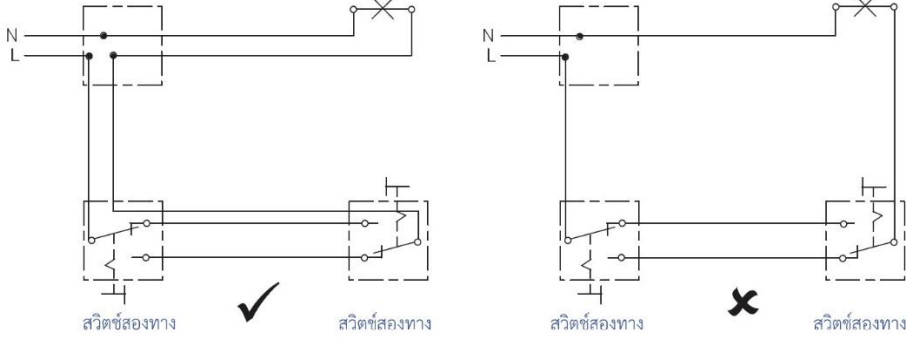
ก) ขั้วรับหลอดแบบเกลียว      ข) ขั้วรับหลอดแบบเสียบ

**3. การตรวจสอบการติดตั้งสวิตช์และตำแหน่งติดตั้ง** การติดตั้งต้องหลีกเลี่ยงจากความเสียหายทางกายภาพ อยู่ในระดับความสูงที่เหมาะสมและอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงเพื่อการใช้งานได้



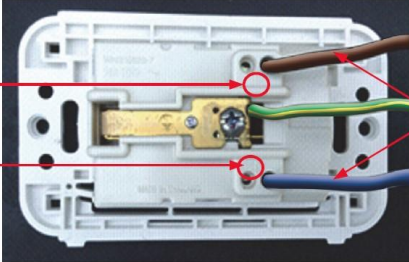
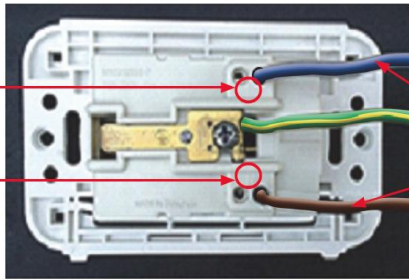
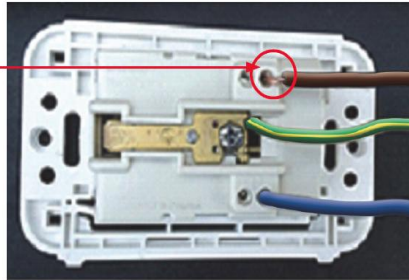
ห้ามติดตั้งสวิตช์ในสายนิวทรัล

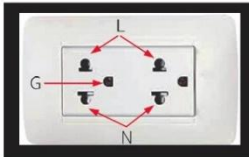
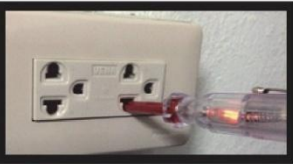
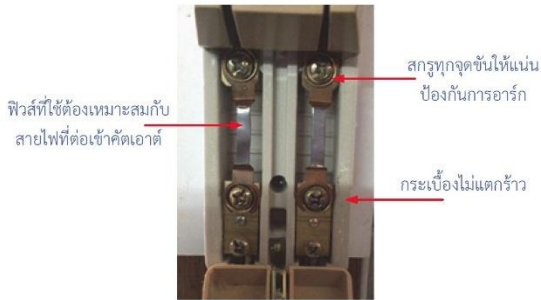
**4. การตรวจสอบการเดินสายไฟฟ้าไปและกลับของวงจรสวิตช์บันได** สายไฟฟ้าวงจรเดียวกันต้องเดินรวมเป็นกลุ่มเดียวกันไปด้วยกัน โดยที่สายนิวทรัลอาจไม่มีความจำเป็นต้องเดินไปที่สวิตช์

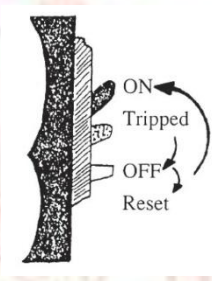


การตรวจสอบการเดินสายไฟฟ้าไปและกลับของวงจรสวิตช์บันได



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                              |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p style="text-align: center;"><b>ใบเนื้อหา</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> |  |
| <p><b>1.3 การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้ากำลัง</b></p> <p>การตรวจสอบการติดตั้งเต้ารับและตำแหน่งติดตั้ง การติดตั้งต้องหลีกเลี่ยงจากความเสียหายทางกายภาพ อยู่ในระดับความสูงที่เหมาะสม เต้ารับต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงเพื่อการใช้งานได้ ต้องตรวจพิกัดแรงดันและกระแสของเต้ารับว่าเหมาะสมหรือไม่</p> <div style="text-align: center;">  <p>สัญลักษณ์อักษร L</p> <p>สัญลักษณ์อักษร N</p> <p>เข้าขั้วสายและใช้สายนถูกต้อง</p> <p>✓</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>สัญลักษณ์อักษร L</p> <p>สัญลักษณ์อักษร N</p> <p>ใช้สายนสลับสายไม่ถูกต้อง</p> <p>✗</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ตัวนำโผล่มากให้แก้ไข</p> <p>✗</p> </div> <p style="text-align: center;">การตรวจสอบการต่อขั้วเต้ารับ</p> |                                                                                                                                                              |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                              |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p style="text-align: center;"><b>ใบเนื้อหา</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> |  |
| <div style="text-align: center;">  <p>ข้อควรระวังตามมาตรฐาน วสท. มองจากด้านหน้า</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>✓<br/>วัดขั้วบนหลอดสว่าง อีก 2 ขั้ว<br/>หลอดไม่สว่างแสดงว่าติดตั้งถูกต้อง</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>✗<br/>ให้แก้ไขโดยสลับสายเส้นไฟกับสายนิวทรัล</p> </div> </div> <h2 style="text-align: center;">2. การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของอุปกรณ์ป้องกัน</h2> <h3 style="text-align: center;">2.1 การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของคัตเอาต์ชนิดมีฟิวส์</h3> <p>การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของคัตเอาต์ชนิดมีฟิวส์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตัดตอนและป้องกันที่ ใช้กันทั่วไป ตัดวงจรด้วยการหลอมละลายของฟิวส์ สิ่งที่ต้องตรวจสอบและแก้ไข ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบขั้วต่อสาย โดยการขันสกรูให้แน่น ประกอบด้วย จุดต่อสายจ่ายไฟเข้า จุดต่อสายจ่ายไฟออก และจุดต่อฟิวส์บนคัตเอาต์</li> <li>2. ตรวจสอบหน้าสัมผัส ต้องขันให้สัมผัสกันแน่นป้องกันการอาร์ก เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ สะดวก</li> <li>3. ตรวจสอบขนาดฟิวส์ต้องให้เหมาะสมกับขนาดของสายไฟและโหลด ฟิวส์ก้ามปู มีขนาดกระแส 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100 A ถ้าสายไฟเข้าคัตเอาต์เป็นสาย IEC 01 (THW) 10 ตร.มม. เดินในอากาศจากกิโลวัตต์ฮาว์รมิเตอร์เข้าคัตเอาต์</li> </ol> <div style="text-align: center;">  <p>การตรวจสอบคัตเอาต์ชนิดมีฟิวส์</p> </div> </div> |                                                                                                                                                              |                                                                                     |

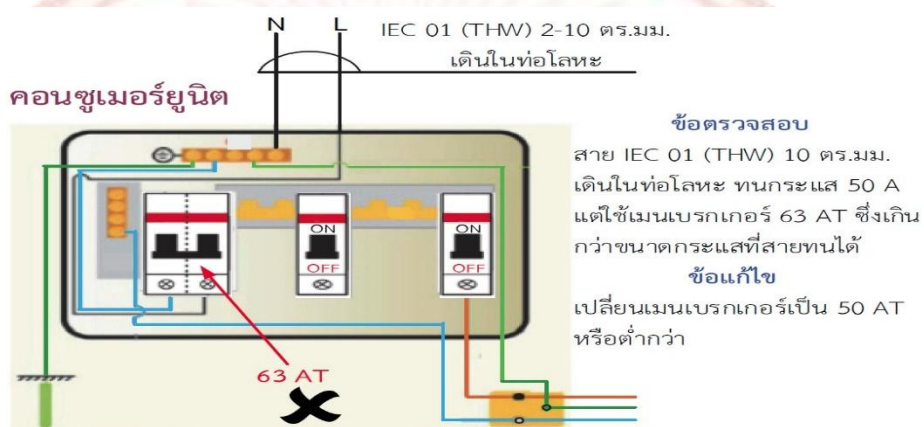
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                              |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p style="text-align: center;"><b>ใบเนื้อหา</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> |  |
| <p><b>2.2 การตรวจสอบทางกลและหน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรกเกอร์</b></p> <p><b>1. การตรวจสอบทางกลของเซอร์กิตเบรกเกอร์</b></p> <p>(1) จับคันโยกขึ้นด้านบน เพื่อให้หน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ต่อถึงกันในตำแหน่ง “ON” ถ้าหากระบบกลไกภายในไม่ล็อกแสดงว่าระบบทางกลชำรุด</p> <p>(2) เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีปุ่มทดสอบ สามารถทดสอบการทำงานของกลไกด้วยการใช้ปลาย วัสดุเล็ก ๆ กดลงที่ปุ่มทดสอบ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="336 831 794 1111">  </div> <div data-bbox="1018 831 1230 1111">  </div> </div> <p style="text-align: center;">เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีปุ่มทดสอบ      การปลดล็อกเมื่อเบรกเกอร์ทริปจากกระแสเกิน หรือลัดวงจร</p> <p><b>2. การตรวจสอบหน้าสัมผัสและความเป็นฉนวน</b> โดยทั่วไปจะใช้มัลติมิเตอร์เป็นเครื่องมือ การตรวจสอบมีหลักปฏิบัติ ดังนี้</p> <p>(1) ขณะที่ตรวจสอบหน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้นต้องตัดแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกก่อน</p> <p>(2) ตรวจสอบหน้าสัมผัส ด้วยการจับคันโยกขึ้นด้านบน ตำแหน่ง “ON” ใช้มัลติมิเตอร์ (ย่าน <math>\times 1</math> หรือ <math>\times 10</math>) ตรวจสอบที่ขั้ว</p> <p><b>2.3 การตรวจสอบความสัมพันธ์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์กับสายไฟฟ้า</b></p> <p>การตรวจสอบการใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์กับสายไฟฟ้า โดยมีหลักสำคัญคือ สายไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้</p> |                                                                                                                                                              |                                                                                     |



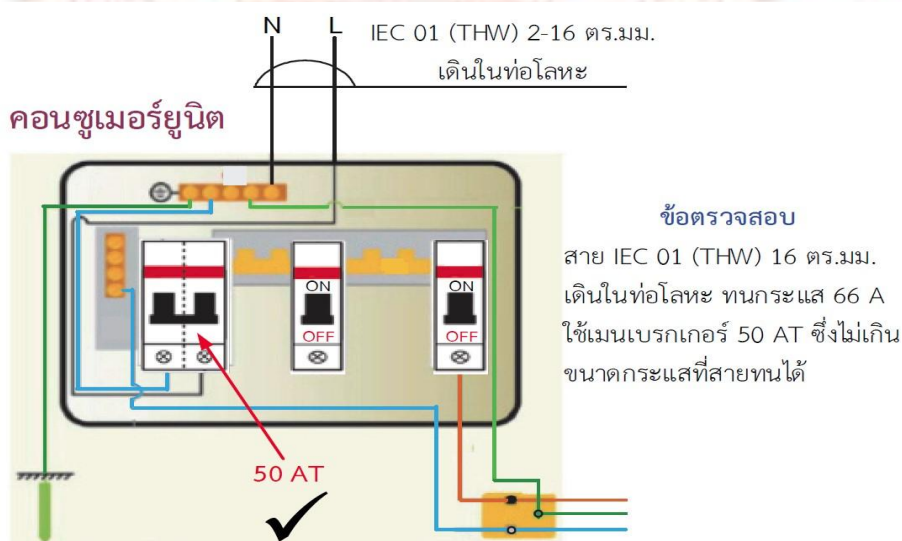
|                                                                                   |                                                                                                                                                              |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ใบเนื้อหา</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

### 2.3 การตรวจสอบความสัมพันธ์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์กับสายไฟฟ้า

การตรวจสอบการใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์กับสายไฟฟ้า โดยมีหลักสำคัญคือ สายไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้



ก) การตรวจสอบเมนเบรกเกอร์กับสายประธาน (ดูตารางที่ 2.4)



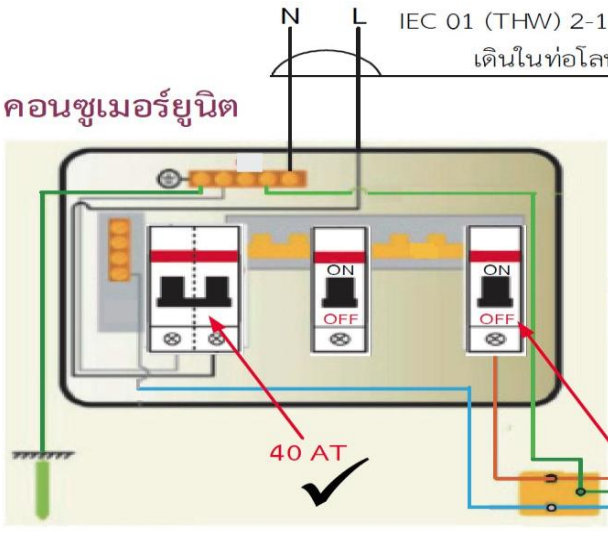
ข) การตรวจสอบเมนเบรกเกอร์กับสายประธาน (ดูตารางที่ 2.4)

ตัวอย่างการตรวจสอบเมนเบรกเกอร์กับสายประธาน

|                                                                                   |                  |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบเนื้อหา</b> |  |
| ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                                 |                  |                                                                                     |
| เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า                          |                  |                                                                                     |

**คอนซูเมอร์ยูนิต**



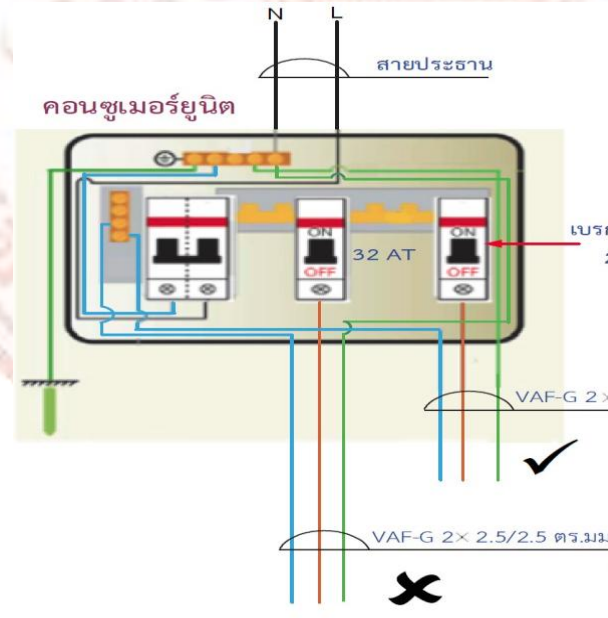
**ข้อตรวจสอบ**  
 สาย IEC 01 (THW) 16 ตร.มม.  
 เดินในท่อโลหะ ทนกระแส 66 A  
 ใช้เมนเบรกเกอร์ 40 AT ซึ่งไม่เกิน  
 ขนาดกระแสที่สายทนได้

เบรกเกอร์ย่อย  
 มีขนาดเท่ากับ  
 เมนเบรกเกอร์  
 ซึ่งไม่ถูกต้อง

ค) การตรวจสอบเมนเบรกเกอร์กับเบรกเกอร์ย่อย

**คอนซูเมอร์ยูนิต**



**ข้อตรวจสอบ**  
 สาย VAF-G 2x2.5/2.5 ตร.มม.  
 เดินเกาะผนัง ทนกระแส 23 A ใช้  
 เบรกเกอร์ย่อย 20 AT ซึ่งไม่เกิน  
 ขนาดกระแสที่สายทนได้

**ข้อแก้ไข**  
 เปลี่ยนเบรกเกอร์ย่อยเป็น 20 AT

ตัวอย่างการตรวจสอบเมนเบรกเกอร์กับสายวงจรย่อย

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                              |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p style="text-align: center;"><b>ใบเนื้อหา</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> |  |
| <p><b>3. สรุปสาระสำคัญ</b></p> <p><b>1. การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบไฟฟ้า</b></p> <p>(1) การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวิธีเดินสายไฟฟ้า</p> <p>(ก) เป็นการตรวจสอบการติดตั้งว่า สายชนิดนั้น ๆ ติดตั้งถูกต้องตามข้อกำหนดหรือไม่</p> <p>(ข) ตรวจสอบการใช้งานของสายไฟฟ้าว่า มีร่องรอยฉนวนชำรุดหรือไม่ มีร่องรอยหนูแทะสายหรือไม่สายไฟฟ้าใช้เหมาะสมกับฟิวส์หรือโหลดหรือไม่</p> <p>(ค) ตรวจสอบการติดตั้งสายดินว่า ติดตั้งถูกต้องตามมาตรฐานหรือไม่</p> <p>(ง) ตรวจสอบกล่องต่อสายว่า มีการป้องกันการบาดสายหรือไม่ จับยึดถูกต้องหรือไม่</p> <p>(2) การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง</p> <p>(ก) ตรวจสอบวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์</p> <p>(ข) ตรวจสอบการต่อขั้วรับหลอดของหลอดเผาไส้หรือหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์</p> <p>(ค) ตรวจสอบตำแหน่งติดตั้งสวิตช์</p> <p>(3) การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้ากำลัง การต่อสายไฟเข้าตัวรับต้องถูกต้องตามข้อที่กำหนดทั้งสายเส้นไฟ นิวทรัล และสายดิน เมื่อมองจากด้านหน้าแบบทวนเข็มนาฬิกา</p> <p><b>2. การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของอุปกรณ์ป้องกัน</b> โดยมีหลักสำคัญคือ อุปกรณ์ป้องกันต้องมีขนาดไม่เกินพิกัดทนกระแสของสายไฟฟ้าในวงจรย่อยนั้น ๆ</p> <p><b>เอกสารอ้างอิง</b></p> <p>หนังสือเรียนวิชาติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร รหัส 20104-2005 อาจารย์อรรชงค์ดี หินมิก้าหริ่ม</p> <p>ตัวอย่างการต่อตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต <a href="https://new.abb.com/news/detail/91913/how-to-wiring-in-consumer-unit">https://new.abb.com/news/detail/91913/how-to-wiring-in-consumer-unit</a></p> <p>ตัวอย่างการต่อตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต <a href="https://www.xn--42cg2babq8mobo8jrbg3dh7c.com">https://www.xn--42cg2babq8mobo8jrbg3dh7c.com</a></p> <p>การใช้งานอุปกรณ์ป้องกัน เซอร์กิตเบรกเกอร์ ABB <a href="https://new.abb.com/news/detail">https://new.abb.com/news/detail</a></p> |                                                                                                                                                              |                                                                                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p style="text-align: center;"><b>แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> |  |
| <p><b>คำชี้แจง:</b> จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>หากพบว่าการตัดไฟบ่อยในบ้านโดยที่เบรกเกอร์ทำงานปกติ ควรทำอย่างไร       <ol style="list-style-type: none"> <li>ตรวจสอบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเกินกำลังหรือไม่</li> <li>เปลี่ยนตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตใหม่</li> <li>เพิ่มฟิวส์เพื่อให้รองรับกระแสได้มากขึ้น</li> <li>เดินสายไฟใหม่ทั้งหมดในบ้าน</li> </ol> </li> <li>หากพบว่าหลอดไฟในบ้านกระพริบบ่อย ๆ อาจเกิดจากสาเหตุใด       <ol style="list-style-type: none"> <li>หลอดไฟหมดอายุการใช้งาน</li> <li>มีปัญหาที่ระบบแรงดันไฟฟ้า</li> <li>สายไฟหลวมที่ขั้วต่อของหลอดไฟ</li> <li>วงจรไฟฟ้าในบ้านมีโหลดเกินกำลัง</li> </ol> </li> <li>ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวิธีการเดินสายไฟฟ้าที่ถูกต้อง       <ol style="list-style-type: none"> <li>ตรวจสอบการเดินสายไฟฟ้าว่าตามมาตรฐานสายชนิด NYY เดินเกาะผนัง</li> <li>ตรวจสอบการเดินสายไฟฟ้าว่าสายชนิด IEC 01 (THW) เดินเกาะผนัง</li> <li>ตรวจสอบตามข้อกำหนดที่ให้ใช้และห้ามใช้ตามมาตรฐานของสายแต่ละชนิด</li> <li>ตรวจสอบการเดินสายไฟฟ้าว่า สายชนิด VAF-G เดินร้อยท่อ</li> </ol> </li> <li>ข้อใดไม่ใช่การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของการใช้งานของสายไฟฟ้า       <ol style="list-style-type: none"> <li>ร่องรอยฉนวนชำรุดหรือไม่</li> <li>มีร่องรอยหนูแทะสายหรือไม่</li> <li>สายไฟที่ใช้เหมาะสมกับฟิวส์หรือโหลดหรือไม่</li> <li>ยึดสายด้วยเข็มขัดรัดสายแนบผนังหรือไม่</li> </ol> </li> <li>ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบสายดินได้ถูกต้องที่สุด       <ol style="list-style-type: none"> <li>ตรวจสอบการติดตั้งหลักดินขนาดสายต่อหลักดิน วิธีต่อสาย และตรวจวัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน</li> <li>ตรวจสอบวิธีเชื่อมต่อสายด้วยความร้อนหรือไม่</li> <li>ตรวจวัดค่าความต้านทานการต่อลงดินที่จุดทดสอบสายดิน</li> <li>ตรวจสอบสายต่อหลักดินที่ใช้เหมาะสมกับฟิวส์ของเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์หรือไม่</li> </ol> </li> <li>ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้าแสงสว่างได้ถูกต้อง       <ol style="list-style-type: none"> <li>ตรวจสอบสายเส้นไฟต้องต่อเข้าขั้วที่เป็นชนิดเกลียวหรือขั้วชนิดเขี้ยว</li> <li>ตรวจสอบการต่อขั้วรับหลอดสำหรับหลอดเผาไส้และการต่อสายของสวิตช์</li> <li>ตรวจสอบสายนิวทรัลต้องต่อเข้าบัสบาร์ก่อนเข้าขั้ว</li> <li>ตรวจสอบว่าใช้หลอดชนิดประหยัดพลังงานหรือไม่</li> </ol> </li> </ol> |                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p style="text-align: center;"><b>เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า</p> |  |
| <p>7. ข้อใดเป็นปัจจัยที่บ่งบอกว่าเบรกเกอร์อาจมีปัญหาและต้องเปลี่ยนใหม่</p> <p>ก. เบรกเกอร์ทำงานตัดวงจรโดยไม่มีสาเหตุชัดเจน    ข. เบรกเกอร์ร้อนผิดปกติหรือมีรอยไหม้</p> <p>ค. เบรกเกอร์ไม่สามารถเปิดหรือปิดได้ตามปกติ    ง. เบรกเกอร์มีเสียงดังคล้ายประกายไฟเมื่อใช้งาน</p> <p>8. ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรไฟฟ้ากำลังได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ตรวจสอบวงจรไฟฟ้ากำลังว่าเป็นจุดจ่ายไฟหรือไม่</p> <p>ข. กำหนดข้อสายเส้นไฟ สายนิวทรัลและสายดิน เวียนตามเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากด้านหน้า</p> <p>ค. เติร์บต้องเข้าถึงเพื่อการใช้งานได้ปกติแรงดันและกระแสเหมาะสมหรือไม่ต่อสายไฟตามข้อหรือไม่</p> <p>ง. ข้อที่กำหนดทั้งสายเส้นไฟสายดินและสายนิวทรัลเวียนทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมองจากด้านหน้า</p> <p>9. ข้อใดเป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>ก. เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ต้องเป็นชนิด 1 ขั้ว (Pole)</p> <p>ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ต้องเป็นชนิด 2 ขั้ว (Pole)</p> <p>ค. เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีขนาดไม่เกินพิกัดทนกระแสของสายไฟฟ้าในวงจรย่อยนั้น</p> <p>ง. เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ต้องมีพิกัด 1.25 เท่าของพิกัดทนกระแสของสายไฟฟ้าในวงจรย่อยนั้น</p> <p>10. ข้อใดคือวิธีการแก้ไขปัญหาเมื่อไฟฟ้ารั่วในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> <p>ก. เปลี่ยนเมนเบรกเกอร์    ข. ตรวจสอบและตรวจเช็คแก้ไขข้อบกพร่อง</p> <p>ค. เพิ่มขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ลง    ง. ติดตั้งเครื่องสำรองไฟ</p> <p><b>เฉลยแบบทดสอบ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ก</li> <li>2. ข</li> <li>3. ค</li> <li>4. ง</li> <li>5. ก</li> <li>6. ข</li> <li>7. ง</li> <li>8. ค</li> <li>9. ค</li> <li>10. ข</li> </ol> |                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 4</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> |  |
| <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</li> <li>2. ระบุขั้นตอนการตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</li> <li>3. ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</li> <li>4. วิเคราะห์ความผิดปกติที่เกิดขึ้นในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตและเสนอแนวทางแก้ไข</li> <li>5. ปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยในการตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้</li> </ol> <p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p><b>ด้านความรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. บรรยายหน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าแต่ละชนิดในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้</li> <li>2. อธิบายวิธีการตรวจสอบการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์และอุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ ได้</li> <li>3. อธิบายความสำคัญของการตรวจสอบความปลอดภัยของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้</li> <li>4. วิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ป้องกันในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตได้</li> </ol> <p><b>ด้านทักษะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และค่าความเป็นฉนวนของระบบได้</li> <li>2. ตรวจสอบการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เบรกเกอร์กันไฟดูด (RCCB) และเบรกเกอร์ควบคุมโหลดได้</li> <li>3. ทดสอบอุปกรณ์ป้องกันในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตโดยใช้วิธีการที่เหมาะสมได้</li> <li>4. บันทึกผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ค่าที่ได้เพื่อนำไปปรับปรุงระบบไฟฟ้าได้</li> </ol> <p><b>ด้านเจตคติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ปฏิบัติตามหลักความปลอดภัยในการตรวจสอบตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตทุกขั้นตอน</li> <li>2. แสดงความรับผิดชอบและความละเอียดรอบคอบในการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า</li> </ol> <p><b>เครื่องมือ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไขควงแบน</li> <li>2. ไขควงปากแฉก</li> <li>3. ไขควงวัดไฟ</li> </ol> |                                                                                                                                                                |                                                                                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 4</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> |  |
| <p>4. มัลติมิเตอร์</p> <p>5. แคลมป์มิเตอร์ (เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า)</p> <p>6. สายไฟฟ้า Banana Jack</p> <p>7. ปากกา สมุดจดบันทึก</p> <p><b>วัสดุ/อุปกรณ์</b></p> <p>1. ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกัน 1 ชุด ต่อนักเรียน 1 กลุ่ม</p> <p>2. เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์</p> <p>3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ลูกลอย</p> <p><b>ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน</b></p> <p>แบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามจำนวนชุดฝึก</p> <p><b>1. เตรียมอุปกรณ์และตรวจสอบความปลอดภัย</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <p>1. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ เช่น ไขควงฉนวน, คีมปากจระเข้, เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ (Multimeter)</p> <p>เครื่องทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation Tester), เครื่องทดสอบเบรกเกอร์กันไฟดูด (RCCB Tester)</p> <p>2. ปิดแหล่งจ่ายไฟหลักก่อนเริ่มการตรวจสอบ</p> <p>3. สวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น ถุงมือฉนวน รองเท้านิรภัย แวนตานิรภัย</p> <p>4. ตรวจสอบสภาพของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตภายนอกว่ามีรอยร้าว หรือจุดไหม้หรือไม่</p> <p><b>2. ตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <p>1. เปิดฝาครอบตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตด้วยความระมัดระวัง</p> <p>2. ตรวจสอบเบรกเกอร์หลัก (Main Circuit Breaker - MCบ), ตรวจสอบขนาดกระแสไฟฟ้าที่ระบุบนเบรกเกอร์, ตรวจสอบรอยไหม้ หรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ทดสอบการตัดวงจรโดยการเปิด-ปิดเบรกเกอร์</p> <p>3. ตรวจสอบเบรกเกอร์ลูกลอย (MCB Branch Circuit) ตรวจสอบว่าการติดตั้งแน่นหนา และไม่มีข้อต่อหลวมใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันขาเข้าและขาออก</p> |                                                                                                                                                                |                                                                                     |

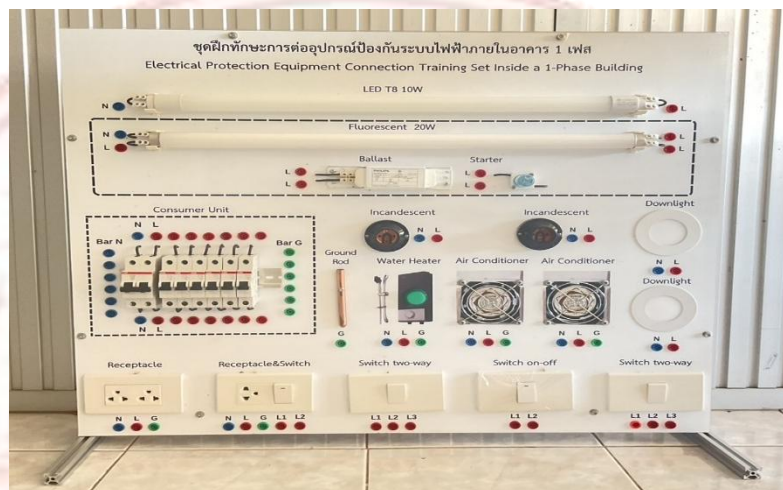
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 4</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> |  |
| <p>4. มัลติมิเตอร์</p> <p>5. แคลมป์มิเตอร์ (เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า)</p> <p>6. สายไฟฟ้า Banana Jack</p> <p>7. ปากกา สมุดจดบันทึก</p> <p><b>วัสดุ/อุปกรณ์</b></p> <p>1. ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกัน 1 ชุด ต่อนักเรียน 1 กลุ่ม</p> <p>2. เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์</p> <p>3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ลูกลอย</p> <p><b>ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน</b></p> <p>แบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามจำนวนชุดฝึก</p> <p><b>1. เตรียมอุปกรณ์และตรวจสอบความปลอดภัย</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <p>1. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ เช่น ไขควงฉนวน, คีมปากจระเข้, เครื่องวัดมัลติมิเตอร์ (Multimeter)</p> <p>เครื่องทดสอบความเป็นฉนวน (Insulation Tester), เครื่องทดสอบเบรกเกอร์กันไฟดูด (RCCB Tester)</p> <p>2. ปิดแหล่งจ่ายไฟหลักก่อนเริ่มการตรวจสอบ</p> <p>3. สวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น ถุงมือฉนวน รองเท้านิรภัย แว่นตานิรภัย</p> <p>4. ตรวจสอบสภาพของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตภายนอกว่ามีรอยร้าว หรือจุดไหม้หรือไม่</p> <p><b>2. ตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <p>1. เปิดฝาครอบตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตด้วยความระมัดระวัง</p> <p>2. ตรวจสอบเบรกเกอร์หลัก (Main Circuit Breaker - MCบ), ตรวจสอบขนาดกระแสไฟฟ้าที่ระบุบนเบรกเกอร์, ตรวจสอบรอยไหม้ หรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ทดสอบการตัดวงจรโดยการเปิด-ปิดเบรกเกอร์</p> <p>3. ตรวจสอบเบรกเกอร์ลูกลอย (MCB Branch Circuit) ตรวจสอบว่าการติดตั้งแน่นหนา และไม่มีข้อต่อหลวมใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันขาเข้าและขาออก</p> |                                                                                                                                                                |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 4</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p> |  |
| <p>4. ตรวจสอบเบรกเกอร์กันไฟดูด (RCCB หรือ RCBO) กดปุ่ม "TEST" เพื่อดูว่าเบรกเกอร์สามารถตัดวงจรได้หรือไม่, ใช้ RCCB Tester วัดค่าการตัดวงจร (ต้องตัดภายใน 30mA และเวลาตัดไม่เกิน 0.3 วินาที)</p> <p><b>3. ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบการเดินสายไฟภายในตู้ ว่ามีการต่อแน่นหนา ไม่มีสายไฟหลวม หรือฉนวนชำรุด</li> <li>2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต่อเนื่องของสายดิน (Earth Continuity Test)</li> <li>3. ตรวจสอบว่าขั้วสายไฟ (L-N-G) ต่ออย่างถูกต้องตามมาตรฐาน</li> <li>4. ต่อ สาย G (สีเขียว/เหลือง) จากกราวด์บาร์ไปยังโหลด</li> </ol> <p><b>4. ตรวจสอบระบบโหลดภายในบ้าน</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปิดเบรกเกอร์และจ่ายไฟเข้าอุปกรณ์</li> <li>2. ใช้มิเตอร์วัดแรงดันที่ไ้รับและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เตารีดไฟฟ้า (ควรมีแรงดัน 220V <math>\pm 10\%</math>) ระบบไฟแสงสว่าง เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศ</li> <li>3. ตรวจสอบว่าระบบไฟฟ้าทำงานได้ปกติ ไม่มีไฟตก ไฟกระชาก</li> </ol> <p><b>5. ทดสอบสุดท้ายและบันทึกผล</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบซ้ำอีกครั้งว่าทุกอุปกรณ์ป้องกันทำงานได้ปกติ</li> <li>2. บันทึกค่าการตรวจสอบ เช่น ค่าความต้านทานของสายดิน เวลาการตัดของ RCCB แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากแต่ละจุด</li> <li>3. ติดตั้งฝาครอบตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตกลับเข้าที่</li> <li>4. ทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน และตรวจสอบอุปกรณ์ให้เรียบร้อย</li> </ol> |                                                                                                                                                                |                                                                                     |



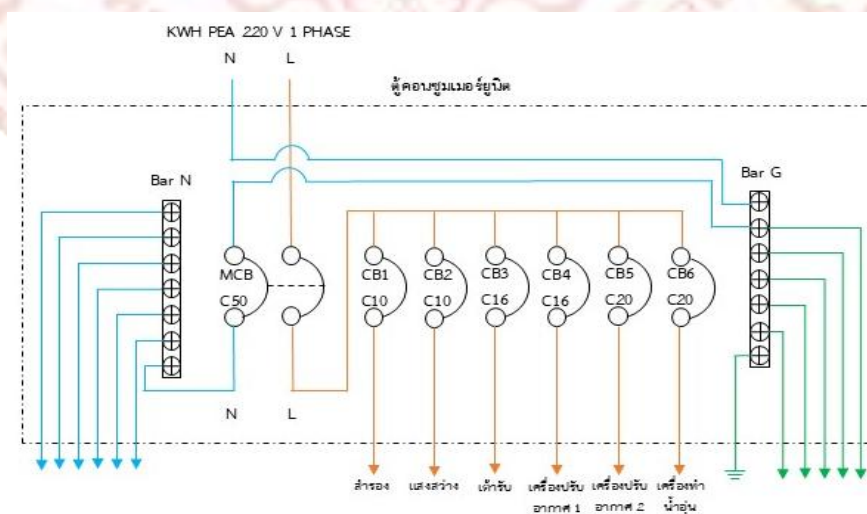
|                                                                                   |                                                              |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบงาน 4</b>                                               |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                            |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |

ให้นักเรียนศึกษาต่ออุปกรณ์ในแผงชุดฝึกตามรูปภาพดังต่อไปนี้ให้ถูกต้องและทำการทดสอบต่อวงจร



รูปงานแผงชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส

ให้นักเรียนนักศึกษาศึกษาวางจรการต่อตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ดังรูปต่อไปนี้และต่อวงจรอุปกรณ์ควบคุมอุปกรณ์ป้องกันให้ถูกต้องตามวงจรให้ถูกต้องหลังจากต่อวงจรเสร็จสิ้นแล้ว ให้นักเรียน นักศึกษา ทำการตรวจเช็คแรงดัน กระแสไฟฟ้า และแก้ไขข้อบกพร่องตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการดำเนินการลงในตาราง



แผนผัง Single Line Diagram

|  | <b>ใบงาน 4</b>                                               |                |              |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                            |                |              |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                |              |                                                                                     |
| <p>ให้นักเรียนนักศึกษาบันทึกผลการทำงานลงตารางต่อไปนี้</p>                         |                                                              |                |              |                                                                                     |
| <p><b>ตารางที่ 1</b> ตารางการตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</p>      |                                                              |                |              |                                                                                     |
| ลำดับ                                                                             | รายการตรวจสอบ                                                | วิธีการตรวจสอบ | ผลการตรวจสอบ | หมายเหตุ                                                                            |
| 1                                                                                 | ตรวจสอบสภาพภายนอกของตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต                      |                |              |                                                                                     |
| 2                                                                                 | ตรวจสอบเบรกเกอร์หลัก (MCB Main Breaker)                      |                |              |                                                                                     |
| 3                                                                                 | ตรวจสอบเบรกเกอร์ลูกย่อย (MCB Branch Circuit)                 |                |              |                                                                                     |
| 4                                                                                 | ตรวจสอบเบรกเกอร์กันไฟดูด (RCCB/RCBO)                         |                |              |                                                                                     |
| 5                                                                                 | ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟภายในตู้                             |                |              |                                                                                     |
| 6                                                                                 | ตรวจสอบค่าความต้านทานสายดิน                                  |                |              |                                                                                     |
| 7                                                                                 | ทดสอบแรงดันที่ได้รับและอุปกรณ์ไฟฟ้า                          |                |              |                                                                                     |
| 8                                                                                 | ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าหลังเปิดใช้งาน                            |                |              |                                                                                     |
| 9                                                                                 | ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าหลังเปิดใช้งาน                            |                |              |                                                                                     |





|  | <b>แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 4</b>                                   |            |   |   |   |  |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</b>                              |            |   |   |   |                                                                                     |          |
|                                                                                   | <b>เรื่อง : การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต</b>   |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| <b>ชื่อ-นามสกุล..... รหัสนักศึกษา .....</b>                                       |                                                                       |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| <b>แผนก ..... วันที่ปฏิบัติงาน .....</b>                                          |                                                                       |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| <b>เกณฑ์การให้คะแนน</b>                                                           |                                                                       |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| <b>ให้คะแนนตามระดับคุณภาพของการปฏิบัติงาน โดยใช้ระดับคะแนนดังนี้</b>              |                                                                       |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| <b>5 = ดีเยี่ยม, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง</b>              |                                                                       |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| ข้อ                                                                               | รายการประเมิน                                                         | ระดับคะแนน |   |   |   |                                                                                     | หมายเหตุ |
|                                                                                   |                                                                       | 5          | 4 | 3 | 2 | 1                                                                                   |          |
| 1                                                                                 | ความถูกต้องของการระบุอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต        |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 2                                                                                 | ความสามารถในการใช้อุปกรณ์วัดและเครื่องมือช่างไฟฟ้าในการตรวจสอบอุปกรณ์ |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 3                                                                                 | ความเข้าใจในหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า                        |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 4                                                                                 | ความถูกต้องในการถอดและประกอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า                       |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 5                                                                                 | การสังเกตและวิเคราะห์ความผิดปกติของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า                |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 6                                                                                 | ความสามารถในการบันทึกผลการตรวจสอบและสรุปข้อมูลได้อย่างถูกต้อง         |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 7                                                                                 | การปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัยในการตรวจสอบอุปกรณ์                    |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 8                                                                                 | ความร่วมมือในการทำงานและการทำงานเป็นทีม                               |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 9                                                                                 | ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติงานและดูแลเครื่องมือ              |            |   |   |   |                                                                                     |          |
| 10                                                                                | ความสามารถในการอธิบายและตอบคำถามเกี่ยวกับผลการตรวจสอบ                 |            |   |   |   |                                                                                     |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                              |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 4</b>                          |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                            |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | เรื่อง : การตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต |                                                                                     |
| <p style="text-align: center;"><b>สรุปผลการประเมิน</b></p> <p>คะแนนรวม : ..... คะแนน (เต็ม 50 คะแนน)</p> <p>ผลการประเมิน :</p> <p><input type="checkbox"/> ผ่าน (ได้คะแนนตั้งแต่ 30 คะแนนขึ้นไป)</p> <p><input type="checkbox"/> ต้องปรับปรุง (ได้น้อยกว่า 30 คะแนน)</p> <p>ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ประเมิน :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ชื่อผู้ประเมิน ..... ตำแหน่ง .....</p> <p>ลงชื่อ ..... วันที่ .....</p> |                                                              |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                       |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 5</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร</p> |  |
| <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. หลักการทำงานของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร รวมถึงแสงสว่าง เต้ารับ เครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องปรับอากาศได้</li> <li>2. ระบุปัญหาที่พบบ่อยในระบบไฟฟ้าภายในอาคารและวิธีแก้ไขได้</li> <li>3. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>4. บำรุงรักษาระบบไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพดีและปลอดภัยได้</li> <li>5. ปฏิบัติตามมาตรฐานและข้อกำหนดด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้าได้</li> </ol> <p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>ด้านความรู้</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายวิธีการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร เช่น การตรวจสอบแสงสว่าง, เต้ารับ, เครื่องทำน้ำอุ่น และแอร์ได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐาน</li> <li>2. ระบุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าในแต่ละประเภทได้ เช่น ใช้มัลติมิเตอร์ในการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า หรือการใช้เครื่องมือเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องทำน้ำอุ่น</li> <li>3. อธิบายการวางแผนการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าในระยะยาว รวมถึงการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการตรวจสอบหรือเปลี่ยนส่วนประกอบของระบบไฟฟ้า</li> </ol> </li> <li>2. <b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทดสอบและตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในอาคารอย่างถูกต้อง โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น การตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่เต้ารับหรือการตรวจสอบวงจรไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นและแอร์</li> <li>2. ดำเนินการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า เช่น เปลี่ยนหลอดไฟ ตรวจสอบและทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ การตรวจสอบสายไฟภายในเต้ารับ และทำการล้างกรองของเครื่องทำน้ำอุ่น</li> <li>3. สร้างแผนการตรวจสอบระบบไฟฟ้าในอาคาร พร้อมกำหนดขั้นตอนที่จำเป็นในการบำรุงรักษา เช่น การทำความสะอาดฝุ่นในแอร์และการตรวจเช็คกระแสไฟฟ้าที่แสงสว่าง</li> </ol> </li> <li>3. <b>ด้านเจตคติ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. แสดงความรับผิดชอบในการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าให้มีความปลอดภัย</li> <li>2. แสดงความกระตือรือร้นและความเอาใจใส่ในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า เพื่อป้องกันอันตรายจากการไฟฟ้าดูดหรืออัคคีภัย</li> </ol> </li> </ol> |                                                                                                                                                       |                                                                                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                            |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 5</b></p>          |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p>                   |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>เรื่อง : การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร</p> |                                                                                     |
| <p>3. สนับสนุนการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ เพื่อความปลอดภัยและการทำงานที่ยาวนานของอุปกรณ์ภายในอาคาร</p> <p><b>เครื่องมือ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ไขควงแบน, ไขควงปากแฉก</li> <li>2. ไขควงวัดไฟ</li> <li>3. มัลติมิเตอร์</li> <li>4. แคลมป์มัลติมิเตอร์ (เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า)</li> <li>5. สายไฟฟ้า Banana Jack</li> <li>6. ปากกา สมุดจดบันทึก</li> </ol> <p><b>วัสดุ/อุปกรณ์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกัน 1 ชุด ต่อนักเรียน 1 กลุ่ม</li> <li>2. เมนเชอร์กิตเบรกเกอร์</li> <li>3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ลูกย่อย</li> </ol> <p><b>ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน</b></p> <p>แบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามจำนวนชุดฝึก</p> <p><b>1. เตรียมอุปกรณ์และตรวจสอบความปลอดภัย</b></p> <p><b>ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน</b></p> <p>แบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามจำนวนชุดฝึก</p> <p><b>1. เตรียมอุปกรณ์และตรวจสอบความปลอดภัย</b></p> <p><b>ขั้นตอนปฏิบัติ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ศึกษาแผนผังชุดฝึกการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าในอาคาร เพื่อทราบตำแหน่งของแสงสว่าง เต้ารับ เครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องปรับอากาศ</li> <li>2. เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็น เช่น มัลติมิเตอร์, คีม, ไขควง, แคลมป์มัลติมิเตอร์</li> <li>3. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) เช่น ถุงมือฉนวนไฟฟ้า แว่นตานิรภัย และรองเท้าหุ้มส้น</li> <li>4. ปิดแหล่งจ่ายไฟหลัก และตรวจสอบว่าระบบไฟฟ้าไม่มีพลังงานค้างอยู่โดยใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า</li> </ol> |                                                            |                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                       |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 5</b></p> <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p> <p>เรื่อง : การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร</p> |  |
| <p><b>2. ขั้นตอนการตรวจสอบระบบไฟฟ้า</b></p> <p><b>1. ขั้นตอนปฏิบัติการตรวจสอบระบบแสงสว่าง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบสภาพภายนอกของหลอดไฟ, ขั้วต่อ และโคมไฟว่ามีคราบเขม่า หรือความเสียหายหรือไม่</li> <li>2. เปิด-ปิดสวิตช์ไฟฟ้าเพื่อดูการทำงานของหลอดไฟ หากไม่ติดให้ตรวจสอบวงจรและแรงดันไฟฟ้า</li> <li>3. ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันที่ขั้วต่อของหลอดไฟว่ามีค่าอยู่ที่ 220V หรือไม่</li> <li>4. หากพบปัญหา เช่น หลอดไฟขาด หรือขั้วหลวม ให้ดำเนินการเปลี่ยนหรือซ่อมแซม</li> </ol> <p><b>2. การตรวจสอบเต้ารับไฟฟ้า</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเต้ารับ เช่น รอยแตกร้าว หรือความร้อนผิดปกติ</li> <li>2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันที่ขั้วเต้ารับ ค่าที่เหมาะสมคือ <math>220V \pm 10\%</math></li> <li>3. ใช้เครื่องทดสอบเต้ารับ (Socket Tester) เพื่อเช็การต่อสายว่าถูกต้องหรือไม่</li> <li>4. ทดสอบการทำงานโดยเสียบปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วตรวจสอบการทำงาน</li> <li>5. หากพบเต้ารับหลวมหรือมีปัญหา ให้ปิดไฟและขันนอตขั้วต่อให้แน่น หรือเปลี่ยนใหม่</li> </ol> <p><b>3. การตรวจสอบเครื่องทำน้ำอุ่น</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบสายไฟเข้าเครื่องทำน้ำอุ่นว่ามีการชำรุดหรือรอยไหม้หรือไม่</li> <li>2. ทดสอบ RCCB (เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันไฟรั่ว) โดยกดปุ่ม "TEST" และดูว่าตัดไฟหรือไม่</li> <li>3. วัดค่าความเป็นฉนวนของสายไฟโดยใช้เครื่องทดสอบฉนวนไฟฟ้า</li> <li>4. เปิดเครื่องแล้วตรวจสอบอุณหภูมิการทำงาน และแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าเครื่อง</li> <li>5. หากพบอาการผิดปกติ เช่น กระแสไฟรั่ว หรือเครื่องไม่ทำงาน ให้ปิดเครื่องและดำเนินการซ่อมแซม</li> </ol> <p><b>4. การตรวจสอบเครื่องปรับอากาศ (แอร์)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ตรวจสอบสายไฟและเต้ารับของเครื่องปรับอากาศว่ามีการเสื่อมหรือรอยไหม้หรือไม่</li> <li>2. ทดสอบการทำงานโดยเปิดแอร์และเช็คกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานว่าปกติหรือไม่</li> <li>3. ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ (Filter) และคอยล์เย็นให้ปราศจากฝุ่น</li> <li>4. ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าแอร์ และวัดค่ากระแสไฟฟ้าเพื่อให้แน่ใจว่าทำงานปกติ</li> <li>5. หากแอร์ทำงานผิดปกติ เช่น ไม่เย็นหรือมีเสียงดัง ให้ตรวจสอบคอมเพรสเซอร์และพัดลม</li> </ol> |                                                                                                                                                       |                                                                                     |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ใบงาน 5</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|                                                                                   | <p>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |
|                                                                                   | <p>เรื่อง : การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |
|                                                                                   | <p><b>3. ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพ เช่น หลอดไฟขาด เต้ารับหลวม หรือสายไฟชำรุด</li> <li>2. ทำความสะอาดอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เซ็ตโคมไฟ ล้างฟิลเตอร์แอร์ ทำความสะอาดขั้วเต้ารับ</li> <li>3. ชันนอตขั้วต่อสายไฟให้แน่น ป้องกันประกายไฟและลดโอกาสเกิดไฟฟ้าลัดวงจร</li> <li>4. ทดสอบระบบป้องกันไฟฟ้า เช่น การทำงานของเบรกเกอร์ MCB และ RCCB ว่ายังตัดไฟได้ตามปกติ</li> <li>5. จัดทำบันทึกผลการตรวจสอบ ระบุวันที่ตรวจสอบ สภาพอุปกรณ์ และสิ่งที่ดำเนินการ</li> </ol> <p><b>4. ขั้นตอนการตรวจสอบหลังบำรุงรักษา</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปิดแหล่งจ่ายไฟหลัก และทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าทั้งหมด</li> <li>2. ตรวจสอบการทำงานของแสงสว่าง เต้ารับ เครื่องทำน้ำอุ่น และแอร์ว่ากลับมาเป็นปกติหรือไม่</li> <li>3. วัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าซ้ำอีกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าระบบทำงานตามค่ามาตรฐาน</li> <li>4. บันทึกผลการตรวจสอบและบำรุงรักษา เพื่อติดตามผลในอนาคต</li> </ol> <p><b>5. ขั้นตอนปิดงานและสรุปผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน และเก็บเครื่องมือให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน</li> <li>2. รายงานผลการตรวจสอบและบำรุงรักษา ต่อผู้รับผิดชอบ พร้อมข้อเสนอแนะในการปรับปรุง</li> <li>3. ให้คำแนะนำผู้ใช้งาน เกี่ยวกับการดูแลรักษาระบบไฟฟ้าให้ปลอดภัย เช่น ไม่เสียบปลั๊กอุปกรณ์มากเกินไป และปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อไม่ใช้งาน</li> <li>4. วางแผนการตรวจสอบครั้งถัดไป เพื่อให้ระบบไฟฟ้าอยู่ในสภาพดีอย่างต่อเนื่อง</li> </ol> |                                                                                     |



|                                                                                   |                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>ใบงาน 5</b>                                      |  |
|                                                                                   | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                   |                                                                                     |
|                                                                                   | เรื่อง : การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร |                                                                                     |

ให้นักเรียนนักศึกษาบันทึกผลการเรียนรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคารลงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตารางบันทึกการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร

| ลำดับ | อุปกรณ์ที่ตรวจสอบ        | สภาพก่อนตรวจสอบ | การบำรุงรักษาที่ดำเนินการ | สภาพหลังบำรุงรักษา |
|-------|--------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------|
| 1     | แสงสว่าง (โคมไฟ, หลอดไฟ) |                 |                           |                    |
| 2     | เต้ารับไฟฟ้า             |                 |                           |                    |
| 3     | เครื่องทำน้ำอุ่น         |                 |                           |                    |
| 4     | เครื่องปรับอากาศ         |                 |                           |                    |
| 5     | เครื่องปรับอากาศ         |                 |                           |                    |

คำถามหลังการทดลอง

1. การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าควรทำบ่อยแค่ไหน และเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. อธิบายสาเหตุที่ทำให้เต้ารับไฟฟ้ามีความร้อนผิดปกติ และวิธีป้องกัน

.....

.....

.....

|                                                                                               |                                                     |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|              | <b>ใบงาน 5</b>                                      |  |
|                                                                                               | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                   |                                                                                     |
|                                                                                               | เรื่อง : การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร |                                                                                     |
| <b>3. หากเครื่องปรับอากาศทำงานผิดปกติ เช่น มีเสียงดัง หรือไม่เย็น ควรตรวจสอบจุดใดบ้าง</b>     |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| <b>4. อธิบายหลักการทำงานของเบรกเกอร์ RCCB และความสำคัญในการใช้งาน</b>                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| <b>5. สรุปผลการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำการทดลอง พร้อมข้อเสนอแนะในการปรับปรุง</b> |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| ให้นักเรียนนักศึกษาสรุปผลการปฏิบัติงานการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร              |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |
| .....                                                                                         |                                                     |                                                                                     |

|                                                                                   |                                                            |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 5</b>                        |  |
|                                                                                   | <b>ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร</b>                   |                                                                                     |
|                                                                                   | <b>เรื่อง : การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร</b> |                                                                                     |

**ชื่อ-นามสกุล..... รหัสนักศึกษา .....**  
**แผนก ..... วันที่ปฏิบัติงาน .....**  
 เกณฑ์การให้คะแนน  
 ให้คะแนนตามระดับคุณภาพของการปฏิบัติงาน โดยใช้ระดับคะแนนดังนี้  
 5 = ดีเยี่ยม, 4 = ดี, 3 = ปานกลาง, 2 = พอใช้, 1 = ควรปรับปรุง

| ข้อ | รายการประเมิน                                                  | ระดับคะแนน |   |   |   |   | หมายเหตุ |
|-----|----------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|----------|
|     |                                                                | 5          | 4 | 3 | 2 | 1 |          |
| 1   | ระบุขั้นตอนการตรวจสอบระบบไฟฟ้าแต่ละประเภท                      |            |   |   |   |   |          |
| 2   | เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการตรวจสอบแต่ละประเภท |            |   |   |   |   |          |
| 3   | ตรวจสอบสภาพภายนอกของอุปกรณ์และสายไฟได้อย่างละเอียด             |            |   |   |   |   |          |
| 4   | วัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง                          |            |   |   |   |   |          |
| 5   | วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไขได้อย่างเหมาะสม       |            |   |   |   |   |          |
| 6   | ระบุปัญหาที่พบในแต่ละระบบได้อย่างถูกต้อง                       |            |   |   |   |   |          |
| 7   | การปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัยในการตรวจสอบอุปกรณ์             |            |   |   |   |   |          |
| 8   | ปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัยในการทำงานกับไฟฟ้า                 |            |   |   |   |   |          |
| 9   | ทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าหลังการบำรุงรักษา                     |            |   |   |   |   |          |
| 10  | บันทึกผลการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ                   |            |   |   |   |   |          |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>แบบประเมินให้คะแนนใบงานที่ 5</b>                 |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ชื่อวิชา : การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                   |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | เรื่อง : การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าภายในอาคาร |                                                                                     |
| <p style="text-align: center;"><b>สรุปผลการประเมิน</b></p> <p>คะแนนรวม : ..... คะแนน (เต็ม 50 คะแนน)</p> <p>ผลการประเมิน :</p> <p><input type="checkbox"/> ผ่าน (ได้คะแนนตั้งแต่ 30 คะแนนขึ้นไป)</p> <p><input type="checkbox"/> ต้องปรับปรุง (ได้น้อยกว่า 30 คะแนน)</p> <p>ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ประเมิน :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ชื่อผู้ประเมิน ..... ตำแหน่ง .....</p> <p>ลงชื่อ ..... วันที่ .....</p> |                                                     |                                                                                     |

## ประวัติผู้เขียน

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ                | นายทองศักดิ์ ศรีพล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ชื่อการค้นคว้าอิสระ | การพัฒนาชุดฝึกทักษะการต่ออุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าภายในอาคาร 1 เฟส สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ<br>รหัสวิชา 20104-2005 วิชาการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| สาขาวิชา            | วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ประวัติ             | <p>ประวัติการศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์<br/>อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า<br/>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก</li> <li>- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)<br/>สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง<br/>วิทยาลัยการอาชีพชาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร</li> <li>- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)<br/>สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง<br/>วิทยาลัยการอาชีพชาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร</li> <li>- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น<br/>โรงเรียนทุ่งทรายวิทยา</li> </ul> <p>ประสบการณ์ทำงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2560 – 2565 ตำแหน่ง ครูพิเศษสอน<br/>วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร</li> <li>- 2565 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง ข้าราชการครู<br/>วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี แห่งที่ ๒</li> </ul> <p>โทรศัพท์</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 063-253-9896</li> </ul> <p>อีเมล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tk102536@gmail.com</li> </ul> |