พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ
เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ปริญญานิพนธ์

ของ

อุดมศักดิ์ จิตสงบ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ
เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ปริญญานิพนธ์

ของ

อุดมศักดิ์ จิตสงบ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2553

พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

บทคัดย่อ

ของ

อุดมศักดิ์ จิตสงบ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2553

อุดมศักดิ์ จิตสงบ. (2553). *พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร , อาจารย์ โอภาส สุขหวาน.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร และศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรที่ได้พัฒนาขึ้น การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร สร้างขึ้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบา โดยมีโครงสร้างของเนื้อหาหลักสูตรมีจำนวน 9 หน่วย ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเดินสายไฟภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การประเมินราคา เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยกันสามส่วน ส่วนที่หนึ่ง ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ระหว่างการฝึกอบรม และแบบประเมินทักษะระหว่างการฝึกอบรม ส่วนที่สองได้แก่ แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจหลังการฝึกอบรม และส่วนที่สามแบบสอบถามความคิดเห็นต่อหลักสูตรการฝึกอบรม ข้อกำหนดผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องเป็นผู้ที่สนใจในด้านการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร จบการศึกษาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นไป และมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างมีผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 10คน อาศัยอยู่ในเขตจังหวัดนครปฐม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2 และ t-test

ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของหลักสูตรการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เท่ากับ 88.25 / 88.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีประสิทธิภาพความรู้และทักษะระหว่างเรียนรวมกันของแต่ละหน่วยดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 E1= 87.00 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 E1= 89.47 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 E1= 85.90 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 E1= 90.52 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 E1= 88.00 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 E1= 87.00 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 E1= 88.95 หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 E1= 86.50 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 E1= 90.71 และมีประสิทธิภาพความรู้หลังเรียน E2= 88.50 ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{X}$ = 3.96 SD = 0.13 อยู่ในระดับดีและไม่แตกต่างกับเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 t-test = -1.193

A TRAINING CURRICULUM DEVELOPMANT ON ELECTRICAL EQUIPMANT AND SYSTEM IN BUILDING INSTALLATION FOR SELF-EMPLOYMENT

AN ABSTRACT

BY

UDOMSAK JITSANGOB

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Education Degree in Industrial Education

at Srinakharinwirot University

May 2010

Udomsak Jitsangob (2010). *A training curriculum development on electrical equipment and system in building installation for self-employment.* M.Ed. (Industrial Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Pairust Vongyuttakrai , Mr. Ophat Sukwan.

The purposses of this research were to develop a training curriculum on electrical equipment and system in building installation for self-employment and to study the efficiency of a training curriculum development on electrical equipment and system in building installation for self-employment. This training curriculum was develop from Taba model and the related studies. The contents of this curriculum consisted of 9 units there were, Unit 1: Electrical equipments and tools, Unit 2 : Basic of electrical circuit in building , Unit 3 : Wiring in building , Unit 4 : Switchboard Installation , Unit 5 : Safety for electrical operation , Unit 6 : Principle of electrical equipment , Unit 7 : Lighting installation , Unit 8 : Electrical equipment and system installation and Unit 9 : Cost calculation. The tools used for data collection were knowledge / comprehensive test both during and after the training courses as well as an opinion questionnaire on the training curriculum. The criteria of the trainee have to finished primary school, age above 18 years, interested in electrical equipment and system in building installation for self-employment. The samples were 10 persons who live in Nakornprathom province. The statistical tools used to analyzed data were Mean, Standard Deviation , E_1 / E_2 and t-test

The result of the study found that : The efficiency of the training curriculum on electrical equipment and system in building installation for self-employment in terms of knowledge and comprehension E_1 / E_2 were 88.25 / 88.50 which higher than the criteria 85/85. The efficiency in each unit were. Unit 1: E1 = 87.00, Unit 2: E1 = 89.47,Unit 3: E1 = 85.90,Unit 4: E1 = 90.52,Unit 5: E1 = 88.00,Unit 6: E1 = 87.00,Unit 7: E1=88.95,Unit 8: E1 = 86.50,Unit 9: E1 = 90.71 and E2 = 88.50. The result on the opinion of training curriculum on electrical equipment and system in building installation for self-employment is in good level and there is no significant different at 0.05, $\overline{X}$ = 3.96, SD =0.13, t - test = -1.193.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ
เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ของ
อุดมศักดิ์ จิตสงบ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2553

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ โอภาส สุขหวาน กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้า แนะนำแหล่งการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขข้อความ และรูปแบบของปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล อาจารย์ โอภาส สุขหวาน คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์ อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร อาจารย์ โอภาส สุขหวาน อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล คณะกรรมการสอบปากเปล่า ที่ได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและจัดทำเอกสารปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินหลักสูตรและแบบทดสอบที่ใช้สำหรับการวัดผลประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรม

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจที่ดีตลอดระยะเวลาในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

อุดมศักดิ์ จิตสงบ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	ตัวแปรที่ศึกษา	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
	สมมุติฐานในการวิจัย	4
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	5
	หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร	5
	การฝึกอบรม	15
	การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร	19
	การประกอบอาชีพอิสระ	65
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	81
3	**วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า**	86
	การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย	86
	การกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรม	86
	การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม	87
	การวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรม	92
	การวิเคราะห์ข้อมูล	94
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	95

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4 **ผลการวิเคราะห์ข้อมูล** 99

การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ 99

การวิเคราะห์ผลการวิจัย 102

5 **สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ** 107

สรุปผลการวิจัย 107

อภิปรายผล 109

ข้อเสนอแนะ 111

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป 112

บรรณานุกรม 113

ภาคผนวก 122

ประวัติย่อผู้วิจัย 359

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย …….. 91

2 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย
และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม 100

3 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย
และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม 101

4 ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม ตัวอย่าง 1 คน …….. 101

5 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม ตัวอย่าง 1 คน …… 101

6 ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 3 คน ……..... 102

7 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 3 คน ……..... 102

8 ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน 103

9 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน 103

10 ค่าประสิทธิภาพระหว่างการฝึกอบรม (E_1)และหลังการฝึกอบรม (E_2)
ของตัวอย่าง 10 คน 104

11 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรม ……... 105

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 4
2 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของโบแชมป์ 8
3 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ สุมิตร คุณานุกร 9
4 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของ สงัด อุทรานันท์ 11
5 ระบบการพัฒนาหลักสูตรของ สงัด อุทรานันท์ 12
6 การพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ 13
7 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 21
8 การจ่ายกระแสไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้า 22
9 วงจรระบบไฟฟ้า 1 เฟส 23
10 วงจรระบบไฟฟ้า 3 เฟส 23
11 การทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วยหลอดทดสอบ 25
12 การวัดไฟด้วยไขควงไฟฟ้า 25
13 เครื่องมือสำหรับตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า 26
14 การต่อวงจรแบบอนุกรม 27
15 การต่อวงจรแบบขนาน 27
16 มัลติมิเตอร์ 28
17 คัทเอ๊าท์และส่วนประกอบของคัทเอ๊าท์ 29
18 คาร์ทริดฟิวส์ 29
19 การติดตั้งและการใช้งานคาร์ทริดฟิวส์ 30
20 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบหนึ่งขั้ว สองขั้ว และสามขั้ว 30
21 การเดินสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่บ้านพักอาศัย 32
22 จุดต่อสายไฟฟ้าเข้าภายในบ้าน 33
23 ตัวอย่างรายละเอียดบนสายไฟฟ้า 34
24 การแบ่งวงจรไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก 35
25 การแบ่งวงจรไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ 36
26 การเดินสายด้วยคลิปรัดสาย 37

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

27 ตัวอย่างการตีเส้นบนผนังเพื่อเดินสาย 37
28 การเดินสายด้วยท่อพีวีซี 38
29 ช่องเดินสายไฟบนพื้นผิว 39
30 การควบคุมหลอดไฟด้วยสวิทช์ทางเดียว 41
31 การใช้งานสวิทช์ 3 ทางในการควบคุมหลอดไฟ 42
32 ตัวอย่างสวิทช์ไฟฟ้า 42
33 ตัวอย่างเต้ารับและเต้าเสียบ 43
34 การติดตั้งเต้ารับและชนิดของเต้ารับแบบต่างๆ 43
35 แสดงชนิดของหลอดไส้ 44
36 ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 45
37 รูปแบบต่างของหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ 46
38 การต่อสายหลอดฟลูออเรสเซนต์ 47
39 วงจรไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 48
40 ตัวอย่างหลอดคอมแพ็คท์ฟลูออเรสเซนต์ 49
41 ส่วนประกอบของหลอดไอปรอท 50
42 พัดลมตั้งโต๊ะ 51
43 พัดลมแบบติดตั้งเพดาน 51
44 เตารีดไฟฟ้า 52
45 หม้อหุงข้าวไฟฟ้าแบบปกติและแบบดิจิตอล 53
46 เครื่องปั๊มน้ำ 54
47 เครื่องปั๊มน้ำแบบใบพัดและแบบลูกสูบ 54
48 เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า 55
49 ตัวอย่างคีมตัดสายไฟ 56
50 การพันสายรอบสกรู 57
51 ขั้วต่อสายแบบหางปลา 57
52 วิธีต่อสายเข้ากับหางปลา 58

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

53 การปอกสายไฟด้วยมีด 59
54 การใช้เครื่องมือคีมปอกสายไฟ 59
55 การต่อสายแบบหางเปีย 60
56 การต่อสายแยก 60
57 การต่อสายด้วยไวร์นัท 61
58 การต่อสายด้วยสปลิตโบลท์ 61
59 การต่อสายด้วยลูกเต๋า 62
60 วิธีการหุ้มฉนวนสายไฟ 63
61 ขั้นตอนการวางแผนเพื่อการทำงาน 78
62 องค์ประกอบของระบบการผลิต 79
63 แสดงขั้นตอนการกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรม
การประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย 87
64 ขั้นตอนการสร้างหลักสูตรการฝึกอบรม 88
65 ขั้นตอนการจัดทำแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรม 93

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

จากการวิจัยตลาดแรงงานของกรมการจัดหางานได้สำรวจพบว่าในปัจจุบันประเทศไทยมีประชากรทั้งหมด 65.34 ล้านคน มีผู้ที่อยู่ในวัยทำงาน 36.87 ล้านคน เป็นผู้ที่มีงานทำ 36.34 ล้านคน และผู้ว่างงาน 4.5 แสนคน และผู้ที่รอฤดูกาล 7.28 หมื่นคน (กรมการจัดหางาน. 2549: 3) ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนของผู้ว่างงานเทียบกับจำนวนผู้ที่อยู่ในวัยทำงานเท่ากับ 1.3% ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น โดยเป็นผลมาจากสถานการณ์เศรษฐกิจไทยในปัจจุบันมีการชะลอตัวเนื่องจากปัญหาทางสภาวะทางการเมือง ส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ สืบเนื่องติดต่อกันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 จากสภาวะเศรษฐกิจฟองสบู่แตก และสภาวะการกู้ยืมเงินจาก International Monetary Fund (IMF) รวมทั้งค่าเงินบาทลอยตัว และต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งเกิดการปฏิวัติขึ้นเป็นต้นมา ทั้งหมดเป็นผลทำให้เกิดการชะลอตัวในภาคเศรษฐกิจและการลงทุน ทำให้มีอัตราการจ้างงานลดลง และทำให้อัตราการว่างงานเพิ่มมาขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ซึ่งจากผลสรุปเบื้องต้นของสำนักงานสถิติแห่งชาติในปี พ.ศ. 2549 ประชาชนมีรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนประมาณ 17,122 บาทต่อเดือน และมีหนี้สินเฉลี่ยต่อครัวเรือนประมาณ 118,434 บาทซึ่งเห็นได้ว่าประชาชนมีปัญหาหนี้สินเป็นจำนวนมาก ซึ่งพบสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากปัญหาการว่างงาน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2550: 4) ทางรัฐบาลนั้นมิได้มีการวางแผนการจัดทรัพยากรแรงงานที่รัดกุม โดยที่ผ่านมามีลักษณะสนองความต้องการของภาคเอกชน และภาครัฐวิสาหกิจเป็นหลัก หรือกล่าวคือการเตรียมคนเพื่อการเป็นลูกจ้าง โดยมิได้มีการคำนึงถึงงานนอกระบบที่แรงงานสร้างงานกันขึ้นมาเอง ในลักษณะของการประกอบอาชีพอิสระ ที่เป็นการสร้างงานโดยตนเองพึ่งพาตนเองโดยไม่เป็นลูกจ้างของใครและสามารถสร้างรายได้ให้กับตัวเอง

การประกอบอาชีพอิสระมีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดปัญหาการว่างงานแล้ว ยังเป็นพื้นฐานในการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ส่วนการประกอบอาชีพอิสระนั้นเปิดโอกาสให้ทุกคน และผู้ที่ประกอบอาชีพอิสระนั้นยังสามารถสร้างฐานะได้ภายในเวลาไม่กี่ปี และยังมีโอกาสขยายกิจการเพิ่มได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความขยันหมั่นเพียรของบุคคลนั้น การประกอบอาชีพอิสระนั้นมีหลายรูปแบบ เช่น งานบริการ , งานประดิษฐ์ และงานช่าง ซึ่งความต้องการของตลาดมีความต้องการงานช่างเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานช่างทางด้านไฟฟ้า ในประเทศไทยได้มีการใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยอย่างแพร่หลายตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เพราะไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อความเป็นอยู่ในปัจจุบัน สิ่งอำนวยความสะดวกภายในบ้านพักอาศัยหรือสถานที่ทำงานจำเป็นที่จะต้องใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่ใช้ในการทำงานทั้งสิ้น เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นก็มีหลายประเภทการติดตั้ง

เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าก็มีความแตกต่างกัน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ผู้ที่มีทักษะและความชำนาญในการติดตั้ง เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่ทำการติดตั้งและใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ ความต้องการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้มีมากขึ้น แต่ผู้ที่สามารถที่จะติดตั้งนั้นมีจำนวนจำกัดไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค จึงทำให้อาชีพช่างติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารนั้นมีความต้องการเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันได้มีการจัดการศึกษาเกี่ยวกับอาชีพช่างติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารหลายแห่ง แต่ก็ยังมีการจำกัดอยู่ในวงแคบๆ เช่น โรงเรียนอาชีวะศึกษา , วิทยาลัยการอาชีพและวิทยาลัยเทคนิค เป็นต้น ทำให้ผู้ที่สามารถติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารในจุดอื่นๆไม่เพียงพอ

ปัญหาและอุปสรรคในการประกอบอาชีพอิสระทางด้านการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร คือผู้ที่เริ่มต้นธุรกิจมักจะประสบความล้มเหลวไม่ประสบผลสำเร็จ เพราะมีคุณลักษณะไม่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพนั้นๆ แล้วยังขาดความรู้ ความสามารถ ทักษะ และการให้บริการ ซึ่งสามารถพัฒนาได้โดยใช้การฝึกอบรมสำหรับการฝึกอบรมเป็นกรรมวิธีการพัฒนามนุษย์ เช่นเดียวกับการให้การศึกษาแต่การศึกษาเป็นการจัดขึ้นในระยะเวลาที่ยาวนานที่เป็นไปตาม หลักสูตรมาตรฐานของกระทรวง ทบวง กรมต่างๆ นอกจากนี้ยังต้องใช้งบประมาณที่มากกว่า การฝึกอบรมเป็นทั้งการแก้ปัญหาและเป็นการให้ความรู้ ทักษะแก่ผู้ที่มีความรู้และยังไม่เคยมีความรู้ ทั้งนี้การฝึกอบรมนั้นสามารถทำได้โดย การสัมมนา การอบรม การฝึกปฏิบัติทั้งนี้การที่จะเลือกรู้แบบ การฝึกอบรมนั้นก็จะต้องดูว่า หลักสูตรไหนเหมาะกับการให้ความรู้ที่เหมาะสมเช่น งานติดตั้งไฟฟ้า , การตรวจสอบซ่อมแซมระบบไฟฟ้า โดยหลักสูตรที่เหมาะสมจะมีการให้ความรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญของการประกอบอาชีพการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของตลาดและยังสามารถที่จะนำมาเป็นอาชีพเสริมหรืออาชีพอิสระ เพื่อช่วยให้ประชาชนมีรายได้ และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น แต่ปัญหาของการประกอบอาชีพการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารของ ผู้ที่ต้องการประกอบอาชีพนี้คือขาดความรู้ ทักษะ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร เพื่อที่จะช่วยแก้ไขปัญหาขาดความรู้ ทักษะ เกี่ยวกับการประกอบอาชีพการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารให้ได้มีความรู้ ทักษะ ที่ดีในการประกอบอาชีพการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสามารถนำไปประกอบเป็นอาชีพอิสระได้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารและหาประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อให้ผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมสามารถติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร
2. ผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปประกอบอาชีพอิสระได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัย ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจจะประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจจะประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร จำนวน 10 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอน ทักษะ และเนื้อหาสาระ ตามหลักการพัฒนาหลักสูตรของทาบา โดยในการวิจัยครั้งนี้จะทำการพัฒนาหลักสูตรด้านการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร

2. การฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร หมายถึง การฝึกสอนให้ความรู้ และการฝึกปฏิบัติเพื่อที่จะเพิ่มความรู้ ทักษะและทัศนะคติที่ดี ในการปฏิบัติงานเพื่อให้สามารถที่จะประกอบอาชีพอิสระในด้านการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารได้

3. การประกอบอาชีพอิสระ หมายถึง การที่บุคคลผู้ประกอบอาชีพสามารถหารายได้เองโดยไม่ต้องมีนายจ้างและไม่อยู่ในฐานะลูกจ้างหรือการที่บุคคลเป็นเจ้าของกิจการเอง ธุรกิจในครัวเรือนหรือฐานะหุ้นส่วน ดำเนินกิจการเอง จัดการเอง รับผิดชอบต่อความเสี่ยงทางธุรกิจด้วยตัวเอง ดำเนินกิจการ

ในรูปของการผลิต การจำหน่ายหรือการบริการ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อผลกำไรและยอมรับความเสี่ยงทั้งหมดจากการบริหารงานไม่ว่าจิกการจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ตาม

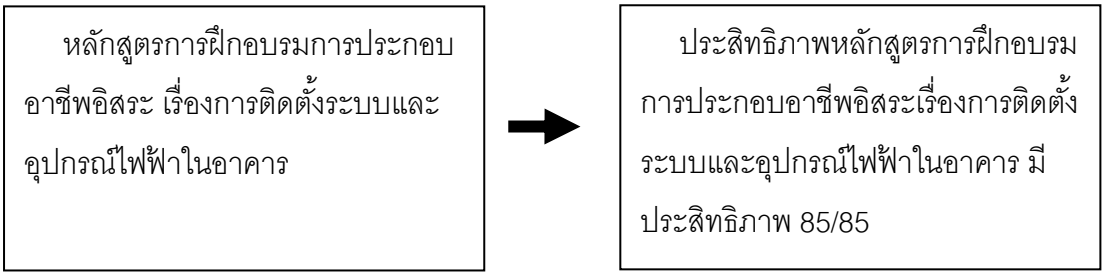
4. การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร หมายถึง เนื้อหาสาระด้านทฤษฎีและทางด้านการปฏิบัติงาน ด้านการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นภายในอาคารเช่น วงจรไฟฟ้าภายในอาคารการเดินสายไฟ วิธีการดำเนินการติดตั้ง และความรู้เบื้องต้นในการตรวจสอบแก้ไข

5. ประสิทธิภาพหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร หมายถึง คุณภาพของหลักสูตรการฝึกอบรม ที่สามารถทำให้ผู้รับการฝึกอบรมเรียนรู้เนื้อหาในการอบรมและสามารถทำแบบทดสอบระหว่างหน่วยการเรียนรู้และหลังการฝึกอบรมได้ผ่านเกณฑ์ 85/85

85 จำนวนแรก หมายถึง คะแนนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทำแบบทดสอบระหว่างหน่วยการเรียนรู้ได้ถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 85

85 จำนวนหลัง หมายถึง คะแนนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมได้ถูกต้องคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 85

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

หลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ 85/85

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร ซึ่งมีรายละเอียดตามลำดับดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร
2. การฝึกอบรม
3. การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร
4. การประกอบอาชีพอิสระ
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร

1.1 ความหมายของหลักสูตร

การจัดการศึกษาในทุกระดับ หรือทุกประเภทจะบรรลุตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีหลักสูตรเป็นแนวทางในการจัดการศึกษาโดยมีนักการศึกษาได้ให้คำนิยามหลักสูตรดังนี้

สงัด อุทรานันท์ (2532: 34) ได้ให้ความหมายของหลักสูตร หมายถึง ประสบการณ์ทั้งมวลที่จัดให้นักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ มีทักษะ เกิดความคิด และเจตคติที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

ธวัชชัย ชัยจิรฉายากุล (2529: 10) ได้ให้ความหมายของหลักสูตร หมายถึง กิจกรรมหรือประสบการณ์ทั้งหลายที่โรงเรียนจัดให้แก่ผู้เรียน

สุมิตร คุณานุกร (2518: 4-5) ได้ให้ความหมายของหลักสูตร หมายถึง

1. เอกสารที่กำหนดโครงการศึกษาของผู้เรียน โดยบรรจุความมุ่งหมายของการให้การศึกษา ตลอดจนเนื้อหา สาระความรู้ ประสบการณ์ และกิจกรรมให้กับผู้เรียน
2. โครงการที่ประมวลความรู้ และประสบการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถด้านต่างๆของผู้เรียน
3. วิชาความรู้สาขาหนึ่งที่ว่าด้วยหลักการ และแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตร

ทาบา (Taba. 1962: 10) ได้ให้ความหมายของหลักสูตรหมายถึง แนวทางในการเตรียมพลเมือง เพื่อที่จะให้อยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีความสุข และเป็นสมาชิกที่สามารถสร้างสรรค์ผลผลิตให้แก่วัฒนธรรมนั้น

แพรท (Pratt. 1980: 455) ได้ให้ความหมายของหลักสูตรหมายถึง สิ่งที่ถูกรวบรวมขึ้นอย่างมีระบบ ซึ่งจัดไว้ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาในระบบโรงเรียน และ/หรือเพื่อใช้สำหรับการฝึกอบรม

ดังนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า หลักสูตร หมายถึง ความรู้ ทักษะ มวลประสบการณ์หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่โรงเรียนจัดรวบรวมไว้ เพื่อใช้ในการจัดการศึกษาให้กับผู้เรียน โดยมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนด

1.2 ความหมายของการพัฒนาหลักสูตร

สงัด อุทรานันท์ (2532: 30) กล่าวว่า “การพัฒนา” หรือคำในภาษาอังกฤษว่า “development” มีความหมายที่เด่นชัดอยู่ 2 ลักษณะคือ ลักษณะแรก หมายถึง การทำให้ดีขึ้น หรือทำให้สมบูรณ์ขึ้น และอีกลักษณะหนึ่ง หมายถึง ทำให้เกิดขึ้น โดยเหตุนี้ความหมายของการพัฒนาหลักสูตร จึงอาจจะมีความหมายได้ 2 ลักษณะ เช่นเดียวกัน คือ ความหมายแรก หมายถึง การทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น หรือสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และอีกความหมายหนึ่ง ก็คือ เป็นการสร้างหลักสูตรขึ้นมาใหม่โดยไม่มีหลักสูตรเดิมเป็นพื้นฐาน อยู่เลย

เปรื่อง กิจรัตนี (2532: 15) การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และความต้องการของสังคม

เซเลอร์ และอเลกซานเดอร์ (saylor & Alexander. 1974: 7) ได้กล่าวถึง ความหมายของการพัฒนาหลักสูตรไว้ว่า การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น หรือการจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่ โดยไม่มีหลักสูตรเดิมเป็นพื้นฐานอยู่เลย ความหมายของการพัฒนาหลักสูตรจะรวมไปถึงการผลิตเอกสารต่างๆสำหรับผู้เรียนด้วย

กล่าวได้ว่า การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง เป็นสิ่งที่กระทำได้ตลอดเวลาเพราะการเปลี่ยนแปลงของสังคม และท้องถิ่นที่แตกต่างกัน ดังนั้น การจัดการศึกษาให้สนองตอบบุคคลและท้องถิ่นได้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งในที่นี้อาจจะเป็นการสร้างหลักสูตรขึ้นมาใหม่ให้สนองตอบสังคม หรือพัฒนาส่วนที่มีอยู่แล้วหรือใช้ไปแล้วมาปรับปรุงให้ดีขึ้นและสอดคล้องกับความต้องการของสังคมและท้องถิ่น

1.3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตร

ไทเลอร์ (Tyler. 1950: 1) ได้ให้หลักเกณฑ์และเหตุผลไว้ว่า ในการพัฒนาหลักสูตรและวางแผนการสอนนั้น จะต้องตอบคำถาม 4 ประการ ดังนี้

1. มีวัตถุประสงค์ทางการศึกษาอะไรบ้าง ที่สถานศึกษาจะต้องให้นักเรียนได้รับรู้
2. มีประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้าง ที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์เหล่านั้น
3. จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาเหล่านั้น ให้มีประสิทธิภาพได้อย่างไรบ้าง
4. จะพิจารณาได้อย่างไรว่า วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้นั้นได้บรรลุเป้าหมาย

จากข้อกำหนดของไทเลอร์นำมาพัฒนาหลักสูตรได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์

2. คัดเลือกเนื้อหาวิชา

3. คัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

4. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผล

ทาบา (Taba. 1962: 12) ได้เสนอขั้นตอนกระบวนการพัฒนาหลักสูตรไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. สำรวจปัญหาความต้องการและความจำเป็นต่างๆของสังคม

2. กำหนดวัตถุประสงค์ตามที่สังคมต้องการ

3. คัดเลือกเนื้อหาวิชาที่ต้องการนำเสนอ เพื่อให้มีความรู้ตรงกับความต้องการและความจำเป็นของสังคม โดยพยายามคัดเลือกให้เรียนเฉพาะตรงกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

4. จัดลำดับขั้นตอนเนื้อหารสาระ

5. คัดเลือกประสบการณ์การเรียนจะนำมาสร้างเนื้อหา และกระบวนการเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

6. จัดลำดับขั้นตอน และแก้ไขปรับปรุงประสบการณ์การเรียนต่างๆ ที่นำมาเสริมเนื้อหา วิชาความรู้

7. กำหนดเนื้อหา หรือประสบการณ์อย่างใดที่ต้องประเมินผลว่า ได้มีการเรียนรู้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ ต้องกำหนดว่าจะใช้วิธีประเมินผลอย่างไร มีอะไรบ้างที่จะช่วยในการประเมิน

โดยรูปแบบของหลักสูตรในทัศนะของทาบา (Taba) ได้แบ่งรูปแบบของหลักสูตรออกเป็น 5 รูปแบบด้วยกัน ดังนี้

1. หลักสูตรรายวิชา (Subject Curriculum)

2. หลักสูตรรวมวิชา (Broad – Field Curriculum)

3. หลักสูตรเน้นกระบวนการทางสังคม และภาระหน้าที่ในชีวิตประจำวัน (Curriculum Based on Social Processes and Life Function)

4. หลักสูตรกิจกรรมหรือหลักสูตรประสบการณ์ (Activity or Experience Curriculum)

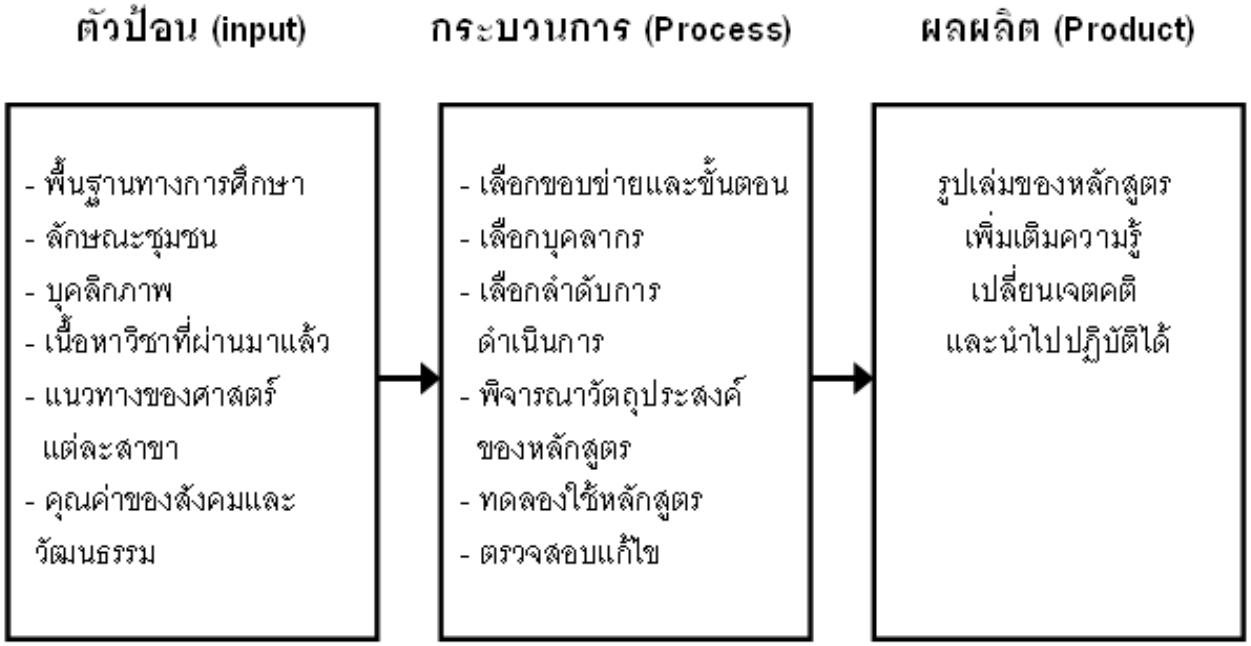
5. หลักสูตรแกนวิชา (Core Curriculum) (Taba, 1962)

โบแชมป์ (Beauchamp. 1968 : 45) ได้เสนอรูปแบบกระบวนการพัฒนาหลักสูตร ในเชิงระบบ คือ

1. ส่วนที่ป้อนเข้า (input) เป็นส่วนของข้อมูล เนื้อหาสาระ รวมทั้งลักษณะหรือวัฒนธรรมของสังคม ที่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจ สำหรับการนำไปใช้หลังจากผ่านการเรียนการสอน เรียบร้อย หรือเปรียบได้กับส่วนของเนื้อหาสาระของการเรียนการสอน

2. กระบวนการ (process) เป็นขั้นตอนในการจัดเรียงลำดับข้อมูลจากส่วนที่ป้อนเข้า โดยเป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และทำการคัดเลือกเนื้อหาสาระที่สำคัญสำหรับการเรียนการสอน รวมทั้งจัดเป็นแผนการเรียนการสอน โดยระบุเป็นระยะเวลา และบุคลากรที่ทำการสอน จากนั้นทำการตรวจสอบแก้ไข โดยคณะกรรมการการพัฒนาหลักสูตรของแต่ละโรงเรียนหรือสถาบัน เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุง รวมทั้งวิธีการประเมินผลของหลักสูตร

3. ผลผลิตที่ได้ (product) เป็นผลที่ได้รับจากกระบวนการพัฒนาหลักสูตรที่ได้กระทำ ซึ่งได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นหลักสูตรที่จะนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนต่อไป โดยจัดทำเป็นคู่มือหรือรูปเล่มเพื่อง่ายต่อการใช้งาน



ภาพประกอบ 2 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของโบแชมป์

ที่มา: วันชัย คงเพ็ชร์. (2535). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม สำหรับครูอุตสาหกรรมศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร*. หน้า 12 (อ้างอิงจาก Beauchamp, George A. (1968). Curriculum Theory)

แนวคิดของการพัฒนาหลักสูตรของโบแชมป์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

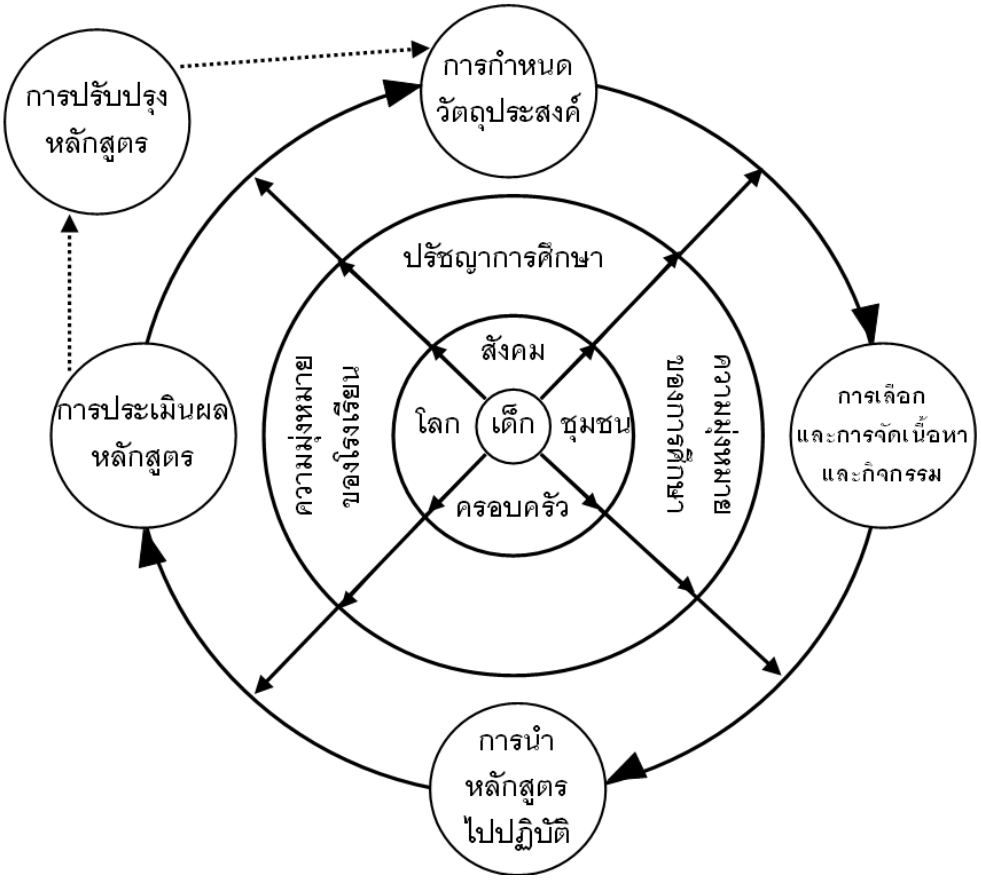
1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เป็นสิ่งที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อได้เรียนตามหลักสูตร จะเป็นแนวทางให้รู้ว่าต้องจัดมวลประสบการณ์อะไร อย่างไร ที่จะทำให้ผู้เรียนเป็นไปตามสิ่งที่คาดหวังไว้

2. เนื้อหา คือเนื้อหาสาระ ข้อมูล หรือมวลประสบการณ์ต่างๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับรู้ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาความคิด และพฤติกรรมของผู้เรียน

3. การนำหลักสูตรไปใช้ เป็นขั้นตอนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จ โดยรวมถึงโครงสร้างของแผนการเรียนการสอน และการจัดบุคลากรให้เหมาะสม

4. การประเมินผล เป็นแนวทางการรวบรวมข้อมูล สารสนเทศที่แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ปรับปรุง พัฒนาผู้เรียนและการจัดกระบวนการเรียนรู้

รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ สุมิตร คุณานุกร (2518: 5-8) ได้เสนอรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรไว้ ดังน



ภาพประกอบ 3 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ สุมิตร คุณานุกร

ที่มา: สุมิตร คุณานุกร. (2518). *หลักสูตรและการสอน*. หน้า 5.

ภาพประกอบชี้ให้เห็นว่า กระบวนการไปด้วยกิจกรรมหลัก 5 ประการ คือ

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร หลักสูตรแต่ละหลักสูตรจะต้องมีจุดมุ่งหมายที่แสดงถึงเอกลักษณ์ และวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแต่ละระดับควรสอดคล้องและเสริมจุดมุ่งหมายของการศึกษาในระดับชาติ กิจกรรมแรกนี้เป็นความพยายามที่จะหาคำตอบต่อคำถามที่ว่า “จะให้การศึกษาไปเพื่ออะไร” ผู้พัฒนาหลักสูตรจะตอบคำถามนี้ได้ก็ต่อเมื่อได้ทำการสำรวจ และวิจัยข้อมูลด้านต่างๆ ทั้งที่เกี่ยวกับสังคมและผู้เรียน

2. การเลือกและจัดเนื้อหาวิชา และประสบการณ์กิจกรรมในขั้นที่สอง ในการพัฒนาหลักสูตร คือ การเลือกสารรวิชาความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่คาดว่าจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาไปสู่จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ นอกจากนี้แล้ว ต้องพิจารณาด้วยว่า เนื้อหาสาระอะไรควรนำไปสอนก่อน หรือสอนหลัง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาไปได้อย่างมีสัมฤทธิ์ผลสูงสุด

3. การนำเอาหลักสูตรไปใช้ หมายถึง การที่ผู้บริหารโรงเรียนและครู นำเอาโครงการของหลักสูตรที่เป็นรูปเล่มไปปฏิบัติให้บังเกิดผล หัวใจของการนำหลักสูตรไปใช้ คือ การสอน และบุคคลที่มีความสำคัญที่สุดในขั้นตอนนี้คือ ครู

4. การประเมินผลหลักสูตร เป็นการค้นหาคำตอบว่า หลักสูตรสัมฤทธิ์ผลตามที่กำหนดไว้ในความมุ่งหมายหรือไม่ มากน้อยเพียงไร และอะไรเป็นสาเหตุการประเมินผลหลักสูตรคลอบคลุมไปถึงการพิจารณาขั้นตอนที่สามเพื่อหาข้อมูล

5. การปรับปรุงหลักสูตร กระบวนการพัฒนาหลักสูตร มีลักษณะเป็นวัฏจักรเริ่มต้นด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมาย นำหลักสูตรไปปฏิบัติให้เกิดผลตามที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้ ประเมินผลหาข้อบกพร่องของกระบวนการ และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงหลักสูตร การปรับปรุงหลักสูตร จึงเริ่มต้นด้วยกระบวนการและขั้นตอนเดิมอีก คือ ปรับปรุงจุดมุ่งหมาย เมื่อจุดมุ่งหมายซึ่งเป็นแม่บทเปลี่ยนไปกระบวนการที่เหลือก็ต้องถูกเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องรับกันจนมาถึงการประเมินผลหลักสูตร และนำเอาข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลไปปรับปรุงหลักสูตรอีกเป็นวัฏจักรเวียนต่อเนื่องกัน

สงัด อุทรานันท์ (2532: 39) ได้จัดลำดับขั้นตอนของการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน คือขั้นตอนของการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงความสอดคล้อง และความเหมาะสมของหลักสูตรกับสภาพวะของสังคมหรือชุมชน

2. การกำหนดจุดมุ่งหมาย เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร เปรียบเสมือนเป้าหมายของหลักสูตร

3. การคัดเลือก และการจัดเนื้อหารสาระ คือ การจัดการเนื้อหาสาระที่จำเป็นในการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับลำดับการเรียนการสอนของหลักสูตร ทั้งผู้เรียน ผู้สอน ระยะเวลา โดยจัดทำเป็นโครงสร้างของหลักสูตร

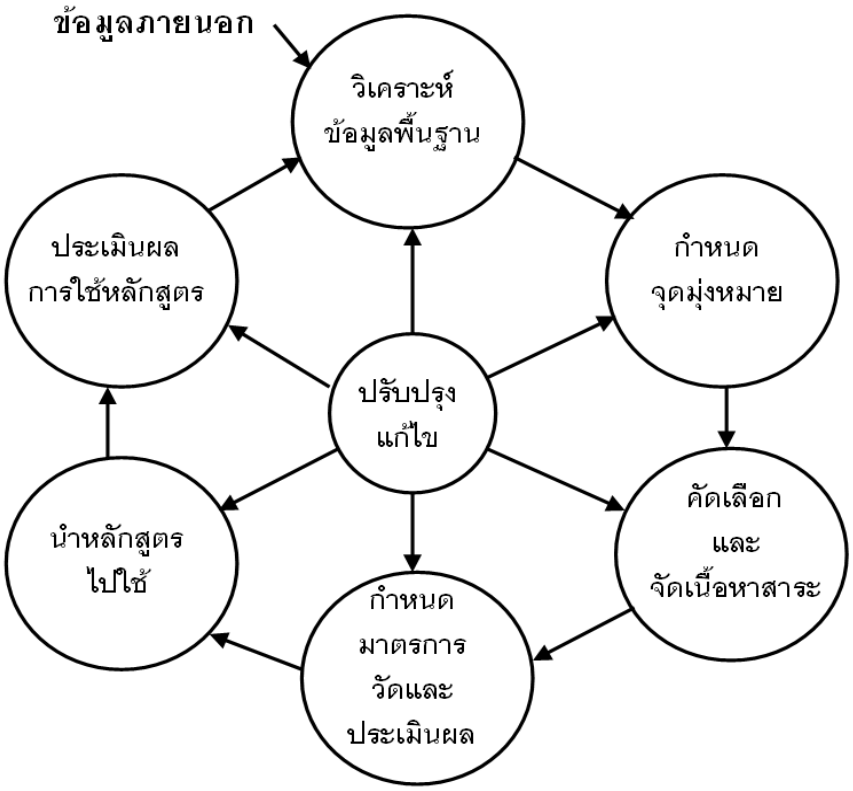
4. การกำหนดมาตรการวัด และประเมิน คือ การกำหนดการวัดผล และเกณฑ์ของผลที่ได้รับของหลักสูตรในแต่ละขั้น ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล

5. การนำหลักสูตรไปใช้ เป็นการนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ไปดำเนินการใช้ในการเรียนการสอน

6. การประเมินผลการใช้หลักสูตร คือขั้นตอนของการประเมินผลของหลักสูตร โดยใช้เกณฑ์ที่ได้ทำการกำหนดไว้เป็นมาตรฐานของการวัดผลหลักสูตร

7. การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร คือการปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง สำหรับการพัฒนาหลักสูตรในลำดับต่อไป

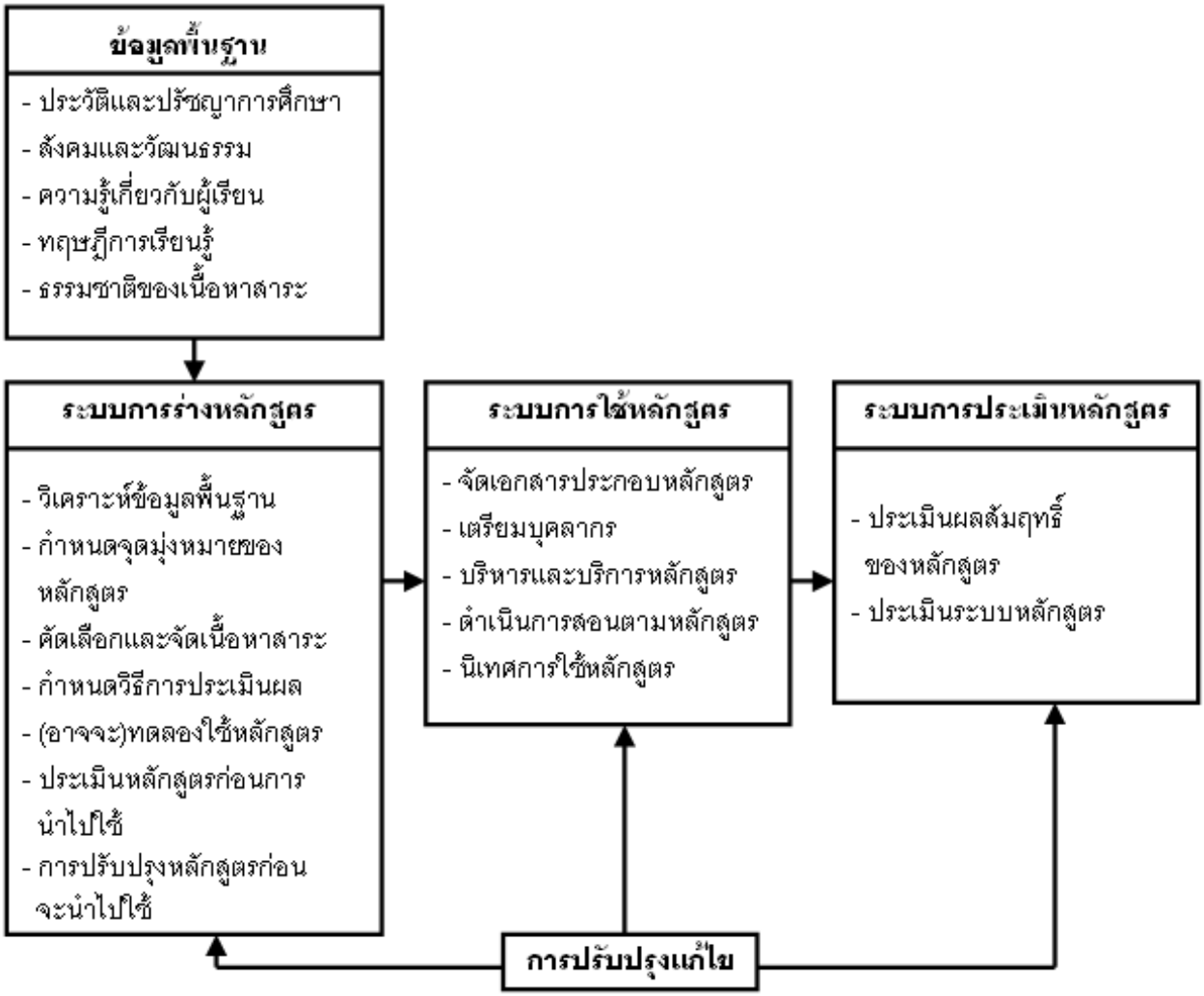
กระบวนการพัฒนาหลักสูตรที่กล่าวมาแล้วข้างต้น มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันอย่างเป็นวัฏจักร ดังแสดงในแผนภาพต่อไปนี้ (สงัด อุทรานันท์. 2532: 39)



ภาพประกอบ 4 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของ สงัด อุทรานันท์

ที่มา: สงัด อุทรานันท์. (2532). *พื้นฐานและหลักการการพัฒนาหลักสูตร*. หน้า 39.

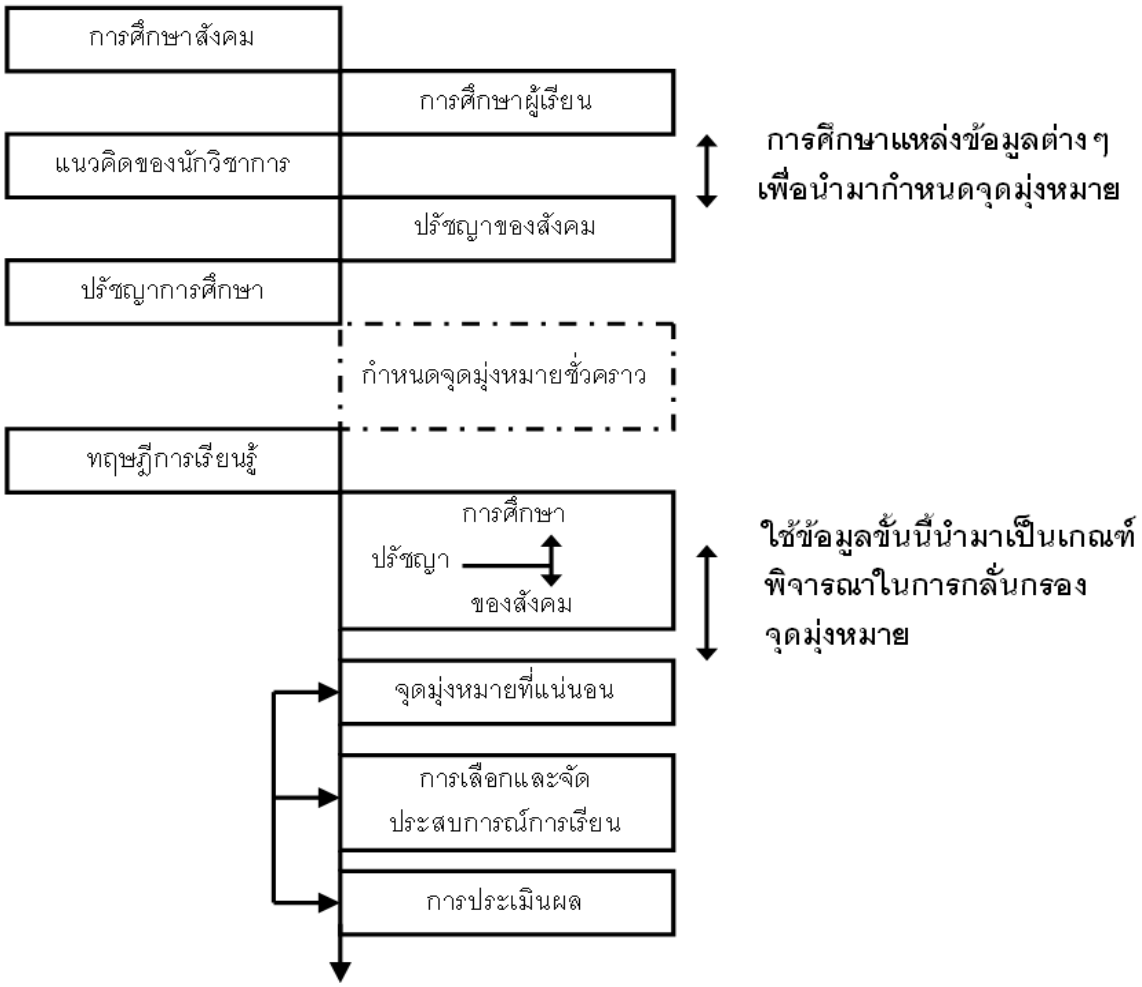
สงัด อุทรานันท์ (2532: 35) ได้เสนอระบบการพัฒนาหลักสูตร ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 5 ระบบการพัฒนาหลักสูตรของ สงัด อุทรานันท์

ที่มา: สงัด อุทรานันท์. (2532). *พื้นฐานและหลักการการพัฒนาหลักสูตร*. หน้า 35.

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 14) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 6 การพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์

ที่มา: วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่*. หน้า 14.

ไทเลอร์ได้สรุปแนวคิดของการพัฒนาหลักสูตร เริ่มต้นจากการศึกษาแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมากำหนดเป็นจุดมุ่งหมายของการหลักสูตร โดยกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายชั่วคราว จากนั้นทำการเปรียบเทียบพิจารณากับทฤษฎีของการเรียนทั้งด้านการศึกษาและสังคม ในการกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่แน่นอน เพื่อใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอน เนื้อหาสาระ และการประเมินผลการเรียนต่อไป แนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler. 1950: 1-3) หลักการและเหตุผลในการสร้างหลักสูตรของไทเลอร์ มีอยู่ 4 ประการ ได้แก่

1. โรงเรียนควรศึกษาว่าควรมีจุดมุ่งหมายการศึกษาอะไรบ้าง

2. โรงเรียนควรศึกษาว่าควรจัดมวลประสบการณ์อะไรบ้างเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายการศึกษา

3. โรงเรียนควรศึกษาวิธีการจัดมวลประมวลประสบการณ์เพื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ

4. โรงเรียนควรศึกษาวิธีการประเมินผลประสิทธิภาพของมวลประสบการณ์ที่สามารถตัดสินใจว่าโรงเรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่กำหนดไว้

จากแนวคิดทั้ง 4 ประการ ดังนั้นลักษณะเด่นของการพัฒนาหลักสูตรและการสอนของไทเลอร์คือการใช้จุดมุ่งหมายเป็นตัวกำหนดเลือกและจัดมวลประสบการณ์การเรียน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกมวลประสบการณ์การเรียนรู้ไว้ดังนี้ (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2537: 12-13)

1. นักเรียนควรมีโอกาสฝึกพฤติกรรมและเรียนรู้สาระตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมาย

2. กิจกรรมและมวลประสบการณ์ควรทำให้นักเรียนพอใจที่จะปฏิบัติตามพฤติกรรมที่ได้ระบุไว้ในจุดมุ่งหมาย

3. กิจกรรมและมวลประสบการณ์ควรอยู่ในข่ายความพอใจที่พึงปฏิบัติได้

4. กิจกรรมและมวลประสบการณ์หลายๆ ด้านของการเรียนรู้ อาจนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพียงข้อเดียว

5. กิจกรรมและมวลประสบการณ์เรียนรู้เพียงหนึ่งอย่าง อาจตอบสนองจุดมุ่งหมายหลายข้อ ไทเลอร์ เน้นการพิจารณาจัดมวลประสบการณ์จะต้องคำนึงความสัมพันธ์ใน 1) ความต่อเนื่อง หมายถึง การเปิดโอกาสให้มีการฝึกทักษะในกิจกรรมและมวลประสบการณ์บ่อย ๆ 2) การจัดช่วงลำดับ หมายถึง การจัดกิจกรรมและมวลประสบการณ์จากสิ่งที่มีความง่ายไปสู่สิ่งที่มีความยาก 3) บูรณาการ หมายถึง การจัดมวลประสบการณ์ช่วยให้นักรเรียนได้เพิ่มพูนความคิดเห็นและได้แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกัน

เปรื่อง กิจรัตนี (2532: 41) ได้เสนอกระบวนการพัฒนาหลักสูตร มีขั้นตอนดำเนินการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ความต้องการ คือ ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลทางด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งทางด้านการศึกษา สังคม ชุมชน เพื่อการวิเคราะห์เป็นความต้องการสำหรับการกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2. การพัฒนา เป็นขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งจำเป็นต้องให้ผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเป็นผู้กำหนดลำดับ การจัดการเรียนการสอน เนื้อหาสาระ และคุณสมบัติของบุคลากร เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

3. การดำเนินการใช้และการปรับปรุง เป็นขั้นตอนของการนำหลักสูตรที่ได้ผ่านการพัฒนาไปใช้งาน และดำเนินการประเมินผลเพื่อนำผลที่ได้มาพัฒนาเปลี่ยนแปลงปรับปรุงหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้น

ดังนั้นจึงสามารถสรุปเนื้อหาของการพัฒนาหลักสูตรได้ตามแนวคิดของนักการศึกษา โดยความหมายของหลักสูตร หมายถึง การจัดมวลประสบการณ์ หรือกิจกรรมให้ผู้เรียนทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ทักษะ เกิดความคิด และเจตคติที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต

ส่วนการพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงหลักสูตร เพื่อให้ดีขึ้น หรือทำให้สมบูรณ์ขึ้น โดยมีความหมายได้ 2 ลักษณะ คือ ความหมายแรก เป็นการทำให้หลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น หรือสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และอีกความหมายหนึ่ง ก็คือการสร้างหลักสูตรขึ้นมาใหม่ โดยองค์ประกอบของหลักสูตรในกระบวนการพัฒนาหลักสูตรมี 4 ประการ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยใช้ข้อมูลจากหลายด้านที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้หลักสูตรสอดคล้องกับการศึกษา และสภาวะสังคม

2. เนื้อหา คือ ข้อมูลสาระที่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้รับการศึกษา เพื่อนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาตัวของผู้เรียน

3. การนำหลักสูตรไปใช้ คือ การจัดการเรียนการสอน โครงสร้างของการเรียนการสอน เพื่อให้เหมาะสมกับระยะเวลา เนื้อหา และตัวผู้เรียน เพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ในแต่ละลำดับขั้นของหลักสูตร

4. การประเมินผล เป็นการเก็บข้อมูลผลของการเรียนการสอน เพื่อทำการประเมินผลของหลักสูตร สำหรับการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

จากข้อมูลการพัฒนาหลักสูตรของทาบา จะเห็นได้ว่ามีการกำหนดไว้เป็นขั้นตอนอย่างละเอียด โดยกำหนดไว้เป็น 7 ขั้นตอน ซึ่งเหมาะแก่การนำมาใช้เป็นรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรระยะสั้นของการวิจัยครั้งนี้

2. การฝึกอบรม

2.1 ความหมายของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมเป็นกระบวนการหรือวิธีการที่จะพัฒนาให้บุคคลมีความรู้ มีทักษะ และมีทัศนคติที่ดีต่องานที่ปฏิบัติ และได้มีผู้ให้ความหมายการฝึกอบรมไว้หลากหลายเช่น

ธีรวุฒิ บุญยโสภณ (2527: 89) ได้ให้ความหมายของการฝึกอบรมไว้ว่า เป็นกระบวนการที่มุ่งพัฒนาบุคคลในองค์การเพิ่มพูนประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้น ทั้งในด้านความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ และความคิดสร้างสรรค์ต่างๆ ส่วนผลของการฝึกอบรมจะได้มากน้อยเพียงใด ต้องอาศัยการทดสอบติดตามผล และการย้อนกลับของข่าวสารในการทำงาน

พะยอม วงษ์สารศรี (2530: 153) กล่าวว่า การฝึกอบรม หมายถึง วิธีการในการเพิ่มพูนสมรรถภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ทั้งในด้านความคิด การกระทำ ความสามารถ ความรู้ความชำนาญ ตลอดจนความรู้สึกต่างๆ

อุทุมพร จามรมาน (2533: 2) กล่าวว่า การฝึกอบรม คือ กิจกรรม หรือความพยายามที่จะจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของหน่วยงาน เพื่อให้ผู้เข้าอบรมเกิดความเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีในเรื่อง ความรู้ ทัศนคติ และทักษะในการทำงาน

บีช (Beach. 1975: 3) ได้ให้ความหมายการฝึกอบรมว่า เป็นกระบวนการช่วยให้บุคคลมีทักษะและความรู้ โดยจัดขึ้นภายใต้สภาวะเงื่อนไขบางประการ และไม่ถึงกับการเรียนการสอนในสถานศึกษาของนักเรียนทั่วไป

ฮาร์บิสัน และเมเอยร์ (Harbison and Mayers. 1964: 2) ได้ให้ความหมายของการฝึกอบรมว่า กระบวนการที่จะเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ และความสามารถของบุคคลทั้งมวลในสังคมใดสังคมหนึ่ง

สรุปได้ว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการที่มุ่งพัฒนาบุคลากรในองค์การให้เป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ และความคิดสร้างสรรค์ที่ดี เพื่อเป็นกำลังในการพัฒนาองค์การให้เจริญก้าวหน้ายิ่งๆขึ้น

2.2 วัตถุประสงค์การฝึกอบรม

การฝึกอบรม จะให้ประสบผลสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามเป้าหมายได้นั้น วัตถุประสงค์เปรียบเสมือน เข็มทิศนำทางในการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม ให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่ง มีผู้ให้ความหมายของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมดังนี้

กฤช อัมโภชน์ (2520: 16) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ในการฝึกอบรม หมายถึง สิ่งที่กำหนดว่าไว้ในโครงการฝึกอบรมนั้นๆ จะต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้เป็นไปในลักษณะ และระดับใด จึงจะสามารถแก้ไขปัญหาที่มีความจำเป็นในการฝึกอบรม

เปรื่อง กุมุท (2520: 2) กล่าวว่า ประเภทและวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมแบ่งได้ดังนี้

1. การฝึกอบรมก่อนประจำการ (pre-service training) วัตถุประสงค์เพื่อให้เขาสามารถปรับตัวและคุ้นเคยกับสถานที่ กระบวนการทำงาน และบุคลากรที่จะต้องมีสัมพันธภาพในการงานกันต่อไป

2. การฝึกอบรมบุคลากรประจำการ(in-service training) วัตถุประสงค์เป็นการฝึกอบรมหรือ การสอนที่จัดเป็นพิเศษหรือเฉพาะคนที่ทำงานอยู่แล้ว รวมทั้งบุคคลในวงการอาชีพต่างๆ โดยมุ่งที่จะเพิ่มพูนความสามารถของคนเหล่านั้น

สมบูรณ์ ตันยะ (2524: 27) กล่าวว่า ความมุ่งหมายหลักของการฝึกอบรมครูประจำการ คือ การให้ครูประจำการได้รับการฝึกอบรมเพิ่มเติม เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการประกอบ

อาชีพครูซึ่งตนยังไม่มี หรือมีอยู่บ้าง แต่ไม่เพียงพอที่จะทำให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

วัตถุประสงค์อาจกล่าวได้ว่า เป็นจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมในการฝึกอบรมแก่บุคลากรในองค์การให้บรรลุเป้าหมายของระดับ ความรู้ ความสามารถ เจตคติ เพื่อที่จะให้บุคคลผู้เข้ารับการอบรมสามารถปฏิบัติได้ตามพฤติกรรมที่กำหนดไว้

นพพงษ์ บุญจิตราดุลย์ และทัศนีย์ ศุภเมธี (2525: 212) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม จะต้องคำนึงถึงประเด็นสำคัญ คือ

1. ส่งเสริมให้มีการพัฒนาทักษะ คือ การทำให้เกิดความรู้ และทักษะกับผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมให้มีการพัฒนาที่มากขึ้น

2. การถ่ายทอดความรู้ เป็นการทำให้เกิดการเผยแพร่ความรู้ หรือเป็นการถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนได้รับความรู้เพื่อนำไปถ่ายทอดได้ต่อไป

3. ปรับปรุงความเข้าใจ คือ การทำให้เกิดความเข้าใจในแนวทางเดียวกันและมีความสอดคล้องกันของข้อมูลที่ทำให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

4. เปลี่ยนแปลงเจตคติและค่านิยม คือ การฝึกอบรมสามารถทำให้ผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมมีเจตคติและค่านิยมที่ดีต่อสิ่งที่ได้รับจากการฝึกอบรม เพื่อสามารถนำไปพัฒนาต่อไปได้

5. เป็นการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจ เป็นการส่งเสริมให้เกิดการกระตุ้นให้มีความมุ่งมั่นและเป็นการสร้างแรงจูงใจผลักดันให้เกิดความสนใจในการฝึกอบรมให้มากยิ่งขึ้น

อาชวัน วายวานนท์ (2525: 107) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมน่าจะประกอบด้วยสิ่งสำคัญๆ ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มพูนผลผลิต

2. เพื่อเพิ่มทักษะและความรู้

3. เพื่อสร้างนิสัยในการทำงาน

4. เพื่อปรับปรุงเจตคติที่ดีต่องาน เพื่อให้การทำงานเป็นทีม และมีขวัญในการทำงาน

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม จึงต้องประกอบด้วย 3 พฤติกรรมหลัก คือ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ ถ้าผู้เข้ารับการอบรมบรรลุตามวัตถุประสงค์หลักดังกล่าวข้างต้นแล้ว เชื่อว่าจะทำให้ผลผลิตขององค์การ เพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน ตลอดจนบรรยากาศในการทำงานจะเป็นไปด้วยดี มีการร่วมมือร่วมใจในการทำงาน และทำให้องค์การนั้นๆเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

2.3 ประโยชน์ของการฝึกอบรม

การฝึกอบรม ในปัจจุบันเป็นเครื่องมือ ใช้สำหรับพัฒนาบุคลากรในหน่วยงานของภาครัฐบาล และภาคเอกชน จริงอยู่การฝึกอบรมในแต่ละครั้งจะต้องใช้งบประมาณมากมาย แต่ถ้าใน

หน่วยงานนั้นๆรู้จักสร้างบรรยากาศในการทำงาน และนำทรัพยากรบุคคลที่ผ่านการฝึกอบรมมาใช้ในการปฏิบัติงานแล้ว จะทำให้หน่วยงานมีความเปลี่ยนแปลงในทางที่ดี และได้รับประโยชน์

กิติ ตยัคคานนท์ (2520: 28-29) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการฝึกอบรม ดังนี้

1. การฝึกอบรมจะกระตุ้นให้ผู้รับการฝึกอบรมสนใจปฏิบัติงาน และรักงานมากขึ้นสามารถนำเทคนิคใหม่ๆ มาใช้ ทำให้ระบบการทำงานมีสมรรถภาพสูงขึ้น มีการประสานงานดีขึ้น

2. ทำให้เกิดการประหยัด ลดความสิ้นเปลือง เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานทำงานผิดพลาดน้อยลง

3. ลดเวลาการเรียนงานให้น้อยลง

4. แบ่งเบาภาระของผู้บังคับบัญชาได้มากขึ้น

5. ช่วยลดเวลาทำงานให้สั้นเข้า ไม่จำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา

6. กระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานเพื่อความก้าวหน้าของตน

เริงลักษณ์ โรจน์พันธ์ (2529: 9) กล่าวถึงประโยชน์ของการฝึกอบรม สรุปได้ดังนี้

1. การฝึกอบรมทำให้วิธีปฏิบัติงานดีขึ้น

2. การฝึกอบรมช่วยลดค่าใช้จ่าย แรงงาน และเวลาการปฏิบัติงานให้น้อยลง

3. การฝึกอบรมช่วยลดเวลาเรียนวิธีการปฏิบัติงานให้น้อยลง

4. การฝึกอบรมช่วยแบ่งเบาภาระการปฏิบัติงานของผู้บังคับบัญชาได้มากขึ้น เพราะผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมแล้ว ย่อมจะรู้และเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี และถูกต้อง

5. การฝึกอบรมทำให้สายการบังคับบัญชา การควบคุม การบริหาร การติดต่อ และประสานงาน และความร่วมมือดีขึ้น ทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน

6. การฝึกอบรมช่วยส่งเสริมจิตใจและศีลธรรมของผู้ปฏิบัติงานให้ดีขึ้น

7. การฝึกอบรมกระตุ้นเตือนผู้ปฏิบัติงานให้ปฏิบัติงาน เพื่อความก้าวหน้าในการทำงานของตน ตามปกติการเลื่อนชั้น เลื่อนตำแหน่ง และการโยกย้ายข้าราชการในหน่วยงานผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมมาแล้ว มักจะได้รับการพิจารณาก่อนเพราะถือว่าเป็นผู้ที่รู้งาน

8. การฝึกอบรม ช่วยทำให้ระบบและวิธีการทำงานมีสมรรถภาพสูงขึ้น รู้จักนำความรู้จากที่การฝึกอบรมมาพิจารณาความผิด ถูก ในการปฏิบัติงาน จะช่วยให้มีการแก้ไขข้อบกพร่องของการปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลา

อุทัย หิรัญโต (2523: 153) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการฝึกอบรม สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้ระบบปฏิบัติงานดีขึ้น

2. ช่วยลดค่าใช้จ่าย แรงงาน และเวลาในการปฏิบัติงานให้น้อยลง

3. ช่วยลดเวลาเรียน วิธีการปฏิบัติงานให้น้อยลง

4. ช่วยแบ่งเบาภาระการปฏิบัติงานของผู้บังคับบัญชาให้น้อยลง

5. ทำให้การบริหาร การควบคุมงาน การติดต่อสื่อสาน การประสานงานดีขึ้น

6. ทำให้ข้าราชการ หรือเจ้าหน้าที่มีสมรรถภาพสูงขึ้น

7. ทำให้ข้าราชการ หรือเจ้าหน้าที่ทำงานอย่างมีชีวิตชีวามากขึ้น

อย่างไรก็ตาม การจัดกิจกรรมฝึกอบรมย่อมเกิดประโยชน์ พอสรุปได้ คือทำให้วิธีปฏิบัติงานดีขึ้น ตลอดจน งบประมาณ เวลา จะถูกใช้อย่างประหยัดโดยไม่สิ้นเปลือง อีกทั้งสายการบังคับบัญชา จะมีการควบคุมอย่างอัตโนมัติ และมีการประสานงานอย่างดีเยี่ยมตลอดจนเจตคติที่ดีของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อองค์การและเพื่อนร่วมงาน

สรุปได้ว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการที่จะพัฒนาบุคคลให้เพิ่มพูนประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี ทั้งด้านความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ และความคิดสร้างสรรค์ โดยประโยชน์ของการฝึกอบรม เพื่อเป็นกำลังในการพัฒนาบุคลากรให้มีสมรรถนะในการทำงานที่ดีขึ้นซึ่งส่งผลให้หน่วยงานหรือองค์การให้เจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น

ประโยชน์ของการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน คือ การฝึกอบรมจะทำการกระตุ้นให้ผู้รับการฝึกอบรมสนใจปฏิบัติงาน และทำให้การทำงานมีสมรรถภาพมากขึ้น ช่วยทำให้ลดค่าใช้จ่าย และระยะเวลาในการทำงานลงได้ รวมทั้งสามารถแก้ไขข้อบกพร่องในการทำงานที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

3. การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

3.1 ความรู้เบื้องต้นของไฟฟ้า

3.1.1 ความหมายของไฟฟ้า

พจนานุกรมได้ให้ความหมายของคำว่า “ไฟฟ้า” ไว้ดังนี้ ไฟฟ้า เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแยกตัวออกมาหรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน หรือโปรตอน หรืออนุภาคอื่นที่มีคุณสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับอิเล็กตรอนหรือโปรตอนใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่างการเคลื่อนที่ ไฟฟ้าที่เราใช้กันอยู่ทั่วโลกทุกวันนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากหลายแหล่งด้วยกัน คือ ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ น้ำ ลม แสงอาทิตย์ และเซลล์ไฟฟ้า (แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ให้กำลังไฟด้วยปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์) โดยการนำเอาพลังงานจากแหล่งต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้เดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าส่งไปตามสาย (ลือชัย ทองนิล. 2548: 6)

การไฟฟ้าได้ให้คำนิยามของคำศัพท์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2551: ออนไลน์)

- ระบบแรงต่ำ (Low Voltage System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟส ไม่เกิน 750 โวลต์

- ระบบแรงสูง (High Voltage System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟส เกิน 750 โวลต์

- เครื่องใช้ไฟฟ้า (Appliance) หมายถึง เครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล เพื่อประโยชน์ใช้สอยทั่วไป ที่ไม่ได้ใช้เพื่องานอุตสาหกรรมโดยตรง เช่น เตารีดไฟฟ้า เครื่องซักผ้า ฯลฯ

- เครื่องอุปกรณ์ (Equipment) หมายถึง วัสดุ (Material) เครื่องประกอบ (Fitting) อุปกรณ์ (Device) เครื่องใช้ไฟฟ้า (Appliance) เครื่องกล (Machine) เครื่องมือ (Apparatus) ที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนต่อเนื่องกับการติดตั้งทางไฟฟ้า

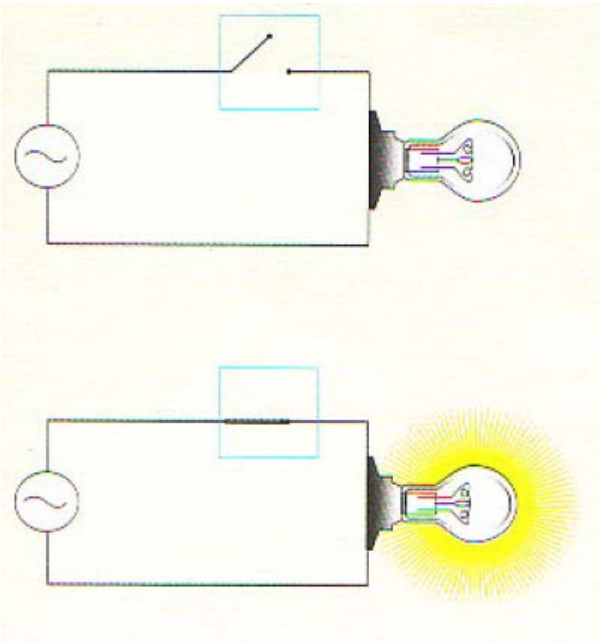
- อุปกรณ์ (Device) หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ในระบบไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้า แต่ไม่ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรง เช่น สวิตช์ไฟฟ้า , เต้ารับ , เต้าเสียบ เป็นต้น

3.1.2 การทำงานของไฟฟ้า

คุณสมบัติที่สำคัญของไฟฟ้าก็คือ สามารถเคลื่อนไหลไปได้โดยอาศัย “ตัวนำไฟฟ้า” ซึ่งเรามักเรียกปรากฏการณ์ไหลของไฟฟ้าว่า “กระแสไฟฟ้า” ความเร็วของการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือการไหลของกระแสไฟฟ้า จะเท่ากับความเร็วของแสงคือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที หรือ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที ปริมาณของกระแสไฟฟ้ามากหรือน้อยก็คือ จำนวนอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ไป ซึ่งขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไป (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544: 24) โดยการไหลของกระแสไฟฟ้านั้นจะไหลจะไหลติดต่อกันจนครบวงจร โดยเริ่มจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าผ่านตัวนำและไหลกลับมายังแหล่งจ่ายไฟฟ้าตัวเดิมอีกครั้ง เรียกว่า”ครบวงจร” แต่ถ้ามีการตัดทางเดินของกระแสไฟฟ้าด้วยการให้ตัวนำไฟฟ้าขาดออกจากกัน ก็จะทำให้ไม่ครบวงจร ซึ่งการทำงานของสวิตช์ไฟที่เราใช้กันอยู่ก็ใช้วิธีเดียวกันนี้ ดังนั้นหากเราสัมผัสกับวงจรเพียงด้านใดด้านหนึ่งโดยไม่ทำให้กระแสครบวงจร ไฟฟ้าก็ไม่อาจทำอันตรายเราได้ แต่อย่างไรก็ตาม ไฟฟ้าอาจไหลผ่านทางอื่นได้ ทำให้เราเป็นอันตราย ดังนั้นเมื่อไม่มั่นใจก็ไม่ควรสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้า (ลือชัย ทองนิล. 2548: 6)

3.1.3 วงจรไฟฟ้า

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่บ้านเรือนทั่วไปนั้นก็ใช้หลักการไหลแบบเดียวกัน คือ เริ่มจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โรงงานผลิตไฟฟ้า ผ่านกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงมาตามสายไฟ ซึ่งประกอบด้วยเส้นลวดอะลูมิเนียมจำนวนมากมายมาจนกระทั้งถึงสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งมีหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามความต้องการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านมาตามสายไฟในระยะทางไกลจะทำให้มีการสูญเสียแรงดันส่วนหนึ่ง เมื่อส่งไฟฟ้ามาถึงพื้นที่ที่ต้องการใช้ไฟก็จะต้องลดแรงดันลงระดับหนึ่งเพื่อลดอันตราย เมื่อแปลงแรงดันให้พอเหมาะแล้วก็ส่งตามสายมายังหม้อแปลงที่ติดอยู่ตามเสาไฟฟ้าในแหล่งชุมชนนั้น ๆ เพื่อแปลงแรงดันอีกครั้งก่อนส่งผ่านเข้าสู่อาคารบ้านเรือน เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจากกิจกรรมต่างๆในบ้านเรือนก็จะไหลกลับไปตามสายอีกเส้นหนึ่งไปสู่แหล่งกำเนิดอีกครั้ง ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการครบวงจรการไหลของกระแสไฟฟ้า

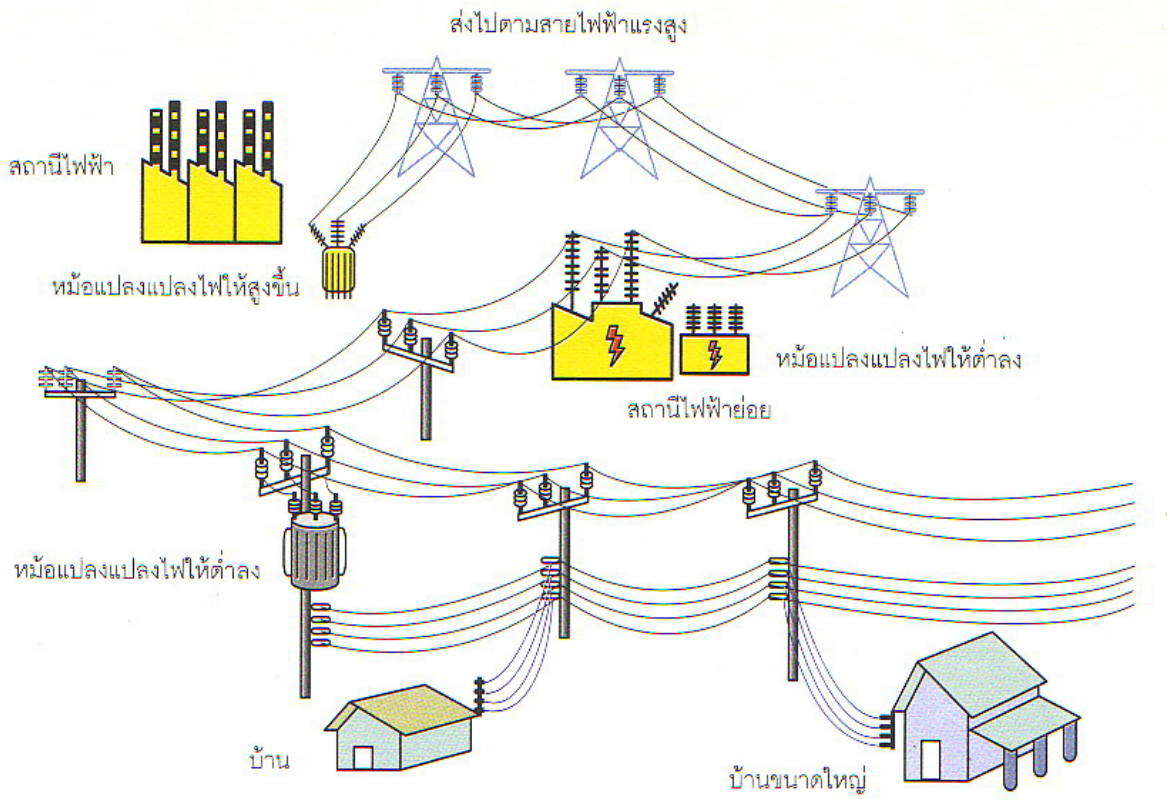


ภาพประกอบ 7 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 7.

3.1.3.1 การจ่ายกระแสไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้า

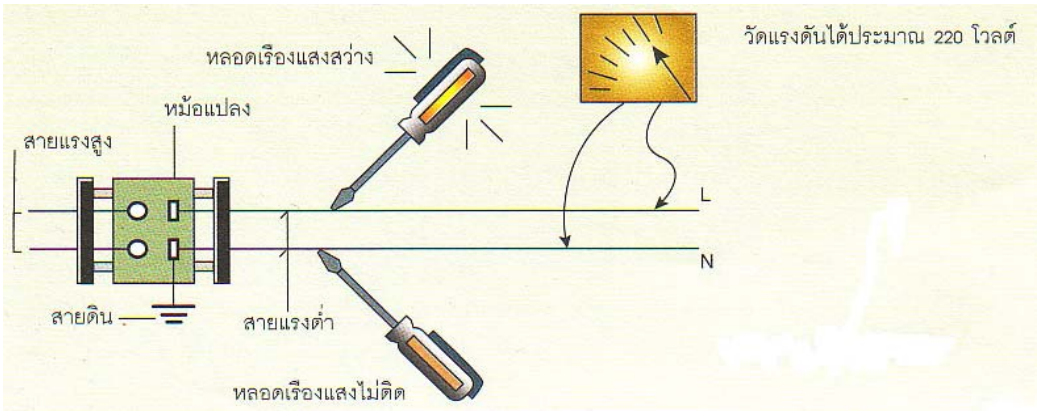
ระบบไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฯส่งจ่ายไปยังบ้านเรือนทั่วไปนั้นเราเรียกว่า ระบบแรงดันต่ำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระบบด้วยกันซึ่งในการใช้งานนั้น การไฟฟ้าฯ จะพิจารณาให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าว่าจะใช้เป็นระบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส โดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประเภทและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน



ภาพประกอบ 8 การจ่ายกระแสไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้า

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 7.

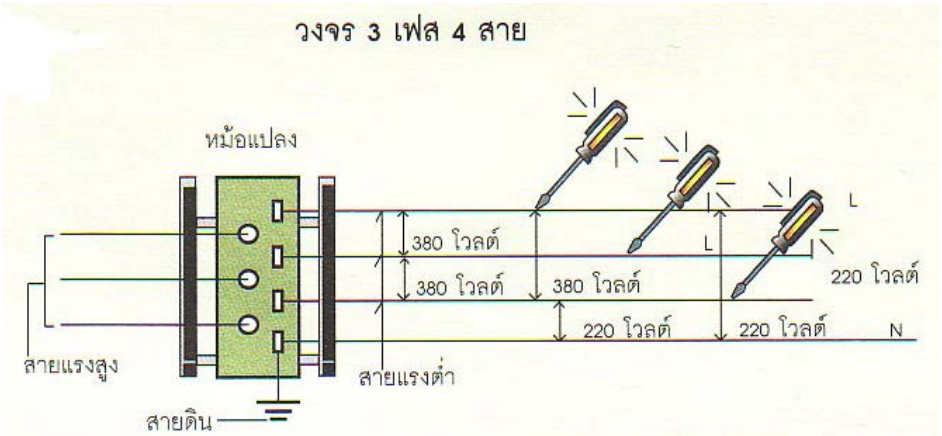
ระบบไฟฟ้า 1 เฟส คือ ระบบไฟฟ้าที่มีสาย 2 เส้น คือ สายเส้นที่มีไฟหนึ่งเส้นเรียกว่าสายเส้นที่มีไฟ เขียนแทนตัวอักษรย่อว่า L หรือ P และอีกเส้นที่เหลือไม่มีไฟเรียกว่า สายนิวทรัล (Neutral) หรือสายศูนย์เขียนแทนด้วยอักษรย่อว่า N ทดสอบได้โดยใช้ไขควงวัดไฟ เมื่อใช้ไขควงวัดไฟแตะสายเส้นเฟสหรือเส้นไฟ หลอดไฟเรืองแสงที่ภายในไขควงจะติด สำหรับสายนิวทรัลจะไม่ติด อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยใช้ขนาดแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ โดยเป็นแบบระบบไฟฟ้า 1 เฟส ที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ โดยใช้สำหรับบ้านอยู่อาศัยทั่วไปที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก เช่น มีเครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องปรับอากาศ 2-3 เครื่อง ซึ่งการจ่ายไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าจะเริ่มจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดสามเฟส และทำการแปลงขนาดของแรงดันให้ลดลงจาก 230 กิโลวัตต์ เป็น 115 กิโลโวลต์ และแปลงลดลงมาอีกเป็น 69 กิโลโวลต์ , 11 กิโลโวลต์ และ 3.5 กิโลโวลต์ ตามลำดับจนกระทั่งเป็น 380 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ที่ใช้กันในบ้านพักอาศัย (สุวรรณ บุญทิพย์. 2543: 70)



ภาพประกอบ 9 วงจรระบบไฟฟ้า 1 เฟส

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 8.

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส เป็นระบบที่มีสายเส้นไฟจำนวน 3 เส้น และมีสายนิวทรัลเพิ่มขึ้นมาอีก หนึ่งเส้น จึงมีสายรวม 4 เส้น ระบบ 3 เฟส สามารถต่อใช้งานเป็นระบบ 1 เฟสได้ โดยการต่อจากเฟสใดเฟสหนึ่งและสารนิวทรัลอีกหนึ่งเส้น แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสเส้นใดเส้นหนึ่งกับสายนิวทรัลมีค่า 220 โวลต์ และแรงดันระหว่างสายเส้นเฟสด้วยกันมีค่า 380 โวลต์ ระบบนี้จึงเรียกว่าระบบ 3 เฟส 4 สาย 220/380 โวลต์ระบบนี้มีข้อดีคือ สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้มากกว่า 1 เฟส ถึง 3 เท่า จึงเหมาะกับสถานที่ที่ต้องการใช้ไฟมากๆ เช่น อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เป็นต้น สถานที่ที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าเป็นระบบแรงสูง ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าต้องติดหม้อแปลงเองเพื่อปรับแรงดันให้ได้ตามที่ต้องการใช้งาน (ลือชัย ทองนิล. 2548: 7-8)



ภาพประกอบ 10 วงจรระบบไฟฟ้า 3 เฟส

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 8.

สรุปได้ว่าไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแยกตัวออกมาหรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน หรือโปรตอน โดยไฟฟ้าถูกใช้ประโยชน์เพื่อก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่าง การเคลื่อนที่ ไฟฟ้าที่เราใช้กันอยู่ทั่วโลกทุกวันนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากหลายแหล่งด้วยกัน คือ ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ น้ำ ลม แสงอาทิตย์ และเซลล์ไฟฟ้า โดยการนำเอาพลังงานจากแหล่งต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้เดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าส่งไปตามสาย ระบบไฟฟ้าสามารถออกแบ่งเป็น 2 ระบบด้วยกัน คือ ระบบ 1 เฟส 220 โวลต์ หรือ 3 เฟส 380 โวลต์ โดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประเภทและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยทั่วไประบบ 1 เฟส 220 โวลต์ จะใช้กับบ้านพักอาศัยทั่วไป และ 3 เฟส 380 โวลต์ จะใช้กับอาคารพาณิชย์และโรงงานอุตสาหกรรม

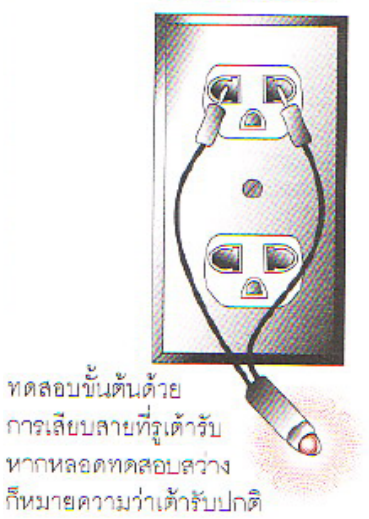
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติงานไฟฟ้า

3.2.1 เครื่องมือสำหรับปฏิบัติงานไฟฟ้า

ในการปฏิบัติงานไฟฟ้า จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือช่วยเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย เพื่อช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพและปลอดภัยยิ่งขึ้น เครื่องมือและอุปกรณ์เบื้องต้นที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าที่ควรศึกษาและใช้ได้อย่างถูกวิธีได้แก่ (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544: 43-47)

3.2.1.1 หลอดไฟฟ้าและไขควงทดสอบไฟฟ้า

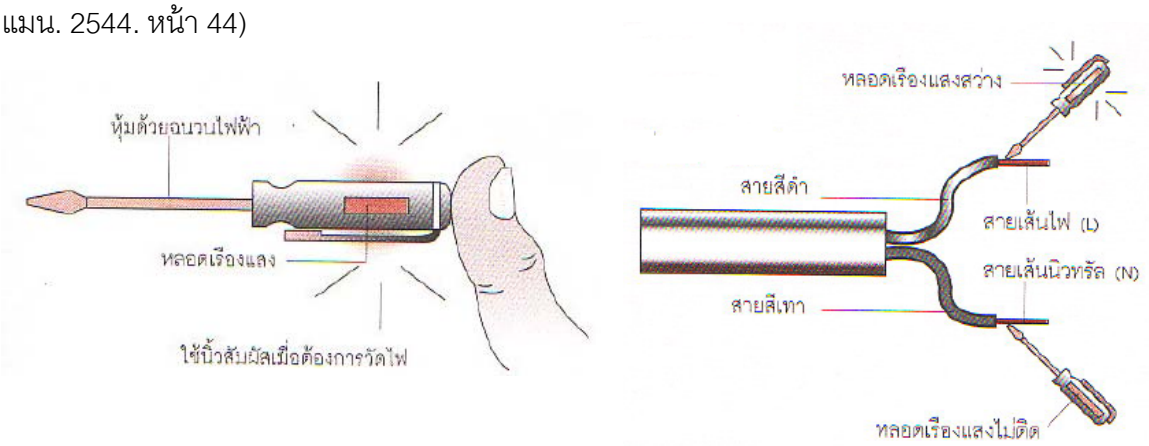
หลอดไฟฟ้าและไขควงทดสอบไฟฟ้า นับเป็นเครื่องมือที่จำเป็นที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าควรที่จะเอาไว้ เพราะเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากและราคาถูก ใช้สำหรับตรวจสอบหาจุดบกพร่องในวงจรไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว สำหรับหลอดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบไฟฟ้านั้น วิธีการใช้งานก็คือ ใช้ปากคีบ คีบปลายด้านหนึ่งเข้ากับสายไฟสายหนึ่ง โดยทั่วไปมักจะคีบสายนิวตรอนหรือสายดิน ส่วนอีกปลายหนึ่งก็จะตรวจสอบโดยแตะไปตามจุดต่างๆ ในวงจรที่ต้องการตรวจสอบ เพื่อหาจุดบกพร่องในวงจร



ภาพประกอบ 11 การทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วยหลอดทดสอบ

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 29.

สำหรับไขควงทดสอบไฟฟ้านั้นมีลักษณะคล้ายกับไขควงแบนธรรมดาทั่วไป แต่จะมีส่วนที่แตกต่างไปก็คือ ที่แกนของไขควงซึ่งเป็นส่วนโลหะนั้น จะต่อยื่นเข้าไปด้านในด้ามพลาสติกซึ่งภายในกลวง และมีหลอดนีออนเล็ก ๆ ต่ออนุกรมกับตัวต้านทานไว้ และต่อกับโลหะท้ายด้ามของไขควงไฟฟ้าการใช้งานก็โดยการใช้ปลายไขควงแตะตามจุดต่างๆ ในวงจรไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบ แล้วใช้นิ้วมือแตะที่ท้ายด้ามของไขควง จุดใดที่มีแรงดันไฟฟ้า หลอดนีออนภายในด้ามของไขควงก็จะสว่าง ขึ้นแต่ถ้าจุดใดไม่มีแรงดันไฟฟ้า หลอดนีออนภายในด้ามของไขควงก็จะไม่สว่าง (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544. หน้า 44)

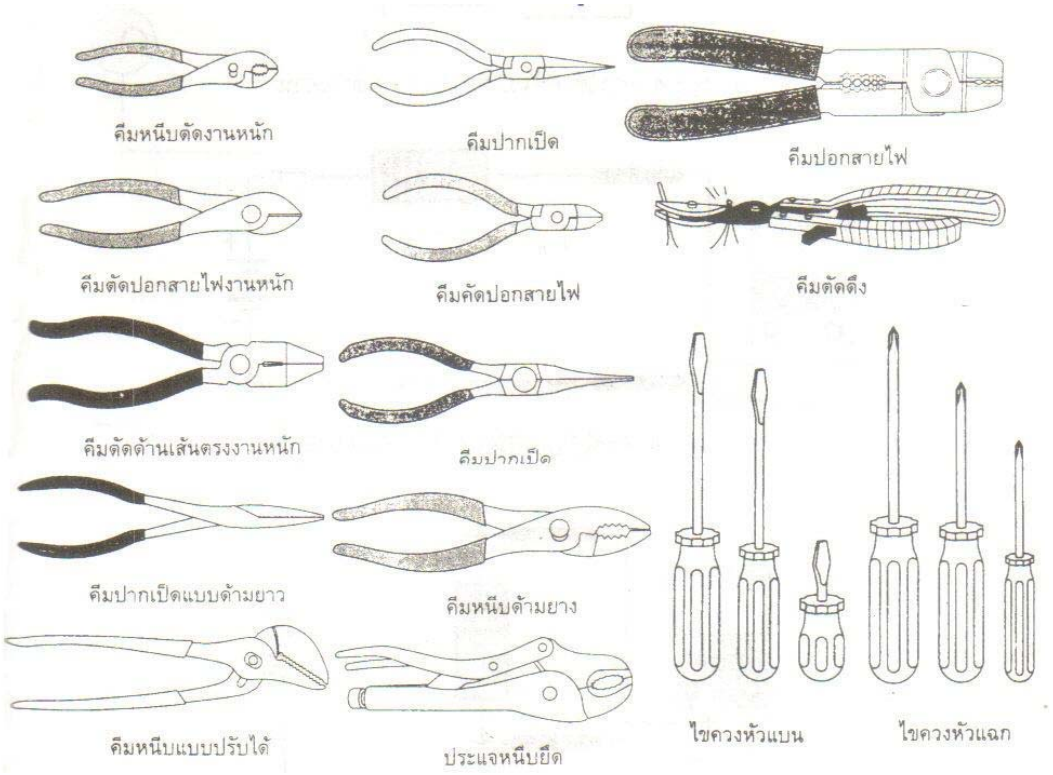


ภาพประกอบ 12 การวัดไฟด้วยไขควงวัดไฟ

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 29.

3.2.1.2 เครื่องมือสำหรับตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า

ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้านั้น จะต้องมีการตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือสำหรับตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่หลายชนิด ได้แก่



ภาพประกอบ 13 เครื่องมือสำหรับตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า

ที่มา: ผศ.พรเทพ เมืองแมน. (2544). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสื่อการสอน*. หน้า 45.

3.2.1.3 เครื่องวัดไฟฟ้า

เครื่องวัดไฟฟ้า เป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า เพราะเครื่องมือวัดไฟฟ้าสามารถวัดและตรวจสอบค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า เช่น กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า เป็นต้น อันจะช่วยให้ผู้ที่ปฏิบัติงานสามารถทราบและวิเคราะห์วงจรได้อย่างถูกต้อง (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544: 46)

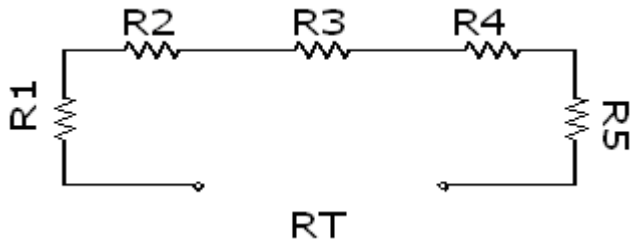
แรงดันไฟฟ้า หรือ ศักย์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) คืองานที่เกิดจากการเคลื่อนประจุในสนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าที่ A สูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ B เพราะว่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ A สูงกว่าที่ B

ศักย์ไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ศักย์ไฟฟ้าบวก เป็นศักย์ของจุดที่อยู่ในสนามของประจุบวก และศักย์ไฟฟ้าลบ เป็นศักย์ของจุดที่อยู่ในสนามของประจุลบ

กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A) กระแสไฟฟ้าคือ ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เลื่อนไหลในวงจรไฟฟ้าต่อหน่วยวินาที เรียกว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้าไหล แอมแปร์ คือประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของขดลวดในเวลา 1 วินาที

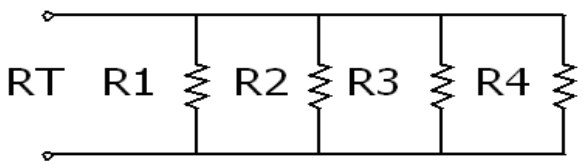
ความต้านทานไฟฟ้า คือ หน่วยวัดปริมาณความต้านทานกระแสไฟฟ้าของวัตถุ วัตถุที่มีความต้านทานต่ำจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย เรียกว่า ตัวนำไฟฟ้า ในขณะที่ฉนวนไฟฟ้ามีความต้านทานสูงมากและไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ค่าความต้านทานไฟฟ้า ใช้สัญลักษณ์ R มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) มีค่าเป็นส่วนกลับของ ความนำไฟฟ้า (Conductivity) หน่วยซีเมนส์ กฎของโอห์ม เขียน ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันไฟฟ้า (V) , กระแสไฟฟ้า (I) และความต้านทาน (R) ไว้ดังนี้: $R = V / I$ จากการวัดกับวัสดุต่างๆ ที่สภาวะต่างๆ กัน มักปรากฏว่าความต้านทาน ไม่ขึ้นกับปริมาณกระแสไฟฟ้า หรือ แรงดันไฟฟ้า กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มีค่าความต้านทานคงที่ วงจรของความต้านทานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ วงจรอนุกรม โดย RT = R1 + R2 + R3 ... และวงจรขนาน

$$RT = \frac{1}{\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}}$$



ภาพประกอบ 14 การต่อวงจรแบบอนุกรม

ที่มา: วงจรไฟฟ้า. (2551). http://www.chontech.ac.th



ภาพประกอบ 15 การต่อวงจรแบบขนาน

ที่มา: วงจรไฟฟ้า. (2551). http://www.chontech.ac.th

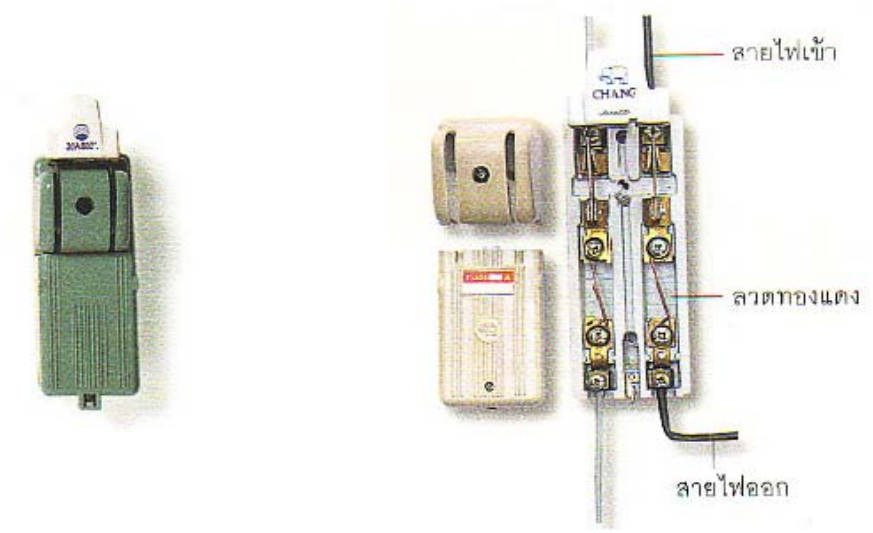
ภาพประกอบ 16 มัลติมิเตอร์

ที่มา: มัลติมิเตอร์. (2008). www.google.com

3.2.2 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรภายในบ้านพักอาศัย

สายไฟฟ้าเมนที่เข้าสู่ตัวบ้านจะมาต่อเข้าที่เมนสวิตช์หรือแผงรับไฟเข้า หน้าที่ของเมนสวิตช์คือ ปลด-สลับ(ตัด-ต่อ)ไฟฟ้าภายในอาคารทั้งหมด และยังทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร หรือเมื่อใช้ไฟฟ้าเกินขนาด อุปกรณ์ที่ใช้เป็นเมนสวิตช์ก็มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน โดยที่นิยมใช้ก็ได้แก่ (ลือชัย ทองนิล. 2548: 10-12)

3.2.2.1 คัทเอ๊าท์พร้อมฟิวส์ คัทเอ๊าท์และฟิวส์เป็นอุปกรณ์คนละตัวกัน และทำหน้าที่ต่างๆกัน แต่ใช้งานร่วมกัน กล่าวคือ คัทเอ๊าท์เป็นอุปกรณ์สับหรือปลดวงจรไฟฟ้า ส่วนฟิวส์ก็มีหน้าที่ป้องกันการใช้ไฟเกินกำหนดคัทเอ๊าท์จะมีชนิดที่มีใบมีด 2 ใบ และ 3 ใบ โดยชนิด 2 ใบ ใช้วงจร 1 เฟส และชนิด 3 ใบใช่วงจร 3 เฟส เมื่อเปิดฝาส่วนล่างของคัทเอ๊าท์ออกจะมีขั้วต่อสายและสกรูไว้สำหรับใส่ฟิวส์ชนิดเส้นหรือชนิดก้ามปู ในการใช้งานไม่ควรใช้ฟิวส์ตะกั่ว ควรใส่ลวดทองแดงแทน และใช้คาร์ทริดจ์ฟิวส์เป็นตัวป้องกันกระแสเกิน



ภาพประกอบ 17 คัทเอ๊าท์และส่วนประกอบของคัทเอ๊าท์

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 10.

3.2.2.2 คาร์ทริดฟิวส์ เป็นฟิวส์ที่บรรจุอยู่ในกระปุกกระเบื้อง ภายในบรรจุทรายในกรณีที่ฟิวส์ขาด ปุ่มที่อยู่ตรงปลายสุดของกระบอกฟิวส์ด้านใหญ่จะหลุดออกมาจะต้องเปลี่ยนฟิวส์ใหม่จึงใช้งานต่อไปได้

ภาพประกอบ 18 คาร์ทริดฟิวส์

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 10.

ตัวฟิวส์หรือกระบอกฟิวส์จะใส่เข้ากับขั้วหรือฐานฟิวส์ ขนาดปกติที่ใช้อยู่มี 2 ขนาด คือ 25 แอมแปร์ และขนาดไม่เกิน 63 แอมแปร์ ในการใช้งานจะต่อสายไฟทั้งสองเส้นผ่านคัทเอ๊าท์ก่อน จากนั้นจะต่อสายเส้นที่มีไฟ ผ่านฟิวส์โดยต่อเข้ากับฐานฟิวส์ ส่วนสายนิวทรัลซึ่งเป็นสายที่ไม่มีไฟ ไม่ต้องผ่านคาร์ทริดจ์ฟิวส์

ภาพประกอบ 19 การติดตั้งและการใช้งานคาร์ทริดฟิวส์

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 11.

3.2.2.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ที่เป็นทั้งเครื่องปลดวงจรและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินใจตัวเดียวกัน ซึ่งที่ให้สะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน มีทั้งชนิดที่ตัดสายเส้นเดียว (เรียกว่าชนิดขั้วเดียว) ตัดสองเส้น และสามเส้น ตามความต้องการใช้งาน ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์เรียกตามพิกัดกระแสเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นแอมแปร์ ขนาดที่มีใช้ เช่น 5 , 10 , 15 , 20 , 25 , 30 และ 50 แอมแปร์เป็นต้น การใช้งานนิยมซื้อชนิดที่ประกอบมากับกล่องเรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดวงจร เนื่องจากการใช้ไฟเกินหรือการลัดวงจร การจะสับเข้าใหม่ต้องทำการรีเซตเสียก่อน โดยโยกคันโยกไปในตำแหน่งปลด (off) แล้วจึงสับเข้าไปใหม่ได้

ภาพประกอบ 20 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบหนึ่งขั้ว สองขั้ว และสามขั้ว

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 12.

สรุปเนื้อหาด้านเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติงานไฟฟ้า เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับงานไฟฟ้ามีอยู่หลายชนิด จำเป็นที่ผู้ใช้ต้องมีความรู้และใช้งานได้อย่างถูกต้อง เพื่อความปลอดภัยและความรวดเร็วในการทำงาน เช่น ไขควงวัดไฟ คีมชนิดต่าง ๆ และมัลติมิเตอร์ เป็นต้น ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าจะเป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันจากการลัดวงจรไฟฟ้า ซึ่งถือว่ามีความจำเป็นต่อระบบวงจรไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย โดยจะทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าในกรณีที่มีการลัดวงจรเกิดขึ้น เช่น คาร์ทริดฟิวส์ และเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นต้น

3.3 การติดตั้งระบบไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร

เมื่อมีการยื่นคำขอการใช้ไฟฟ้ากับการไฟฟ้าแล้ว ผู้ใช้บริการจะต้องเดินสายไฟฟ้าภายในอาคารให้เสร็จเรียบร้อยตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนดจากนั้นการไฟฟ้าจะเข้ามาตรวจสอบการเดินสายไฟภายในว่าถูกต้องหรือไม่ ก่อนดำเนินการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเพื่อใช้วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของบ้านเพื่อนำไปคำนวณเป็นค่าไฟฟ้าที่ต้องชำระ โดยปริมาณการใช้ไฟฟ้า 1 ยูนิตหรือ 1หน่วย คือการใช้ไฟฟ้าคิดเป็น 1 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือเขียนได้อีกแบบหนึ่งคือ 1 หน่วยเท่ากับ 1 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (ลือชัย ทองนิล. 2548: 9-10)

เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้ามีทั้งชนิด 1 เฟส และชนิด 3 เฟส ตามระบบไฟฟ้าที่ใช้งาน โดยที่เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าจะมีหน้าปัดแสดงตัวเลขหรือหน่วยการใช้ไฟฟ้า ลักษณะการแสดงหน่วยจะเหมือนกับเลขแสดงจำนวนกิโลเมตรของรถยนต์ แสดงหน่วยเป็น 2 แบบ คือ แบบที่มีหลักหน่วยซึ่งจะต่างกันตรงที่เลขหลักสุดท้ายของแบบที่มีหลักหน่วยจะมีสีที่แตกต่าง

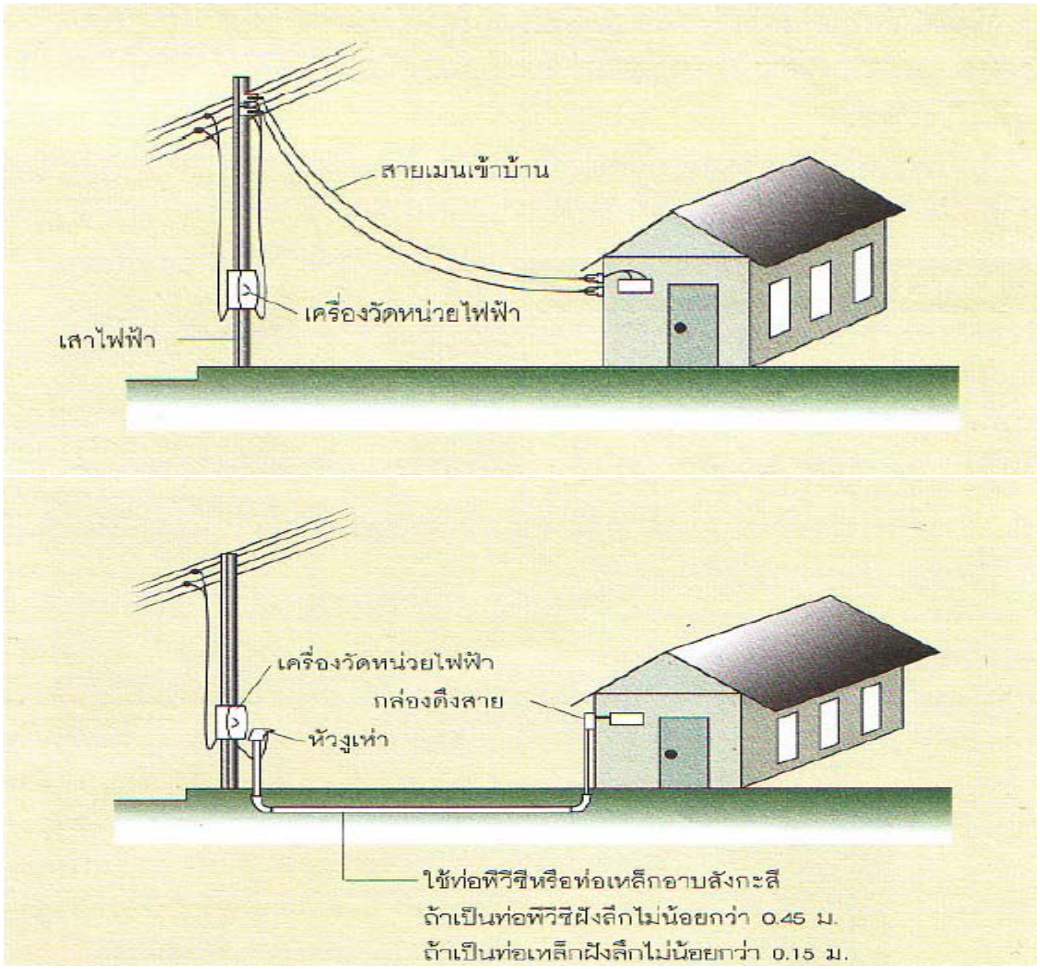
เมื่อการไฟฟ้าฯติดตั้งเครื่องวัดเรียบร้อยแล้ว จะเดินไฟฟ้าไปต่อกับสายของผู้ใช้ที่เตรียมไว้แล้ว จะเดินไฟฟ้าไปต่อกับสายของผู้ใช้ที่เตรียมไว้แล้ว (อาจเตรียมดึงไว้ที่หัวเสาหรือขดทิ้งไว้) สายที่

โยงเข้าสู่บ้านนี้เราเรียกว่า"สายเมน"โดยขนาดของสายก็ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด ส่วนขนาดการรับไฟเข้านั้นจะระบุเป็นกระแส จำนวนเฟสและแรงดัน โดยกระแสหรืออัตราการไหลของไฟฟ้าผ่านตัวนำนั้นจะมีขนาดตั้งแต่ 5 แอมแปร์ ซึ่งใช้ในอาคารบ้านเรือนทั่วไป กับขนาด 15 แอมแปร์

การโยงสายไฟเข้าบ้านที่นิยมปฏิบัติกันก็มี 2 แบบ คือ

1. เดินสายไฟลอยในอากาศ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมากในแถบเอเชีย การติดตั้งแบบนี้จะมีมิเตอร์ติดอยู่ที่เสาไฟฟ้า และตัวรับไฟเข้าบ้านยึดติดอยู่ทางด้านนอกของอาคารส่วนแผงควบคุมไฟเรียกว่า เมนสวิตช์ จะอยู่ภายในอาคารใกล้กับจุดรับไฟมากที่สุด

2. ฝังสายใต้ดินมายังอาคาร โดยเดินสายไฟไว้ในท่อโลหะหรือท่ออโลหะฝังไว้ใต้ดิน เพื่อป้องกันการชำรุดของสายไฟ และช่วยให้ไม่ต้องใช้เสาและสายไฟให้เกะกะ อย่างไรก็ตาม ควรเลือกชนิดของสายไฟให้เหมาะสมด้วย



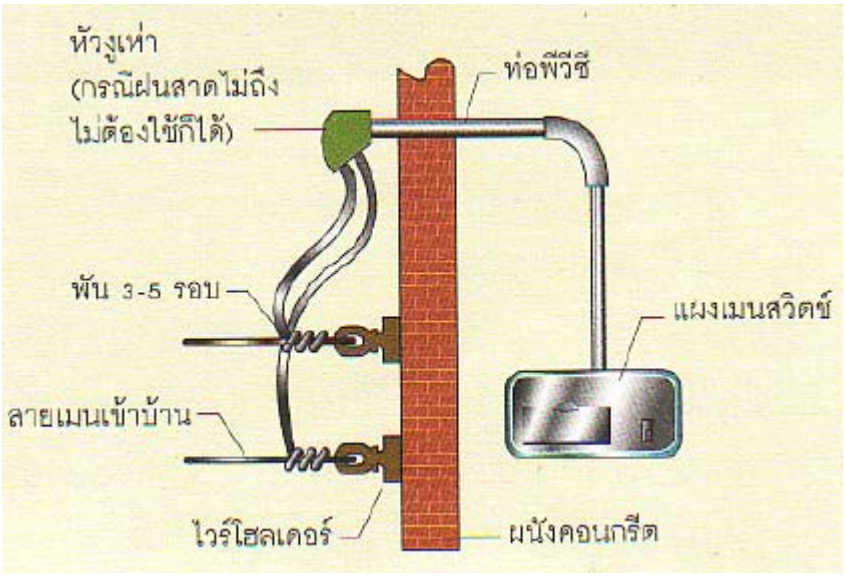
ภาพประกอบ 21 การเดินสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่บ้านพักอาศัย

การเดินสายไฟลอยในอากาศ (ภาพบน) และการเดินสายไฟแบบฝังดิน (ภาพล่าง)

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 9.

จุดที่ต่อสายไฟเข้าบ้าน สายไฟที่ดึงมาที่ตัวบ้านจะยึดด้วยไวร์โฮสเดอร์ (Wire Holder) จากนั้นจึงเดินเข้าแผงเมนสวิตซ์ ซึ่งสามารถเดินด้วยวิธีร้อยท่อหรือรัดคลิปก็ได้

กรณีเดินด้วยท่อ หากปล่อยปลายท่อด้านนอกอาคารอยู่ในตำแหน่งที่ฝนสาดไม่ถึง จะไม่ใช่หัวงูเห่าก็ได้



ภาพประกอบ 22 จุดต่อสายไฟฟ้าเข้าภายในบ้าน

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 10.

สรุปได้ว่าการติดตั้งระบบไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เป็นการเดินสายไฟฟ้าจากภายนอกอาคารเข้าสู่อาคาร โดยจะทำการต่อสายไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ เข้ามายังอาคาร ซึ่งทำได้ทั้งการเดินสายลอยฟ้า หรือใช้ท่อฝังใต้ดิน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่ของบ้านพักอาศัย

3.4 สายไฟฟ้าภายในอาคาร

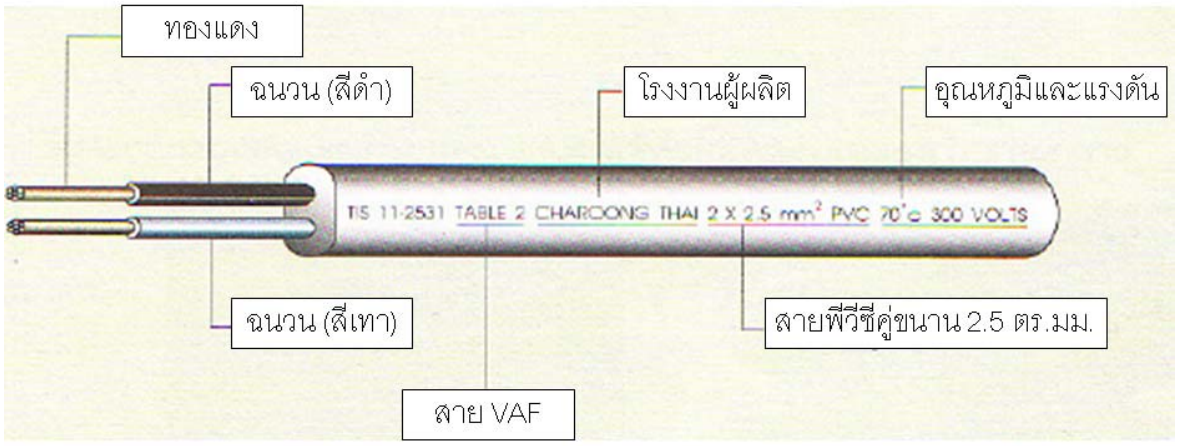
สายไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ภายในอาคารนั้นเป็นสายไฟฟ้าสำหรับใช้กับไฟแรงต่ำ คือ 220 โวลต์ มีลักษณะเป็นสายไฟแกนคู่ หุ้มฉนวน มีลักษณะแบน ภายในมีสายทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพีวีซีในแต่ละเส้น แล้วนำมาติดรวมกันด้วยฉนวนภายนอกอีกครั้ง สายประเภทนี้จะผลิตมาเป็นขด ขดละ 100 เมตร โดยขนาดที่ใช้กันทั่วไปก็มีหน้าตัดตั้งแต่ 0.5-35 ตารางมิลลิเมตร การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับระดับของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ อาทิ วงจรแสงสว่างจะใช้สายคู่ขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร วงจร เต้ารับ และอุปกรณ์ไฟฟ้าจะใช้ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร แต่ละวงจรมักมีชุดฟิวส์ป้องกันกระแสเกิน เป็นฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เมนสวิตซ์ กรณีเดินร้อยท่อจะใช้เป็นสายเดี่ยว (ลือชัย ทองนิล. 2548: 15)

สายไฟฟ้าที่มีตัวนำที่ทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม และได้นำไปใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมและตามอาคาร จะเป็นสายที่มีตัวนำเส้นเดียวหรือหลายๆ เส้นนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่ต้องใช้สายไฟฟ้า โดยลักษณะของตัวนำในสายแยกได้ดังนี้ (สุวรรณ บุญทิพย์. 2543: 78)

1. สายเส้นเดียว จะเป็นสายแข็งหรือโซลิด มีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียวหุ้มด้วยฉนวนส่วนมากแล้วสายประเภทนี้จะทำด้วยทองแดง เป็นสายที่ใช้กับประเภทของงานดังนี้ คือ สายแสงสว่าง เต้าเสียบ สายเมน ภายในอาคาร สายควบคุมเครื่องจักรกลบางชนิด ส่วนสายเส้นเดียวที่ทำด้วยอลูมิเนียมจะใช้เป็นสายเมนนอก

2. สายหลายเส้น สายตีเกลียว ประกอบด้วยลวดตัวนำหลายๆ เส้นตีเกลียวทำให้สายไฟฟ้างอได้สะดวก และหักยาก สายตีเกลียวหลายเส้นถ้าทำด้วยอลูมิเนียมที่หุ้มด้วยฉนวน ใช้เป็นสายติดตั้งภายในอาคาร ถ้าเป็นสายตีเกลียวที่ทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน ใช้เป็นสายเมนนอกและในอาคารใช้เป็นสายอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

การดูสายไฟว่ามีขนาดถูกต้องหรือไม่นั้นก็ให้ดูที่เปลือกของสายไฟ ปกติจะระบุมาตรฐานการผลิตขนาดสาย อุณหภูมิ การใช้งาน และแรงดันไฟฟ้า สำหรับชนิดของสายอาจระบุเป็นชื่อเรียก เช่น VAF หรือระบุเป็นตารางของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเช่น TIS 11-2531 Table 2 ซึ่งจะหมายถึงสาย VAF หรือสายพีวีซีคู่นี้จะมีสายอยู่สองสีด้วยกัน คือ สีดำ ใช้เดินเป็นสายเส้นไฟ และสีเทาและเป็นสายนิวทรัล (ลือชัย ทองนิล. 2548: 15)



ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างรายละเอียดบนสายไฟฟ้า

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 15.

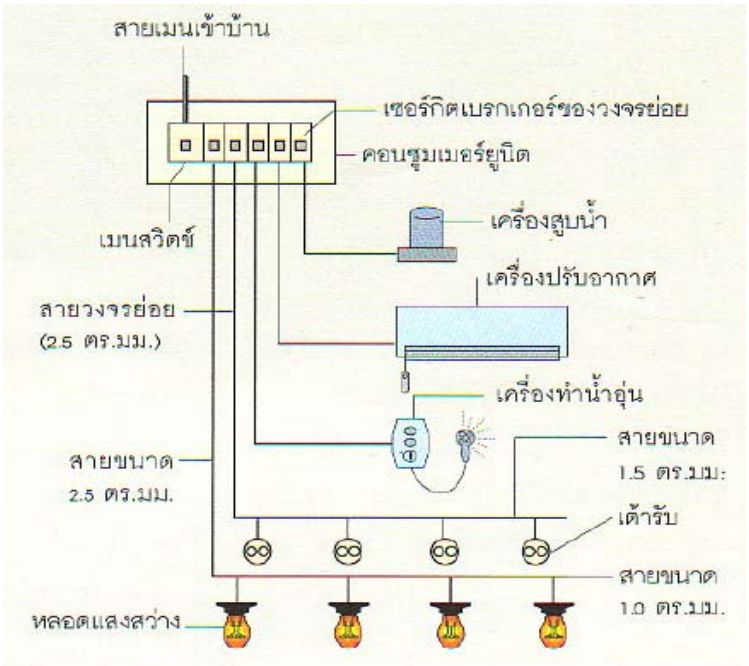
ปัจจุบันทางการไฟฟ้าฯ ได้กำหนดให้บางวงจร โดยเฉพาะวงจรเต้ารับในอาคารบ้านเรือนใช้สายไฟแบบ 3 แกน ซึ่งเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนมีสายสีเขียวเพิ่มมาอีก 1 เส้น รวมเป็น 3 เส้น ประกบกันอยู่ในสายสายเดียว สายสีเขียวจะใช้เป็นสายดินเพื่อป้องกันไฟดูดเมื่อมีไฟรั่วที่เครื่องใช้ไฟฟ้า

3.4.1 การแบ่งและกำหนดขนาดวงจร ไฟฟ้าจากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯมายังเมนสวิตซ์จะถูกแบ่งออกเป็นวงจย่อยๆ หลายวงจรเพื่อความสะดวกในการใช้งาน และเพื่อไม่ให้โหลดในแต่ละวงจรมากเกินไป การแบ่งเป็นวงจรย่อยต่างๆสามารถแบ่งได้หลายแบบตามความต้องการ (ลือชัย ทองนิล. 2548: 16)

1. แบ่งตามลักษณะของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น แสงสว่าง เต้ารับ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศเป็นต้น

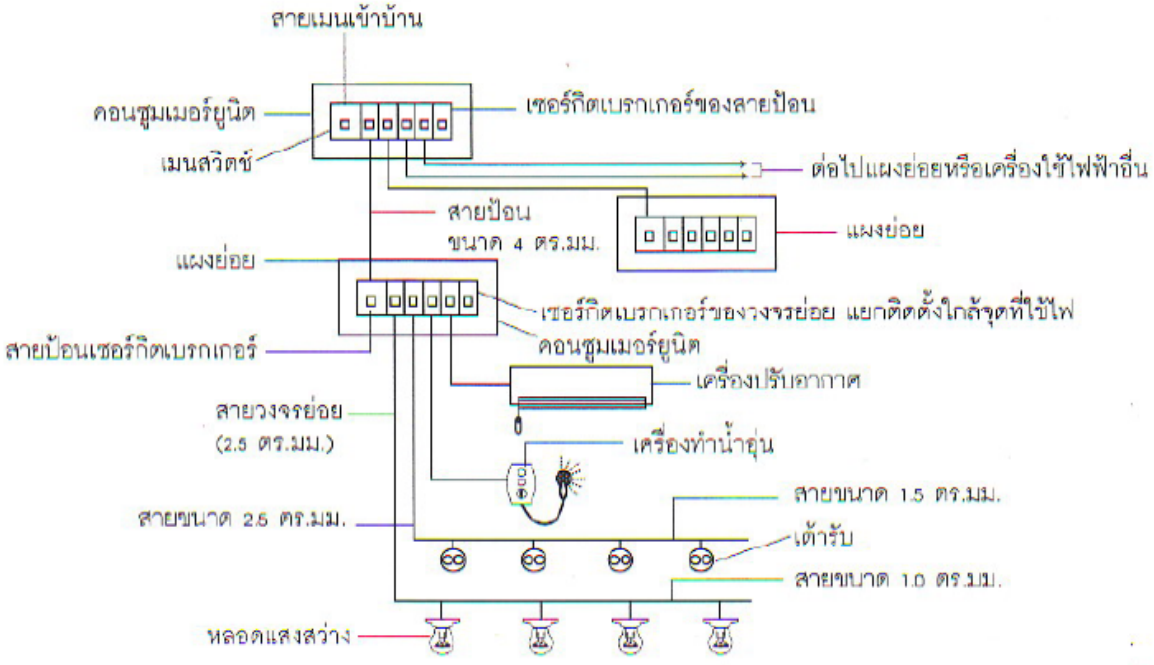
2. แบ่งตามพื้นที่ วิธีนี้จะแบ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกันเป็นวงจรเดียวกัน เช่น ชั้นบน ชั้นล่าง ห้องครัว ห้องนอน ห้องรับแขก และไฟสนาม เป็นต้น

3. แบบผสม เป็นการนำสองแบบข้างต้นมาผสมกัน โดยทั่วไปจะแยกตามพื้นที่ก่อน เช่น ชั้นบนกับชั้นล่างจะแยกวงจรกัน แต่จะรวมเต้ารับกับแสงสว่างไว้ด้วยกันและแยกวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ หรือที่มีการใช้งานพิเศษออกต่างหาก เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องสูบน้ำ เป็นต้น



ภาพประกอบ 24 การแบ่งวงจรไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน.* หน้า 16.



ภาพประกอบ 25 การแบ่งวงจรไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่

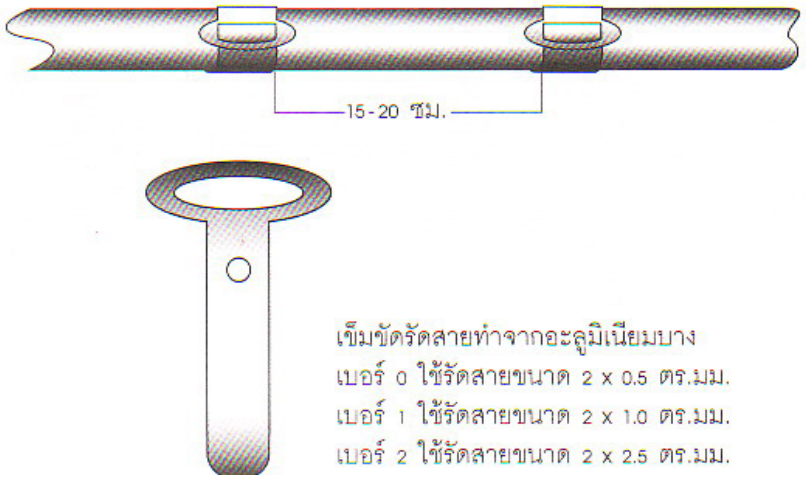
ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 16.

3.4.2 วิธีการเดินสายภายในอาคาร

เมื่อจัดแบ่งวงจรแล้ว ในขั้นตอนการเดินสายไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในบริเวณต่างๆ ภายในอาคารนั้นจะต้องมีการจัดวางผังเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสวยงามและสอดคล้องกับแผนผังการก่อสร้าง กล่าวคือ ต้องเดินสายให้มีระยะทางสั้นที่สุด เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และช่วยลดโหลดการเดินทางของกระแสไฟฟ้าอีกด้วย (ลือชัย ทองนิล. 2548: 18)

การเดินสายไฟฟ้าเพื่อส่งกระแสไฟฟ้าไปยังพื้นที่ใช้สอยที่ต้องการนั้นจะมีวิธีการปฏิบัติได้หลายวิธี โดยในอาคารหลังหนึ่งๆอาจใช้หลายวิธีรวมกันไปตามความเหมาะสม โดยเฉพาะด้านความสวยงาม เช่น ใช้ท่อเดินบนฝ้าเพดานและเดินเกาะผนังข้างเต้ารับหรือสวิตช์ด้วยการรัดคลิปหรือใช้ช่องเดินสาย เป็นต้น วิธีการเดินสายที่นิยมในบ้านอยู่อาศัยและทำได้เองมีดังนี้

3.4.2.1 การเดินสายด้วยวิธีรัดคลิป คลิปรัดสายหรือเข็มขัดรัดสาย เมื่อใช้งานดอกตะปูให้คลิปติดกับผนังหรือเพดานส่วนที่ต้องการเดินสายก่อน ระยะห่างระหว่างคลิปประมาณ 15-20 เซนติเมตร การต่อสายนิยมต่อสายในกล่องต่อสายหรือตลับต่อสายเพื่อความสวยงาม หรือเดินสายไปต่อในกล่องสวิตช์หรือกล่องเต้ารับเลยก็ได้อย่างไรก็ตาม การเดินสายควรตีเส้นเสียก่อนเพื่อให้เดินสายได้ตรง

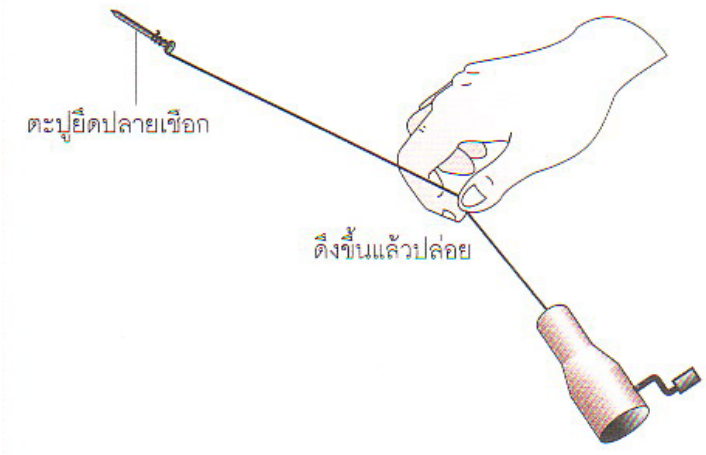


ภาพประกอบ 26 การเดินสายด้วยคลิปรัดสาย

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 18.

การตีเส้นบนผนังเพื่อเดินสาย เชือกตีเส้นมีขายตามร้านขายอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ท้องตลาดเรียกว่า “บักเต้า” เชือกตีเส้นนี้จะม้วนอยู่ในลูกรอก เมื่อดึงออกมาจะมีฝุ่นสีแดงติดมาด้วย การตีเส้นให้ยึดปลายสายเข้ากับตะปู ดึงเชือกให้ตึงแล้วใช้มือดึงเชือกไปกระทบกับผนังอาคาร

หมายเหตุ ผนังคอนกรีตมักมีปัญหาเรื่องการตอกตะปูยึดคลิปรัดสาย แก้ไขด้วยการตอกนำด้วยตะปูคอนกรีตก่อน



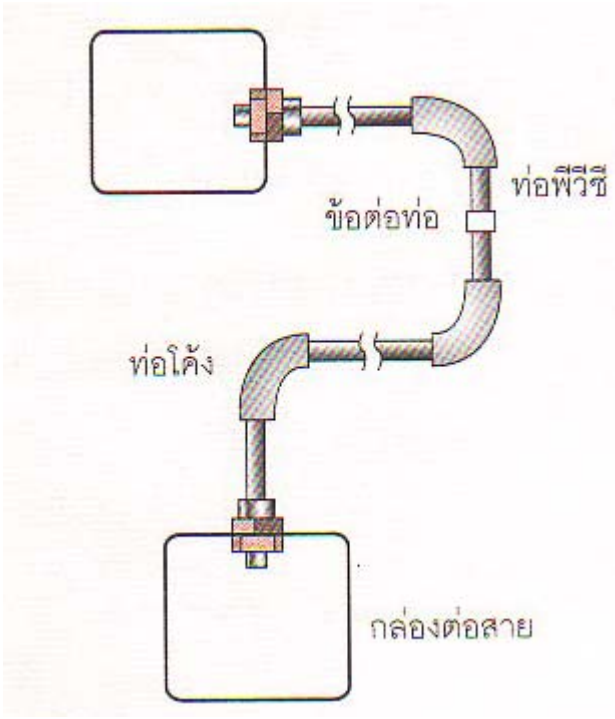
ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างการตีเส้นบนผนังเพื่อเดินสาย

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 18.

3.4.2.2 การเดินสายด้วยท่อพีวีซี

เป็นวิธีการเดินสายที่สะดวกรวดเร็วและเป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่ง ท่อพีวีซีสำหรับเดินสายไฟฟ้าจะเป็นสีเหลือง สำหรับอุปกรณ์ประกอบ เช่น อุปกรณ์ต่อท่อวิธีการต่อจะเหมือนกับท่อน้ำ ในการเดินเข้ามุมจะใช้ท่อโค้งเพื่อให้ร้อยสายได้ง่ายขึ้น ห้ามใช้ข้องอพีวีซีที่ใช้สำหรับท่อน้ำ สายไฟฟ้าที่ใช้ควรเป็นสายเดี่ยวชนิดไอวีหรือสายทีเอชดับเบิ้ลยู (ลือชัย ทองนิล. 2548: 20-21)

การเดินสายด้วยท่อพีวีซีนิยมเดินบนฝ้าเพดานหรือฝังในผนัง ขนาดท่อที่ใช้คือ ½ และ ¾ นิ้ว ระหว่างกล่องต่อสายห้ามเลี้ยวฉากเกิน 360 องศา เพราะจะทำให้ลากสายไม่ได้



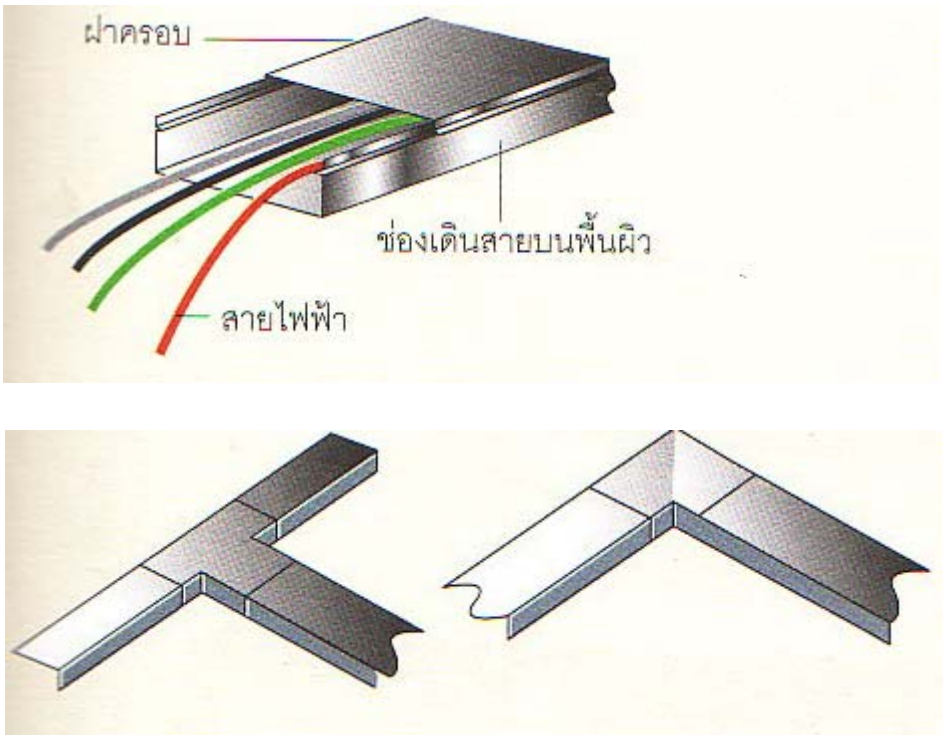
ภาพประกอบ 28 การเดินสายด้วยท่อพีวีซี

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 20.

3.4.2.3 การเดินสายด้วยช่องเดินสายบนพื้นผิว

อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเดินสายในรางเหล็กหรือพลาสติก ตัวรางมีฝาปิดขนาดกว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตรขึ้นไปปัจจุบันมีชนิดสีเทาและสีขาว การติดตั้งทำได้ง่ายและสะดวก โดยเฉพาะเมื่อมีการติดตั้งเพิ่มเติมเล็กๆน้อยๆซึ่งสามารถทำได้เอง สายไฟฟ้าจะใช้สายทีเอลดับเบิ้ลยู (สายเดี่ยว) ซึ่งทำงานได้สะดวก และมีราคาถูกกว่าสายวีเอเอฟ(ถ้าไม่มีจะใช้สายวีเอเอฟแทนก็ได้)

การติดตั้งสามารถทำได้ด้วยการตัดช่อเดินสายให้ได้ความยาวพอดีแล้วเปิดฝาครอบออก โดยดึงด้วยมือหรืองัดด้วยไขควงปากแบน จะสังเกตเห็นที่ตัวรางจะมีรูเจาะเอาไว้แล้ว ใช้สำหรับยึดด้วยสกรูได้ สามารถทำได้โดยทำเครื่องหมายบนผนังคอนกรีตให้ตรงกับรูของช่องเดินสายแล้วใช้สว่านคอนกรีตเจาะ เมื่อติดตั้งช่องเดินสายแล้วจึงใส่สายลงไปแล้วปิดฝาโดยใช้มือกดลงไปแรงๆ โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นช่วย ซึ่งทำได้สะดวก รวดเร็ว และดูสวยงามกว่ารัดด้วยคลิป สำหรับการต่อแยกหรือการเลี้ยวมุมจะมีอุปกรณ์โดยเฉพาะ แต่อาจหาซื้อยาก ในทางปฏิบัติจึงอาจทำโดยการตัดรางเป็นมุม 45 องศา แล้วต่อแยกโดยการชนเข้าด้วยกัน



ภาพประกอบ 29 ช่องเดินสายไฟบนพื้นผิว

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 21.

3.4.2.4 การเดินสายเพิ่มเติม

เมื่อต้องการเดินสายเพิ่มเติมเพื่อติดตั้งหลอดไฟฟ้าหรือเต้ารับ เรามักต้องเดินสายเพิ่มจากระบบสายไฟที่มีอยู่เดิมเพราะส่วนที่เพิ่มเติมมักจะใช้ไฟไม่มากนัก สายไฟฟ้าและเครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีอยู่เดิมจะยังคงใช้ (ลือชัย ทองนิล. 2548: 22)

สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้ามาก เช่น เครื่องปรับอากาศ หรือเครื่องทำน้ำอุ่น ไม่เหมาะที่จะต่อไฟจากสายวงจรไฟฟ้าเดิม เพราะใช้ไฟมากสายไฟฟ้าและเซอร์กิตเบรกเกอร์อาจเล็กเกินไป กรณีจึงควรเดินสายไฟใหม่ โดยเดินจากแผงเมน และควรติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวใหม่ด้วยถ้าสามารถทำได้ อย่างไรก็ตาม ในการติดตั้งครั้งแรกควรเลือกใช้คอนซูมเมอร์ยูนิตที่มีช่องว่างเหลือสำหรับการเพิ่มเติมในอนาคต

สรุปได้ว่าการเลือกใช้สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านพักอาศัย จะขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าและการใช้งาน โดยลักษณะของสายไฟสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ แบบเส้นเดียวสำหรับเต้ารับและสวิตช์ไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้คงที่ ส่วนแบบเส้นเกลียวสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย โดยขนาดของสายไฟจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จะไหลผ่านสำหรับใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในการเดินสายไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยนั้น สามารถทำการเดินสายไฟได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้คลิปรัดสาย ท่อเดินสายไฟ และใช้ช่องเดินสายไฟ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นผิวและสภาพของอาคารที่พักอาศัย

3.5 เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร

เมื่อเดินสายไฟจากเมนสวิตช์บอร์ดไปยังพื้นที่ใช้สอยต่างๆภายในอาคาร โดยการกำหนดจุดการใช้งานในแต่ละพื้นที่นั้นก็ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้สอย ซึ่งก่อนติดตั้งอาจต้องมีการสำรวจในเบื้องต้น แต่โดยทั่วไปจะกำหนดให้แต่ละพื้นที่ใช้สอยประกอบไปด้วยอุปกรณ์ อันได้แก่ สวิตช์ เต้ารับ ดวงโคม เป็นต้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (ลือชัย ทองนิล. 2548: 23-24)

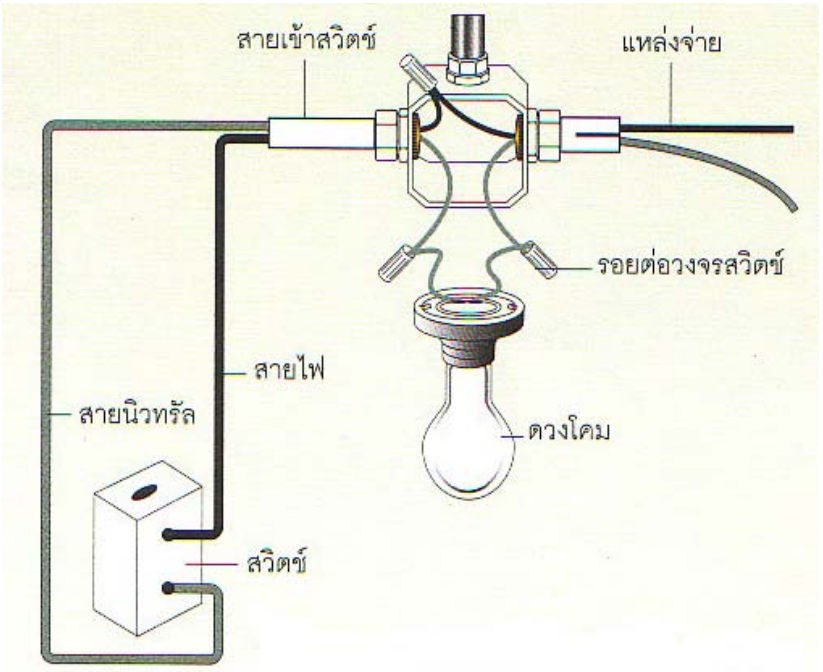
เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านส่วนใหญ่ที่จำเป็นในการใช้ชีวิตประจำวัน ได้แก่ โทรทัศน์ พัดลม หม้อหุงข้าว เตารีดไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่ได้กล่าวมานั้นจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้ โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญกับเครื่องใช้ไฟฟ้ามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.5.1 อุปกรณ์ไฟฟ้า

3.5.1.1 สวิตช์ไฟฟ้า

เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับโหลดขนาดเล็กๆ เช่น วงจรเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือหลอดแสงสว่าง โดยทั่วไปนิยมใช้กับหลอดแสงสว่าง ในการใช้งานสายเส้นไฟจะต่อผ่านสวิตช์

3.5.1.1.1 สวิตช์ทางเดียวขั้วเดียว ใช้สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงจุดเดียว



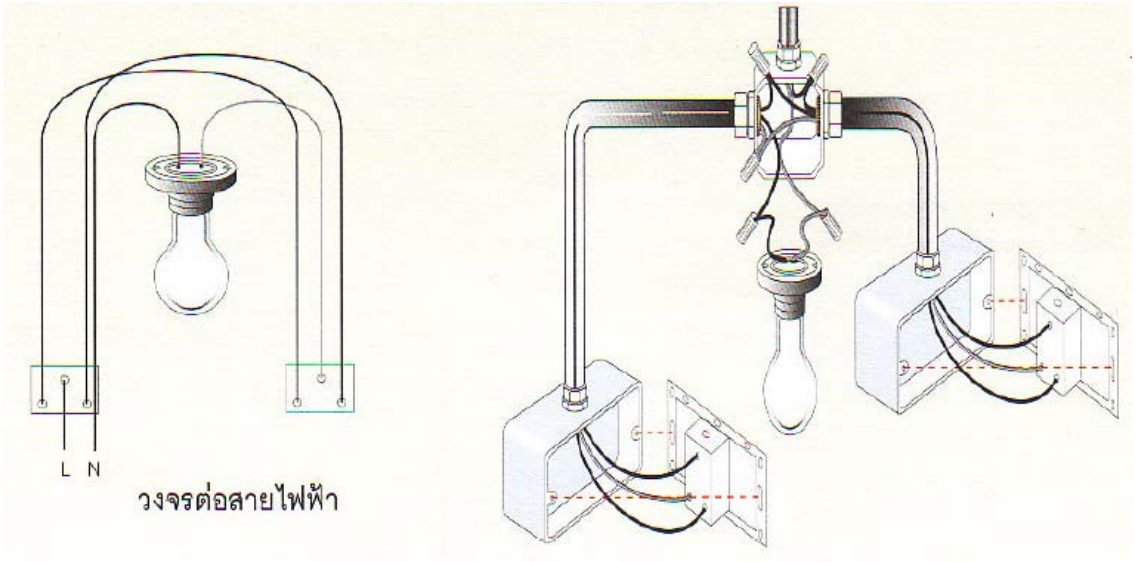
ภาพประกอบ 30 การควบคุมหลอดไฟด้วยสวิทซ์ทางเดียว

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 23.

3.5.1.1.2 สวิตช์ 3 ทาง ใช้ทำงานควบคุมดวงไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าจากที่ควบคุม 2 แห่ง โดยมีขั้วต่อที่ตัวสวิตช์ด้านหนึ่งเรียกว่า “จุดต่อร่วม” เพื่อให้กระแสไฟฟ้า เดินเข้า-ออกตามปกติ ส่วนขั้วที่เหลือใช้ต่อสายไฟอีก 2 เส้น หรือสายไฟเดินโยงระหว่างสวิตช์

ในบางวงจรจะใช้สวิตช์ 2 ตัว เพื่อทำการเกิด-ปิดโคมไฟเพียงจุดเดียว ซึ่งจะเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน เช่น ไฟฟ้า แสงสว่างที่บริเวณบันได สำหรับอาคาร 2 ชั้นอาจมีสวิตช์ติดไว้ที่ชั้นล่าง 1 ตัว และชั้นบนอีก 1 ตัว ในการเกิด-ปิดโคมไฟสามารถเปิด-ปิดจากสวิตช์ตัวไหนก็ได้

สวิตช์ 3 ทางเป็นสวิตช์ที่มีรูปร่างเหมือนสวิตช์ทั่วไป แต่สวิตช์ทั่วไปจะมีจุดต่อสายเพียง 2 จุด ในขณะที่สวิตช์ 3 ทางจะมีจุดต่อสาย 3 จุด โดยมีจุดร่วมอยู่ตรงกลาง หรือแสดงด้วยตัวเลข สวิตช์บางรุ่นจะสังเกตได้ง่ายจึงไม่มีเครื่องหมายแสดงไว้ ในการใช้งานก็จะใช้สวิตช์ 2 ตัว



ภาพประกอบ 31 การใช้งานสวิทช์ 3 ทางในการควบคุมหลอดไฟ

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 24.

ภาพประกอบ 32 ตัวอย่างสวิทซ์ไฟฟ้า

ที่มา: สวิทช์ไฟฟ้า. (2551). www.chanapornelectric.com

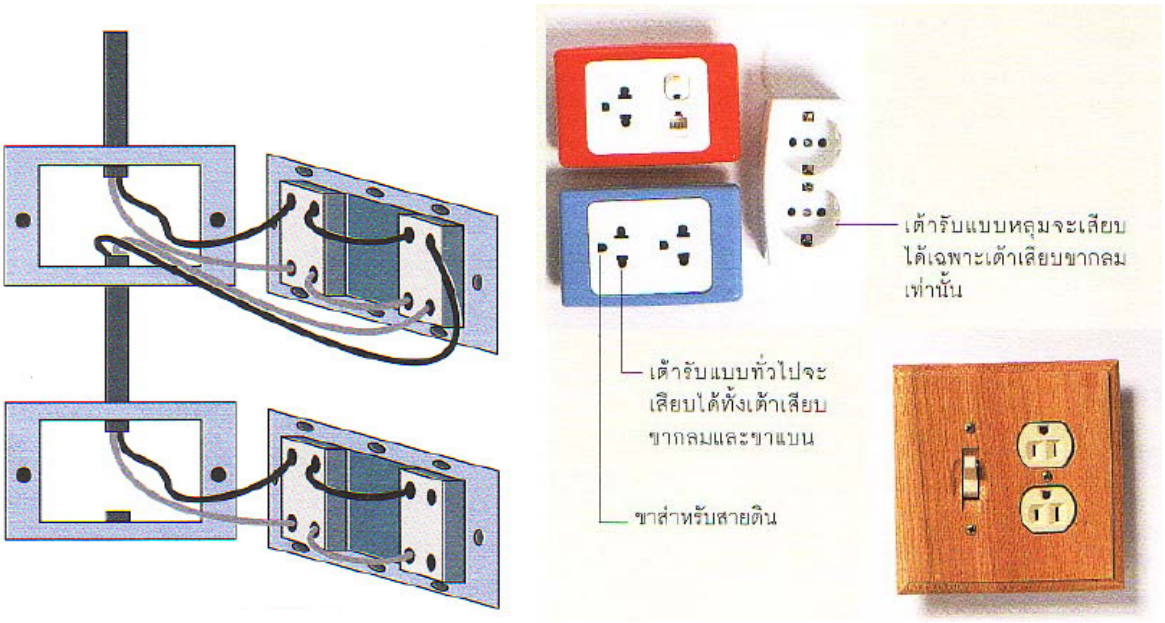
3.5.1.2 เต้ารับและเต้าเสียบ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับต่อไฟฟ้าไปใช้งาน เต้ารับจะใช้งานร่วมกับเต้าเสียบ เต้ารับบางครั้งเรียกว่า ปลั๊กตัวเมีย มีรูปร่างหลายแบบหลายขนาด(แอมแปร์)ขนาดต่ำสุดในท้องตลาดคือ 10 แอมแปร์ ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปได้ และมีทั้งชนิดที่มีสายดินและไม่มีสายดิน (ลือชัย ทองนิล. 2548: 25-26) เต้ารับชนิดมีสายดินก็จะต้องเดินสายดินเข้ามาต่อด้วยเพื่อให้ได้ประโยชน์อย่างแท้จริง เต้ารับชนิดมีสายดินนี้อาจเป็นชนิดที่มี 2 รูหรือ 3 รูก็ได้ ส่วนใหญ่ชนิดที่มี 2 รูจะมีรูปร่างเป็นหลุมกลม

และมีขั้วสายดินอยู่ตรงข้างหลุม เต้าเสียบปกติจะประกอบสำเร็จมากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะต้องเลือกแบบให้เหมาะสมกับเต้ารับด้วย มิฉะนั้นจะเสียบไม่ได้

ภาพประกอบ 33 ตัวอย่างเต้ารับและเต้าเสียบ

ที่มา: เต้ารับเต้าเสียบ. (2551). www.chanapornelectric.com



ภาพประกอบ 34 การติดตั้งเต้ารับและชนิดของเต้ารับแบบต่างๆ

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 25.

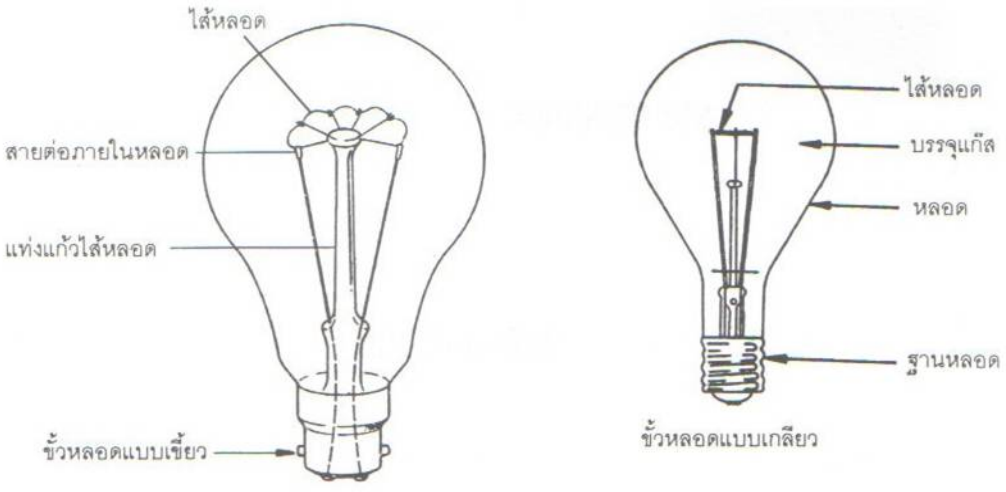
3.5.2 เครื่องใช้ไฟฟ้า

3.5.2.1 หลอดไฟฟ้า

หลอดไฟฟ้าทำหน้าที่ให้แสงสว่างมีหลายชนิดตามความเหมาะสมและความต้องการใช้งาน หลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้งานทั่วไปมีไม่กี่ชนิด ดังนี้

3.5.2.1.1 หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) เป็นหลอดชนิดที่ใช้ไส้หลอดเป็นตัวเปล่งแสง เมื่อหลอดไส้ขาดจะไม่มีแสงสว่างปรากฏออกมา หลอดชนิดนี้เป็นหลอดแก้ว (Bulb) ไส้หลอดที่เปล่งแสงสว่างออกมาทำด้วยทังสเตน ภายในหลอดจะบรรจุแก๊สไนโตรเจนและแก๊สอาร์กอนเข้าไปแทนที่หลังจากดูดอากาศจากภายในหลอดออกหมด แก๊สเฉื่อยที่บรรจุเข้าไปนี้จะทำให้หลอดมีคุณสมบัติการใช้งานนานขึ้น คือมีอายุประมาณ 1,000 ชั่วโมง ภายในหลอดไฟใช้แท่งแก้วเป็นตัวยึดไส้หลอดและมีสายต่อภายในหลอดมายังขั้วหลอดเพื่อรับกระแสไฟฟ้า ขั้วหลอดทำจากทองเหลือง มีทั้งขั้วแบบเขี้ยวและขั้วแบบเกลียว (สุวรรณ บุญทิพย์. 2543: 146)

หลอดไฟฟ้าชนิดไส้มีข้อดีที่แสงที่มีสีเป็นธรรมชาติและราคาถูก นิยมใช้งานในสถานที่ซึ่งมีการเปิด-ปิดบ่อยๆให้ความร้อนสูง ถ้าติดตั้งในห้องปรับอากาศความร้อนจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานมากขึ้นและสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า ขนาดของหลอดไส้กำหนดเป็นวัตต์ มีหลายขนาด เช่น 5,10,25,40,60 และ 100 วัตต์

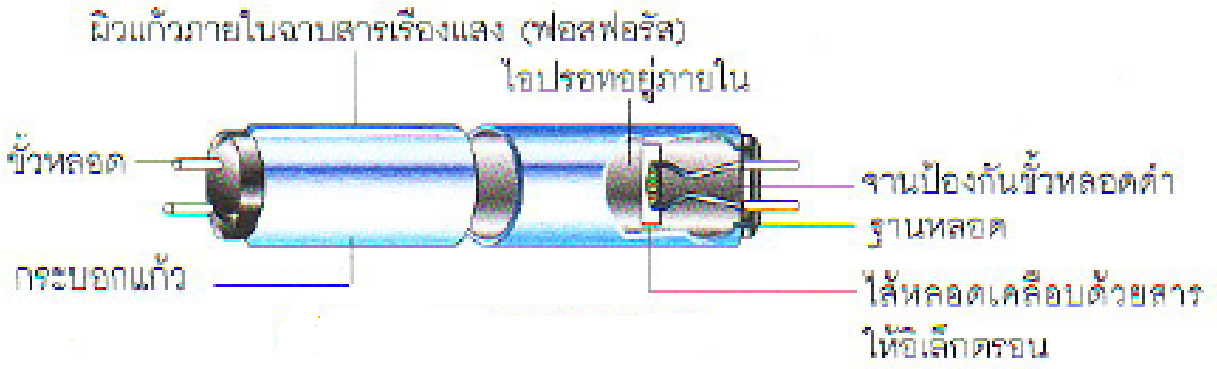


ภาพประกอบ 35 แสดงชนิดของหลอดไส้

ที่มา: สุวรรณ บุญทิพย์. (2543). *ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น*. หน้า 146.

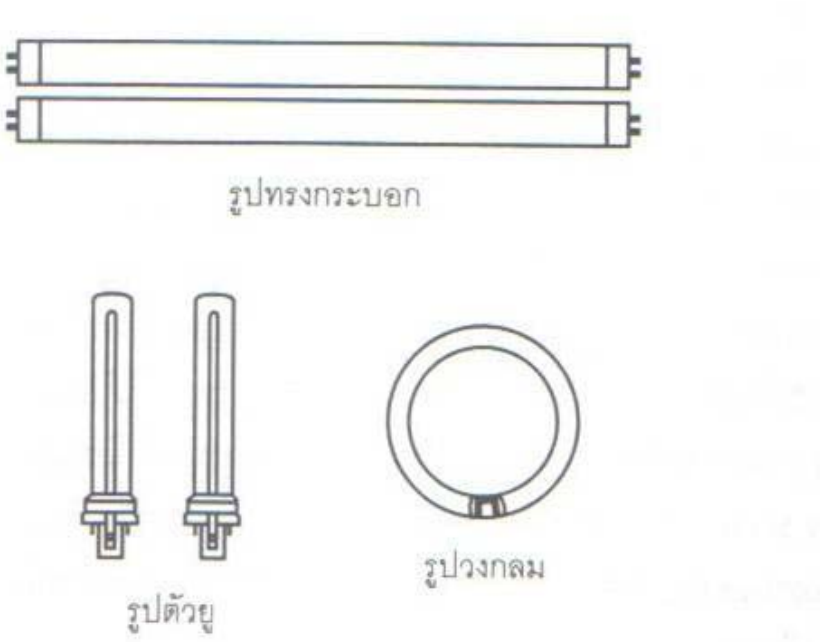
วงจรการใช้งาน ที่ขั้วหลอดไส้จะมีจุดให้ต่อใช้งานอยู่สองจุด ในการใช้งานจะต่อสายเส้นไฟเข้าหนึ่งเส้นและสายนิวทรัลอีกหนึ่งเส้น แต่การต่อใช้งานหลอดไส้แบบขั้วเกลียว ควรให้สายเส้นไฟซึ่งต่อผ่านสวิตช์ต่อกับขั้วที่อยู่ก้นหลอด ส่วนที่เป็นเกลียวของขั้วหลอดต่อกับสายนิวทรัล ทั้งนี้เพื่อลดอันตรายในการใช้งาน เช่นเมื่อต้องการเปลี่ยนหลอด สำหรับหลอดเขี้ยวจะต่อสายเส้นไฟผ่านสวิตช์ แต่ที่ขั้วหลอดสามารถสลับกันได้

3.5.2.1.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์(FLUORESCENT) คนทั่วไปเรียกว่า “หลอดนีออน” แต่ความจริงแล้วเป็นคนละประเภทกับหลอดนีออน เพราะความหมายของหลอดนีออน คือ หลอดที่ติดตามป้ายโฆษณาต่างๆ ตัวหลอดแก้วดัดเป็นตัวหนังสือรูปต่างๆ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีขนาดเท่ากับหลอดไส้ จะให้ความสว่างมากกว่าหลอดไสประมาณ 4-5 เท่า หลอดแต่ละยี่ห้อจะกินไฟไม่เท่ากัน เนื่องจากค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์แตกต่างกันไปตามคุณภาพของแต่ละผู้ผลิต หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดชนิดคายประจุที่ใช้แก๊สเป็นตัวปล่อยแสง หลอดไฟที่เป็นรูปทรงกระบอกตรงมีขนาด 10 , 20 , 40 วัตต์ ความยาวของหลอดนั้นจะมีผลกับจำนวนวัตต์ที่ใช้ โดยมีหลอดฟลูออเรสเซนต์รูปทรงตัวยูมีขนาด 10 , 18 , 36 วัตต์ และแบบวงกลมที่ใช้กันมากคือขนาด 32 วัตต์ (สุวรรณ บุญทิพย์. 2543: 147)



ภาพประกอบ 36 ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

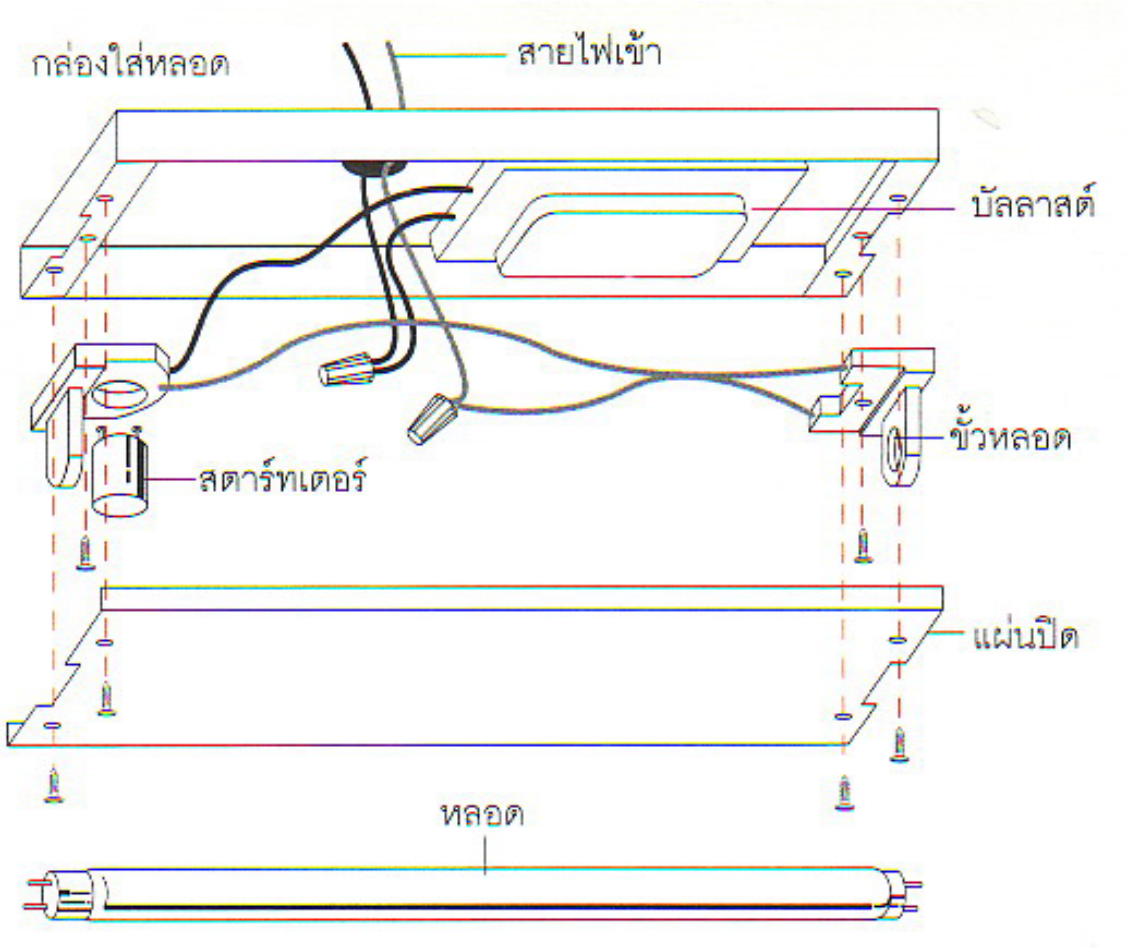
ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 26.



ภาพประกอบ 37 รูปแบบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา: สุวรรณ บุญทิพย์. (2543). *ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น*. หน้า 148.

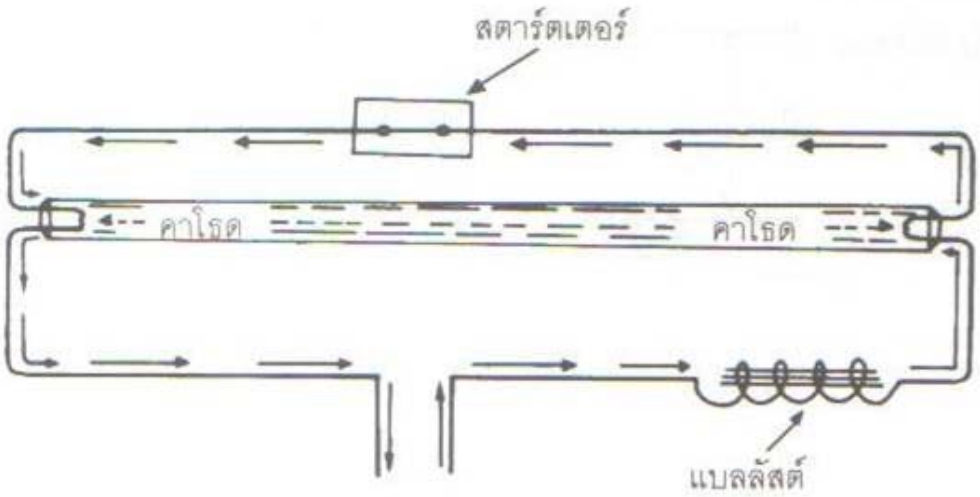
หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปต้องมีบัลลาสต์(BALLAST) และสตาร์ทเตอร์(STARTER)ใช้งานร่วมด้วย บัลลาสต์ ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันที่คร่อมหลอดเพื่อให้สามารถจุดติดได้และยังทำหน้าที่จำกัดการไหลของกระแสไฟผ่านตัวหลอดอีกด้วย บัลลาสต์ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ ชนิดแกนเหล็กใช้งานเหมือนกัน แต่ชนิดอิเล็กทรอนิกส์จะมีข้อดีกว่าตรงที่มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำกว่าชนิดแกนเหล็กและแสงไฟไม่กระพริบ แต่ปัจจุบันราคาสูงกว่าชนิดแกนเหล็ก สตาร์ทเตอร์ ช่วยในการจุดติดของหลอดไฟ เมื่อเปิดสวิตซ์ กระแสไฟจะไหลผ่านไส้หลอดและไหลผ่านสตาร์ทเตอร์ เมื่อหลอดติดแล้วกระแสไฟจะไม่ไหลผ่านสตาร์ทเตอร์ จึงสามารถถอดสตาร์ทเตอร์ออกได้โดยหลอดไม่ดับแต่ถ้าปิดสวิตซ์แล้วจะเปิดอีกไม่ได้



ภาพประกอบ 38 การต่อสายหลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 26.

วงจรใช้งาน การต่อใช้งานที่ถูกต้องจะต้องต่อสายไฟผ่านสวิตซ์ ผ่านไปยังบัลลาสต์ และต่อไปยังไส้หลอดตามที่แสดงในรูปวงจร เหตุผลเพื่อความสะดวกและความปลอดภัยในการซ่อมแซมข้อควรสังเกตคือ ถ้าต่อสวิตซ์ในสายนิวทรัลแทนที่จะเป็นสายไฟ บางครั้งจะพบว่าเมื่อปิดสวิตซ์แล้วหลอดอาจเรืองแสงได้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดในเวลากลางคืนที่มืดสนิท



ภาพประกอบ 39 วงจรไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา: สุวรรณ บุญทิพย์. (2543). ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น. หน้า 148.

แสงสีของหลอด สีมีอิทธิพลต่อความรู้สึกและอารมณ์ของมนุษย์ แสงที่ส่องกระทบวัตถุสามารถทำให้สีของวัตถุเปลี่ยนได้ ถ้าเลือกสีได้ถูกต้องจะทำให้มองสีของวัตถุไม่ผิดเพี้ยน และยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการทำงานได้ด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงมีแสงสีต่างๆหลายสีเพื่อให้เลือกใช้ตรงกับความต้องการของงาน

หลอดเดย์ไลท์ (DAY LIGHT) แสงที่เรียกว่าเดย์ไลท์เป็นแสงที่มีสีใกล้เคียงกับสีของแสงแดด ทำให้การมองเห็นวัตถุที่ส่องด้วยแสงเดย์ไลท์เหมือนกับที่มองตอนกลางวัน ในบางประเทศที่ไม่ค่อยมีแสงแดดจะนิยมใช้หลอดชนิดนี้เพื่อให้ความรู้สึกว่ามีแสงแดด

หลอดวอร์มไวท์ (WARM WHITE) สีของแสงจะออกไปทางแดงปนเหลืองให้ความรู้สึกอบอุ่น ในประเทศหนาวนิยมใช้สีนี้ในบางสถานที่ เช่น ห้องนั่งเล่น เพื่อให้ความรู้สึกอบอุ่น ช่วยให้ลดความรู้สึกหนาวได้บ้าง วัตถุที่ส่องด้วยแสงสีนี้จะมีสีเพี้ยนไปบ้าง

หลอดคูลไวท์ (COOL WHITE) สีของแสงอยู่ระหว่างหลอดเดย์ไลท์กับหลอดวอร์มไวท์ ให้สีที่ค่อนข้างเป็นธรรมชาติ นิยมใช้งานทั่วไป เหมาะที่จะใช้ในสถานที่ทำงานต่างๆและในห้างสรรพสินค้า

หลอดแบล๊คไลท์ (BLACK LIGHT) เป็นหลอดที่มีหลอดแก้วสีดำ ให้แสงที่ตามองไม่เห็น แต่เมื่อไปกระทบกับวัตถุสีขาวจะสะท้อนแสงนวลสวยงามนิยมใช้ตามร้านอาหาร ภัตตาคาร และสถานที่ที่มีการแสดงในเวลากลางคืน หลอดชนิดนี้จะแผ่รังสีไวโอเลตในปริมาณที่สูงซึ่งเป็นอันตรายต่อสายตาและผิวหนัง จึงไม่ควรใช้เป็นเวลานานๆ

3.5.2.1.3 หลอดคอมแพ็คท์ฟลูออเรสเซนต์

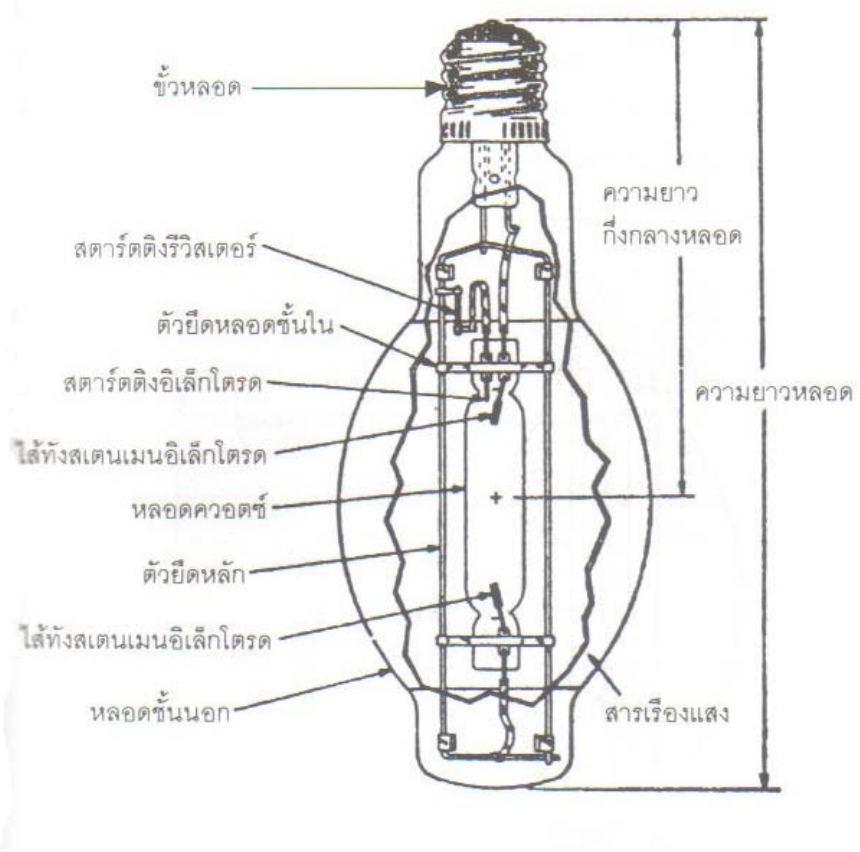
เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดที่ได้พัฒนาด้านประสิทธิภาพและรูปร่างไปจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไป ปัจจุบันมีรู)ทรงหลายแบบ หลอดคอมแพ็คท์ส่วนใหญ่มีขั้วเป็นแบบเกลียว สามารถใช้กับขั้วเกลียวของหลอดไส้ได้ จึงสะดวกในการใช้งาน (ลือชัย ทองนิล. 2548: 27)

ภาพประกอบ 40 ตัวอย่างหลอดคอมแพ็คท์ฟลูออเรสเซนต์

ที่มา: วัชระ มั่งวิทิตกุล. (2544). ไฟฟ้าแสงสว่าง. http://scout.cpportal.net/Default.aspx?tabid=1815

3.5.2.1.4 หลอดไอปรอท

หลอดไอปรอทเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า หลอดแสงจันทร์ เป็นหลอดชนิดคายประจุความเข้มสูง (High Intensity Dischagre) หลอดไอปรอทมีขนาดตั้งแต่ 100 – 3,000 วัตต์ แต่ขนาด 175 – 400 วัตต์เป็นขนาดที่ใช้กันมากที่สุด (สุวรรณ บุญทิพย์. 2543: 150) สำหรับการจุดติดของหลอดไอปรอทนั้น เมื่อเริ่มเปิดไฟ หลอดจะสว่างขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งหลอดมีความสว่างเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 3 – 5 นาที เวลาช่วงนี้เรียกว่า ช่วงอุ่นหลอด หลังจากนั้นหลอดจะค่อยๆ สว่างจนเต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลา 7 – 10 นาที และถ้าปิดไฟ แล้วเปิดใหม่ทันทีอีกครั้งหนึ่ง หลอดจะไม่ติด ต้องรอให้หลอดเย็นก่อนจนกระทั่งแก๊สต่างๆ ในหลอดคืนตัวสู่สภาพเดิมเสียก่อน ช่วงนี้เรียกว่า ช่วงคืนตัว หลอดจะติดใหม่อีกครั้ง โดยใช้เวลาประมาณ 7 นาที (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544: 77)



ภาพประกอบ 41 ส่วนประกอบของหลอดไอปรอท

ที่มา: สุวรรณ บุญทิพย์. (2543). *ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น*. หน้า 151.

3.5.2.2 พัดลมไฟฟ้า

พัดลมไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์ไฟฟ้า ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่พัดให้ลมเย็นด้วยพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วย ใบพัด มอเตอร์ไฟฟ้า และสวิตช์ควบคุมความเร็วลม หลักการทำงานของพัดลมไฟฟ้าโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวเคลื่อนที่ ต่อเข้ากับใบพัดทำให้อากาศบริเวณใกล้ใบพัดเคลื่อนตัว เป็นผลทำให้มีการระบายอากาศ พัดลมไฟฟ้าจัดได้ว่าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าประจำบ้านในแถบภูมิภาคที่มีอากาศร้อนและราคาไม่สูงมากนัก ส่วนประกอบของพัดลมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ใบพัดลม ทำหน้าที่ดูดและเป่าอากาศ ใบพัดลมจะทำด้วยโลหะหรือพลาสติก ยึดกับแกนของมอเตอร์

2. มอเตอร์พัดลม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด แกนโรเตอร์ของมอเตอร์จะยึดต่อกับใบพัด

3. ตะแกรงพัดลม พัดลมเกือบทุกชนิดจะมีตะแกรงทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ตะแกรงพัดลมมีไว้สำหรับป้องกันอันตรายให้กับผู้ใช้พัดลมหรือป้องกันวัตถุ ไม่ให้ไปสัมผัสกับใบพัดลม

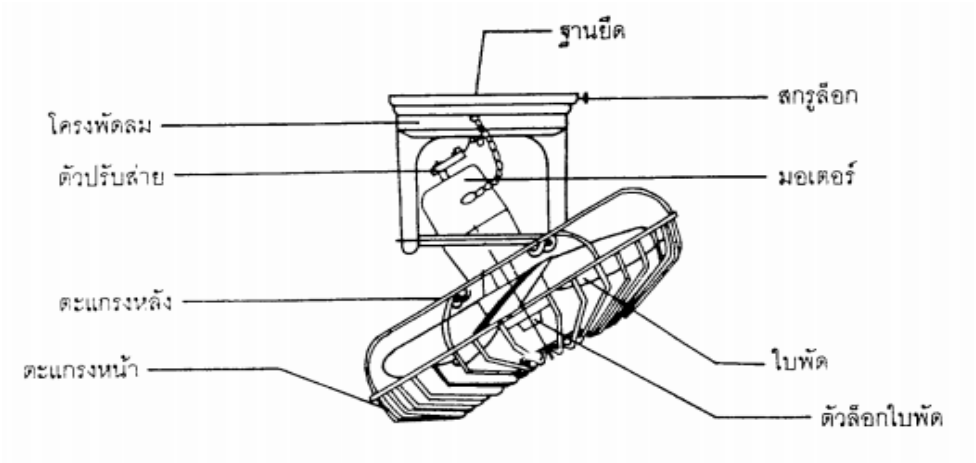
4. โครงของพัดลม จะยึดมอเตอร์กับอุปกรณ์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของมอเตอร์เข้ากับโครงของตัวพัดลม และฐานยึด

5. สวิตช์ควบคุมระดับความเร็ว เป็นสวิตช์ที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลม และขดลวดปรับระดับความเร็วเพื่อให้มอเตอร์พัดลมมีความเร็วตามที่ต้องการ

พัดลมที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมที่จะใช้งาน แบ่งได้ 4 แบบ คือ พัดลมตั้งโต๊ะ พัดลมแบบตั้งพื้น พัดลมแบบติดเพดาน และพัดลมแบบติดตั้งช่องหน้าต่าง (สุวรรณ บุญทิพย์. 2543 : 300-301)

ภาพประกอบ 42 พัดลมตั้งโต๊ะ

ที่มา: พัดลมไฟฟ้า. (2551). www.google.com

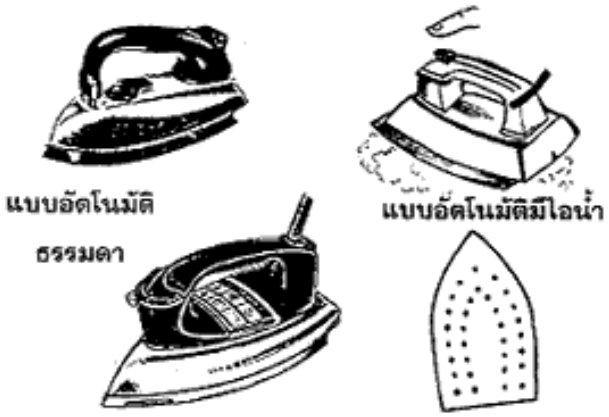


ภาพประกอบ 43 พัดลมแบบติดตั้งเพดาน

ที่มา: สุวรรณ บุญทิพย์. (2543). *ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น*. หน้า 304.

3.5.2.3 เตารีดไฟฟ้า

เตารีดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน โดยใช้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดนิโครม เพื่อทำให้เกิดความเหนี่ยวนำและทำให้เกิดความร้อนขึ้น และส่งผ่านความร้อนไปยังแผ่นเหล็กเรียบด้านล่างเพื่อการใช้งาน การใช้งานเตารีดไฟฟ้าจะใช้ในการรีดเสื้อผ้าให้เรียบโดยอาศัยความร้อน ซึ่งขนาดของเตารีดไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยมีขนาดตั้งแต่ 800 วัตต์ – 1,500 วัตต์ ความร้อนของเตารีดไฟฟ้าสามารถปรับระดับได้ตามการใช้งาน โดยมีสวิตช์ควบคุมความร้อนและใช้เทอร์โทสตาร์ตในการตัดและต่อวงจรไฟฟ้าภายใน ในกรณีที่มีความร้อนเกินที่ตั้งค่าไว้



ภาพประกอบ 44 เตารีดไฟฟ้า

ที่มา: เตารีดไฟฟ้า. (2551). www.google.com

3.5.2.4 หม้อหุงข้าวไฟฟ้า

หม้อหุงข้าวไฟฟ้า มีหลายแบบแตกต่างกันไปตามบริษัทผู้ผลิต ส่วนประกอบของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า มีดังนี้ หม้อชั้นนอก , หม้อชั้นใน , แผ่นความร้อน , แผ่นอุ่น , แผงไฟแสดงผล และสวิตช์หุงข้าว หลักในการทำงานหม้อหุงข้าวไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ให้ความร้อน ประกอบไปด้วยแผ่นโลหะที่มีความต้านทานสูง และจุดหลอมเหลวสูง และส่วนควบคุมอุณหภูมิหรือเทอร์โมสตาร์ต ประกอบด้วยโลหะที่มีความจุความร้อนต่างกัน 2 แผ่นประกบติดกันอยู่

การทำงานเมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในหม้อหุงข้าว ไฟฟ้าจะทำให้แผ่นความร้อนส่งผ่านพลังงานความร้อนไปยังหม้อใน และเมื่ออุณหภูมิสูงจนถึงที่กำหนดไว้ เทอร์โมสตาร์ตก็จะตัดวงจร ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรที่ผ่านแผ่นความร้อน ในปัจจุบันได้มีการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการควบคุมการทำงานและช่วยให้การทำงานมีหลายรูปแบบมากขึ้น

ภาพประกอบ 45 หม้อหุงข้าวไฟฟ้าแบบดิจิตอล

ที่มา: หม้อหุงข้าวไฟฟ้า. (2551). www.google.com

3.5.2.5 เครื่องปั๊มน้ำ

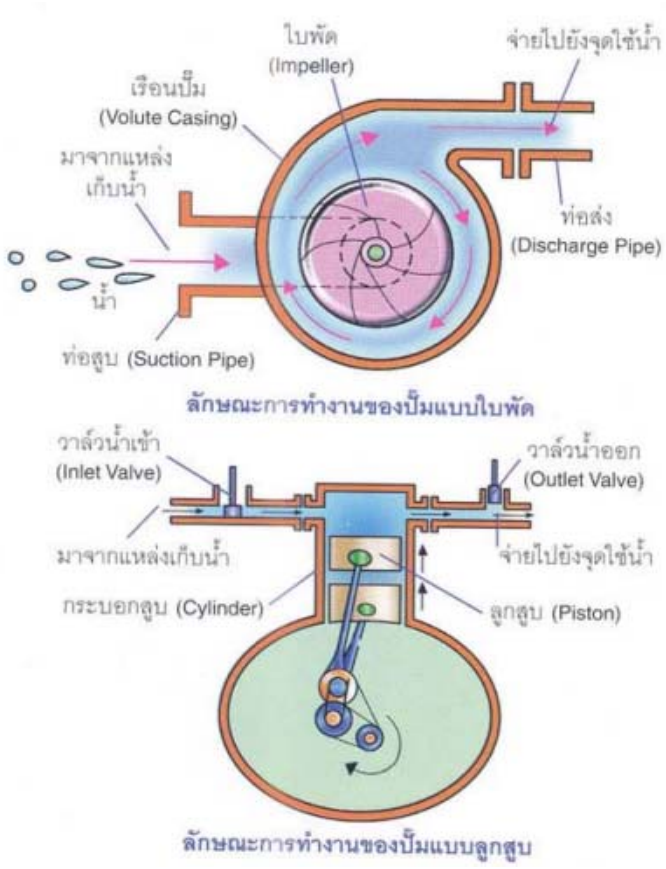
เครื่องปั๊มน้ำเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งที่ใช้มาก ในอุตสาหกรรมและตามบ้านเรือน โดยเฉพาะตามที่พักอาศัยซึ่งเป็นอาคารชุด ตามอาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์ต่างๆ หรือในบางพื้นที่ที่ต้องการสูบน้ำจากใต้ดินขึ้นมาใช้ ชนิดของเครื่องปั๊มน้ำสามารถแบ่งได้ตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. 2551: ออนไลน์)

- ปั๊มแบบใบพัด ปั๊มชนิดนี้ภายในเรือนปั๊ม (Volute Casing) จะมีใบพัด (Impeller) ทำหน้าที่สร้างความดันจากการหมุนที่ความเร็วรอบสูงและแรงดันทำให้น้ำไหลไปตามท่อที่ต่อไว้ได้ นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมและตามที่อยู่อาศัยทั่วไป เพราะการไหลของน้ำจะต่อเนื่องสม่ำเสมอ

- ปั๊มแบบลูกสูบ ปั๊มน้ำชนิดนี้เรือนปั๊มเป็นแบบกระบอกสูบ (Cylinder) ภายในจะมีลูกสูบ (Piston) ทำหน้าที่สร้างความดันจากการเคลื่อนของลูกสูบ ทำให้ปริมาตรของกระบอกสูบลดลง เกิดเป็นความดันเพื่อขับดันน้ำให้ไหลไปได้ แต่การไหลของน้ำจะเป็นช่วงๆ ตามจังหวะการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ส่วนใหญ่นำไปใช้ในงานที่ต้องการความดันสูง

ภาพประกอบ 46 เครื่องปั๊มน้ำ

ที่มา: เครื่องปั๊มน้ำไฟฟ้า. (2551). www.google.com

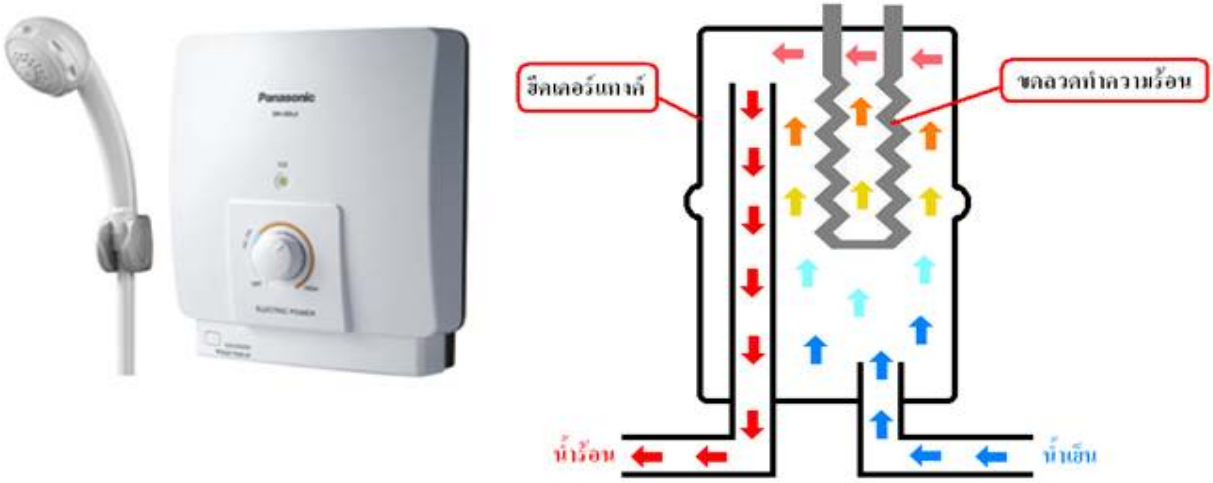


ภาพประกอบ 47 เครื่องปั๊มน้ำแบบใบพัดและแบบลูกสูบ

ที่มา: เครื่องปั๊มน้ำ(2551). www.energy.go.th

3.5.2.6 เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการใช้งานได้ 2 ประเภท คือ เครื่องทำน้ำอุ่นแบบทำน้ำอุ่นได้จุดเดียว และเครื่องทำน้ำอุ่นแบบทำน้ำอุ่นได้หลายจุด เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้น้ำร้อนขึ้นโดยอาศัยการพาความร้อนจากขดลวดความร้อน (Heater) ขณะที่กระแสน้ำไหลผ่าน ส่วนประกอบหลักของเครื่องทำน้ำอุ่น คือ ตัวถังน้ำ ขดลวดความร้อน และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Themosstat) โดยตัวถังน้ำ จะบรรจุน้ำซึ่งจะถูกทำให้ร้อน จากนั้นขดลวดความร้อนจะได้รับพลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนขึ้น ลวดความร้อนนี้โดยมากส่วนในสุดจะเป็นลวดนิโครม ส่วนที่อยู่ตรงกลางจะเป็นผงแมกนีเซียมออกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนอุณหภูมิสูง ชั้นนอกสุดจะเป็นท่อโลหะที่ทำด้วยทองแดงหรือสแตนเลส ส่วนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ จะทำหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดความร้อนเมื่ออุณหภูมิของน้ำถึงระดับที่เราได้ตั้งไว้ (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. 2551: ออนไลน์)



ภาพประกอบ 48 เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

ที่มา: เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า. (2551). www.google.com

สรุปเครื่องใช้ไฟฟ้าในปัจจุบันนั้นถือได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละแบบจะมีการใช้ไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าก็เป็นสิ่งจำเป็นเช่นกันสำหรับการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปสู่เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดย อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านที่จำเป็นได้แก่ เต้ารับ เต้าเสียบ เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยชนิดของเต้ารับและเต้าเสียบนั้นจะต้องมีลักษณะที่เหมาะสมกันเพื่อที่จะ

สามารถใช้งานร่วมกันได้ ส่วนสวิตช์ไฟฟ้าเป็นตัวตัดและต่อกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อให้ทำงานหรือหยุดการทำงาน

3.6 เทคนิคในการปฏิบัติงานไฟฟ้า

ในการต่อวงจรไฟฟ้าหรือการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร จำเป็นจะต้องมีการต่อสายไฟฟ้า เช่น การแยกสายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง การต่อสายให้ยาวขึ้น เป็นต้น การที่จะต่อสายให้ได้ผลดี คือรอยต่อแข็งแรงทนทาน และกระแสไฟฟ้าไหลได้ดีนั้น จะต้องมีวิธีการต่อสายไฟที่ถูกต้อง ซึ่งก็มีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับชนิดของสายไฟฟ้า และจุดประสงค์ในการต่อใช้งาน โดยเทคนิคในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการต่อสายไฟฟ้า อธิบายได้ดังต่อไปนี้ (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544: 56)

3.6.1 การตัดสายไฟ

ให้ใช้คีมตัดสายไฟอย่างเดียว ไม่ควรใช้มีดตัดสายไฟ ถ้าเป็นสายไฟขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลางสายไฟหลายเส้น หรือเส้นเดียว รวมทั้งสายแข็งจำนวนน้อยเส้นต้องเลือกขนาดของคีมให้พอดี เช่น อาจใช้คีมตัดสาย หรือคีมช่างไฟฟ้า ถ้าเป็นสายไฟขนาดใหญ่ สายแข็ง หรือสายตีเกลียวควรใช้คีมขนาดใหญ่หรือใช้เลื่อยตัดเหล็กที่เหมาะสม (สุวรรณ บุญทิพย์. 2543: 106)

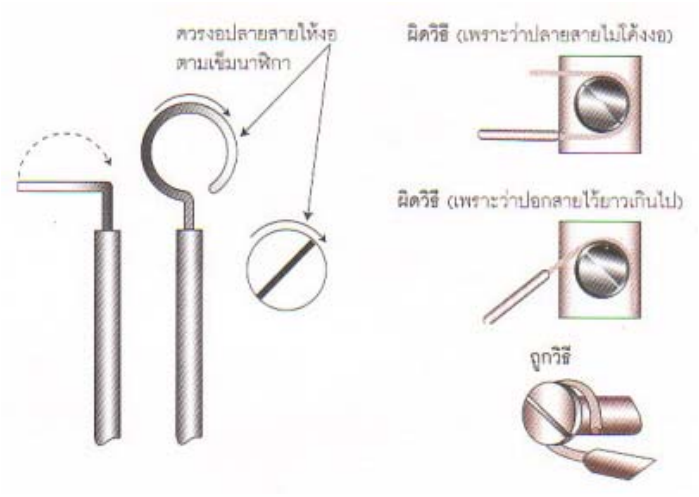
ภาพประกอบ 49 ตัวอย่างคีมตัดสายไฟ

ที่มา: คีมตัดสายไฟ. (2551). www.google.com

3.6.2 การต่อสาย

การต่อสายเข้าขั้วต่อสาย อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าบางเครื่องจะมีรูไว้สำหรับต่อสายไฟฟ้า เช่น เซอร์กิต เบรกเกอร์ สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับในการใช้งานก็เพียงแต่เอาสายใส่เจ้าในรูแล้วขันสกรูให้แน่น แต่เครื่องใช้ไฟฟ้าบางตัวจะเตรียมสกรูไว้สำหรับต่อสาย การต่อสายเข้าสกรูสามารถทำได้ 2 แบบ คือ การพันสายรอบสกรูโดยตรง และการใช้หางปลา (ลือชัย ทองนิล. 2548: 30)

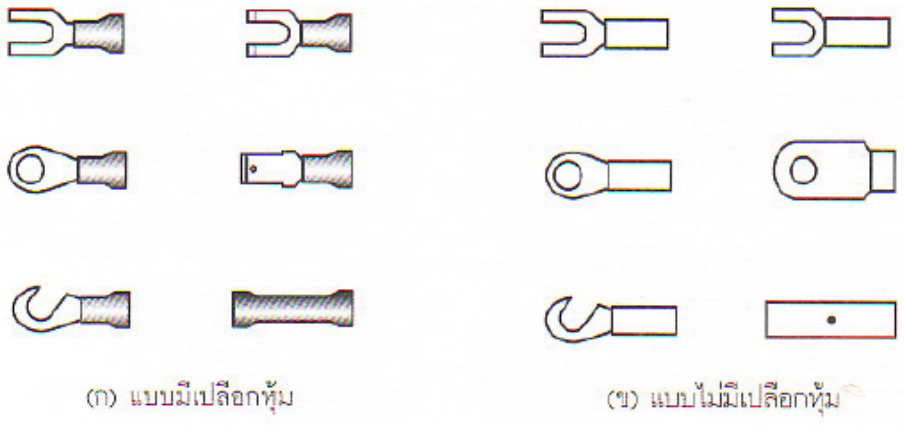
3.6.2.1 การพันสายรอบสกรู วิธีนี้เหมาะสมสำหรับสายขนาดเล็กๆ การพันสายรอบสกรูต้องทำให้ถูกต้อง มิฉะนั้นสายอาจหลุดขณะใช้งานได้



ภาพประกอบ 50 การพันสายรอบสกรู

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 30.

3.6.2.2 การใช้หางปลา หางปลาจะทำหน้าที่ต่อระหว่างสายไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้การต่อสายแน่นหนาเสะดวกในการถอดปละใส่บ่อยๆ หางปลามีทั้งที่ใช้กับสายขนาดเล็กและขนาดใหญ่การต่อสายเข้าหางปลาต้องมีเครื่องมือประกอบ คือ คีมย้ำหางปลา การเลือกใช้หางปลาต้องเหมาะสมกับขนาดสายไฟฟ้าที่จะต่อ ขนาดคีมย้ำหางปลาจะต้องเหมาะสมกับขนาดหางปลาด้วย



ภาพประกอบ 51 ขั้วต่อสายแบบหางปลา

ที่มา : ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 30.

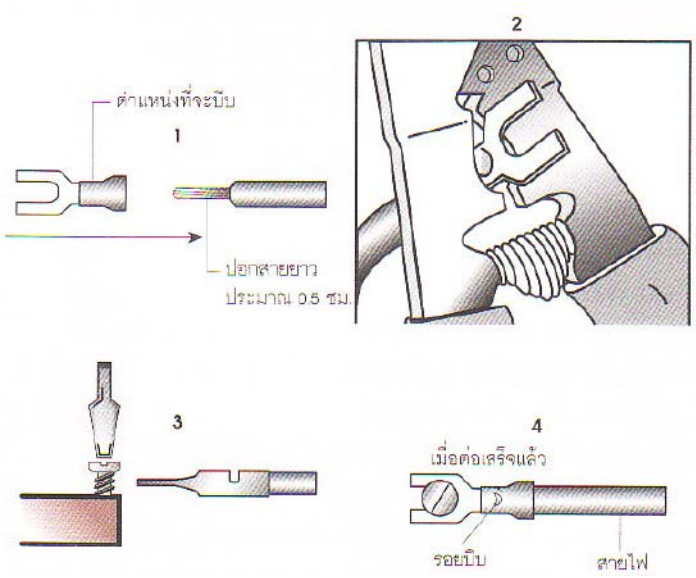
วิธีต่อสายเข้าหางปลา

1. นำหางปลาสวมทับกับปลายสายโดยดันเข้าไปจนสุดตำแหน่งที่จะบีบ ปอกสายยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร

2. ใช้คีมบีบที่หางปลาจนแน่น

3. ในกรณีที่หางปลามีสกรู ให้คลายสกรูที่จะต่อกับหางปลาออก แล้วเสียบหางปลาเข้าไปจนสุด แล้วขันสกรูให้แน่น แต่ถ้าหางปลาปลายเจาะรู(ไม่ใช่ชนิดเปิด) จะต้องคลายสกรูออกมาทั้งตัวก่อนจึงจะใส่สายได้

4. หางปลาเมื่อต่อสายไฟเสร็จแล้ว

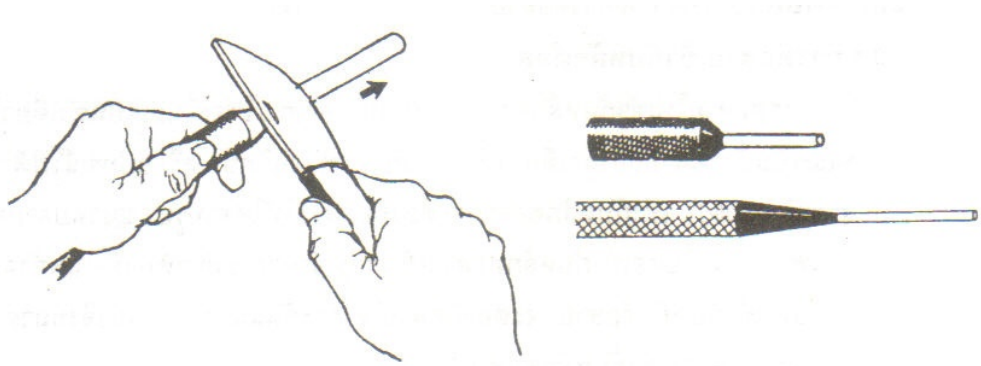


ภาพประกอบ 52 วิธีต่อสายเข้ากับหางปลา

ที่มา : ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 30.

3.6.3 การปอกสายไฟฟ้า

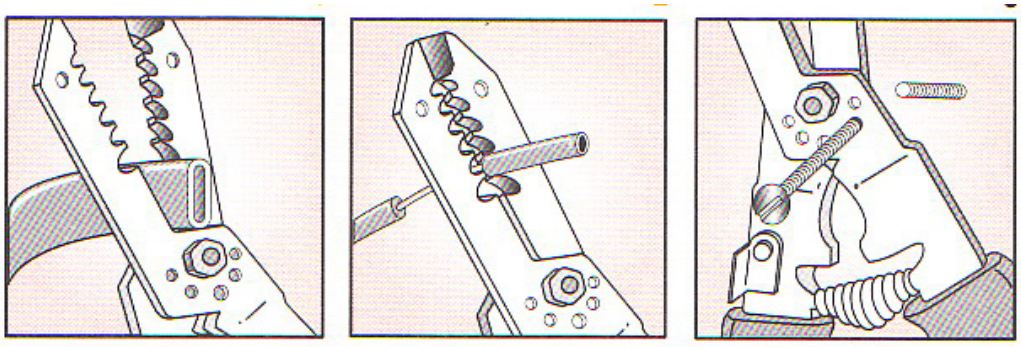
3.6.3.1 การปอกสายด้วยมีด เป็นการใช้เครื่องมือพื้นฐานที่มีใช้ทั่วไป เช่น มีดบางๆ คัทเตอร์ หรือมีดปอกสายโดยเฉพาะ วิธีนี้ผู้ปอกสายต้องมีความชำนาญพอสมควร เนื่องจากมีดอาจไปตัดบางส่วนของทองแดงทำให้เป็นรอย และอาจหักขาดได้ขณะทำการต่อสายการปอกสายจะทำในลักษณะของการเหลาดินสอ และต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้มีดเฉือนถูกเส้นทองแดงชำรุด (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544: 56)



ภาพประกอบ 53 การปอกสายไฟด้วยมีด

ที่มา: ผศ.พรเทพ เมืองแมน. (2544). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสื่อการสอน*. หน้า 57.

3.6.3.2 การปอกด้วยเครื่องมือ การปอกอาจใช้คีมสำหรับปอกสายหรือคีมตัดสายที่มีรูสำหรับใช้ปอกสาย แต่การปอกแบบนี้จะใช้กับสายขนาดไม่ใหญ่นักและต้องเลือกขาดให้เมาะสมกับขนาดของเส้นทองแดงด้วย (ลือชัย ทองนิล. 2548: 31)



ภาพประกอบ 54 การใช้เครื่องมือคีมปอกสายไฟ

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 31.

3.6.4 การต่อระหว่างสาย

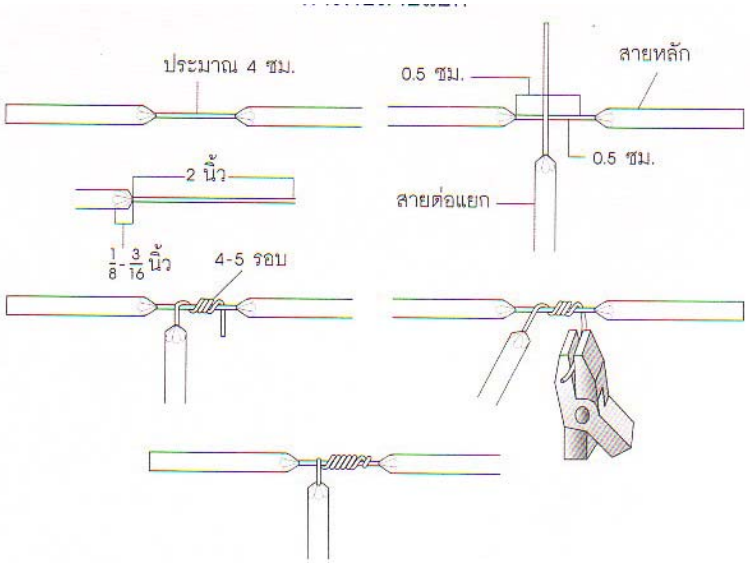
วิธีนี้สำหรับการต่อเพื่อเพิ่มความยาวของสายและการต่อแยกสาย การต่ออาจใช้ไฟฟ้าพันเกลียวกันโดยตรง หรือโดยการใช้อุปกรณ์ต่อสาย (ลือชัย ทองนิล. 2548: 31-32)

การต่อสายแบบหางเปียหรือหางหนู
(เหมาะสำหรับต่อสายที่มีขนาดเท่ากัน)

ภาพประกอบ 55 การต่อสายแบบหางเปีย

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 31.

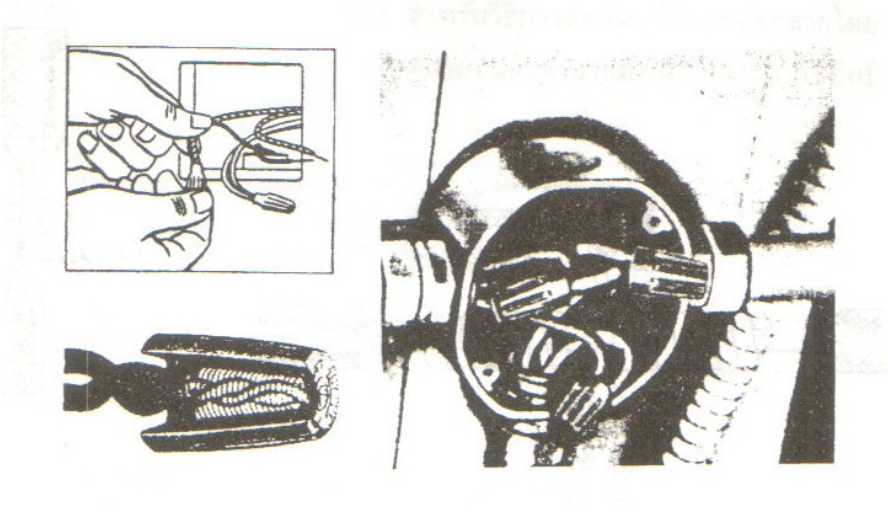
3.6.4.1 การต่อสายแยก ใช้สำหรับกรณีที่ต้องการต่อสายไฟฟ้าเพื่อแยกไปใช้กับอุปกรณ์อื่นๆ สามารถทำได้โดยไม่ต้องตัดสายเส้นหลัก มีข้อดีตรงที่สายหลักจะไม่ต้องมีการต่อปกติ สายต่อแยกจะมีขนาดไม่ใหญ่กว่าสายหลัก



ภาพประกอบ 56 การต่อสายแยก

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 32.

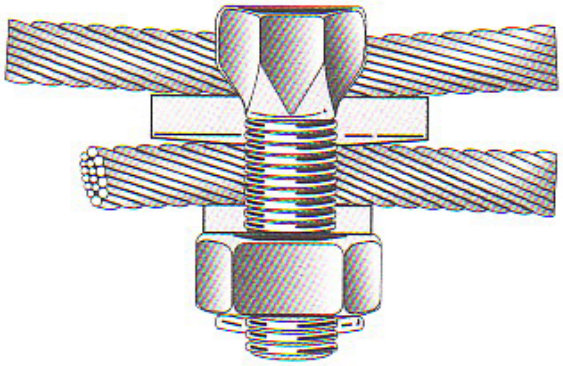
3.6.4.2 การต่อสายโดยใช้ไวร์นัท (WIRENUT) เป็นการต่อสายที่ไม่ต้องรับแรงดึงปกติ จะใช้ต่อในกล่องต่อสาย ส่วนใหญ่จุดต่อจะอยู่ในกล่องหรือตลับแยกสาย วิธีการใช้ก็โดยการปอกปลายสายที่จะต่อยาวพอประมาณ โดยกะว่าเมื่อใส่ในไวร์นัทแล้วจะไม่โผล่ทองแดงออกมานอกไวร์นัท จับปลายสายที่ปอกแล้วนั้นมาชิดและขนานกัน จากนั้นขันไวร์นัทเข้าไป สายจะพันกันเอง คล้ายการต่อหางเปีย (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544: 62)



ภาพประกอบ 57 การต่อสายด้วยไวร์นัท

ที่มา: ผศ.พรเทพ เมืองแมน. (2544). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสื่อการสอน.* หน้า 62.

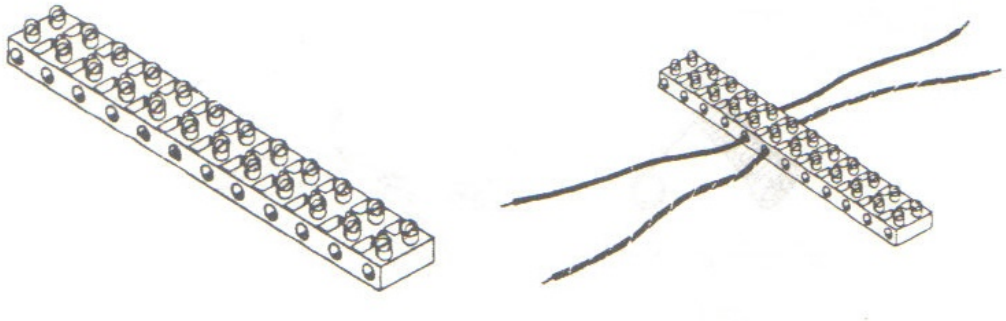
3.6.4.3 การต่อวายด้วยสปลิตโบลต์ (SPLITBOLT) มีลักษณะเป็นโบลต์ที่ต้องผ่าร่องตามความยาวไว้เพื่อใส่สายลงไป และจะมีนอตขันเกลียวลงไปให้แน่น เหมาะสำหรับต่อสายที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การต่อสายจะเอาส่วนที่ปอกแล้ววางลงในร่องแล้วขันให้แน่น (ลือชัย ทองนิล. 2548: 32)



ภาพประกอบ 58 การต่อสายด้วยสปลิตโบลท์

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 32.

3.6.4.4 การต่อสายด้วยลูกเต๋า ปกติลูกเต๋าสำหรับต่อสายจะทำเป็นหลายหลายตัวยาวติดกันเป็นแผง การใช้งานจะตัดออกให้เหลือตามจำนวนที่ต้องการใช้จริงๆ ลูกเต๋าเหมาะสำหรับการต่อสายจำนวนสองเส้นเพื่อเพิ่มความยาว หรือใช้กับการต่อสายขนาดเล็ก สายจะยึดติดกับลูกเต๋าด้วยสกรูขนาดเล็กที่ติดมากับลูกเต๋า ถึงแม้ลูกเต๋าจะทำเป็นแผงยางติดต่อกัน แต่ว่าลูกเต๋าแต่ละลูกจะไม่ต่อถึงกันในทางไฟฟ้า วิธีใช้ก็เพียงแต่ปอกปลายสายไฟออกพอประมาณ สอดสายเข้าไปในช่องของลูกเต๋าแล้วขันสกรูให้แน่น ถ้าเป็นสายอ่อนก็ควรรวบปลายสายแล้วบิดให้เป็นเกลียวก่อน (ผศ.พรเทพ เมืองแมน. 2544: 64)

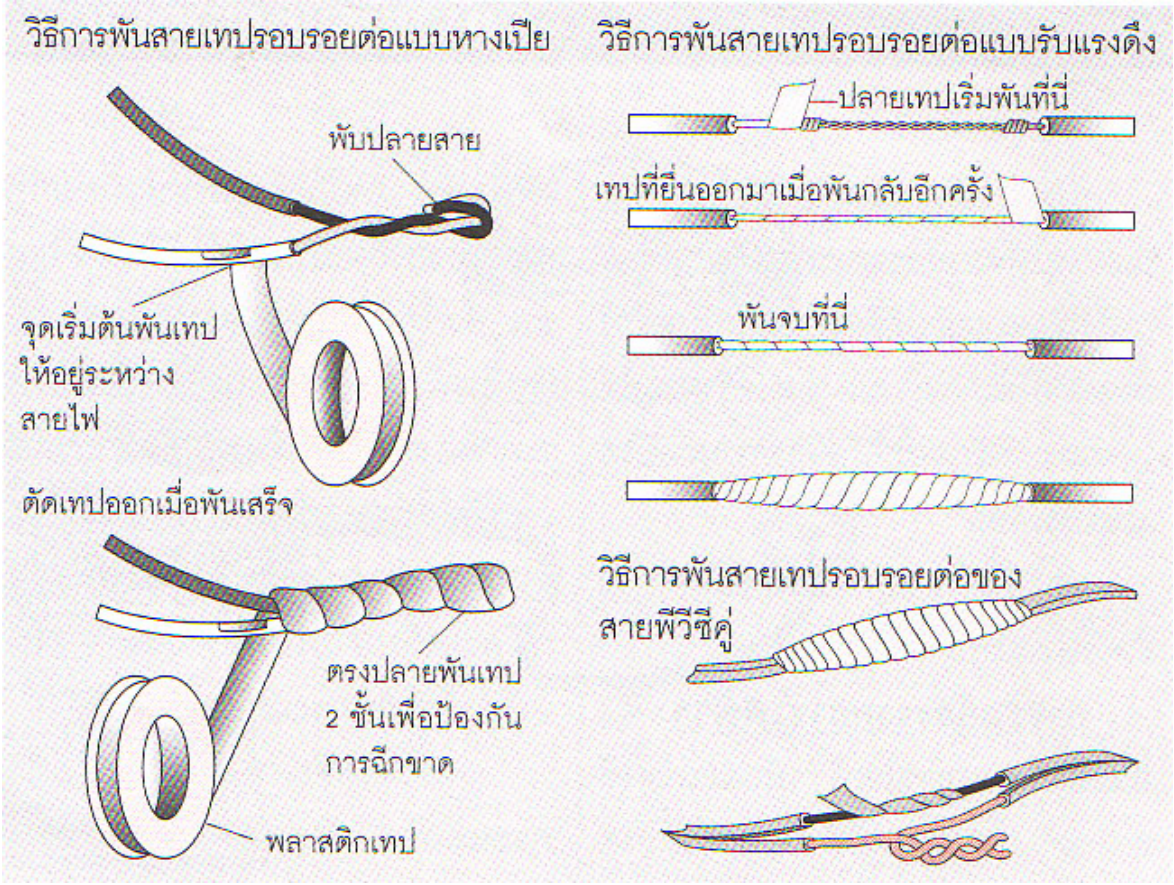


ภาพประกอบ 59 การต่อสายด้วยลูกเต๋า

ที่มา: ผศ.พรเทพ เมืองแมน. (2544). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสื่อการสอน*. หน้า 64

3.6.5 การหุ้มฉนวนสาย

เมื่อต่อสายแล้วจำเป็นต้องหุ้มจุดต่อสายด้วยฉนวนเพื่อป้องกันไฟรั่วหรือไฟดูด การหุ้มฉนวนนิยมใช้เทปพีวีซีซึ่งมีขายทั่วไป การพันเทปพีวีซี ควรดึงเทปให้ตึงพอสมควร แต่อย่าดึงจนเทปยืดออกมาก ควรพันให้เส้นเทปซ้อนกันประมาณหนึ่งส่วนสี่ของความกว้างแผ่นเทปและควรพันประมาณ 2-3 ชั้นเพื่อความมั่นใจ ในการหุ้มฉนวนสายต้องพันให้เลยทองแดงล้ำขึ้นไปบนฉนวนประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร (ลือชัย ทองนิล. 2548: 33)



ภาพประกอบ 60 วิธีการหุ้มฉนวนสายไฟ

ที่มา: ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. หน้า 33.

สรุปเทคนิคในการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้านั้น ผู้ที่มีความชำนาญจำเป็นจะต้องมีความรู้เทคนิคในการใช้เครื่องมือเพื่อช่วยทำให้การทำงานด้านไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยหลักสำคัญของเทคนิคในการปฏิบัติงานไฟฟ้าที่จำเป็นต้องทราบคือ การตัดต่อสายไฟฟ้า ซึ่งมีผลต่อการปรับเปลี่ยน

วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร ซึ่งเทคนิคในการตัดและต่อสายไฟฟ้า นั้นสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการดำเนินงานและการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด

3.7 **ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า**

ในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้าต้องปลดวงจรไฟฟ้าตรงจุดที่จะทำงานออก และต้องทดสอบโดยใช้ไขควงวัดไฟก่อนเพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีไฟฟ้า แล้วจึงปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้มั่นใจว่าจะมีความปลอดภัยจากไฟฟ้าดูดที่แท้จริงจึงต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล เลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและปฏิบัติงานตามขั้นตอนดังนี้ (ลือชัย ทองนิล. 2548: 33)

3.7.1 ปลดวงจรไฟฟ้า ในการทำงานจะปลดวงจรไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่จะปฏิบัติงานออก เพื่อให้ส่วนอื่นๆยังคงมีไฟฟ้าใช้ในการทำงานจึงจำเป็นต้องทราบว่าบริเวณที่จะปฏิบัติงานต่อมาจากที่ไหน การปลดทำได้โดยการยกคัทเอ๊าท์ เซฟตี้สวิตซ์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่อยู่บนเมนสวิตซ์ ซึ่งจ่ายไฟให้วงจรที่กำลังปฏิบัติงาน

3.7.2 แขวนป้ายหรือล็อคกุญแจ การแขวนป้ายจะช่วยบอกผู้ที่จะปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแผงไฟไม่ให้ยุ่งเกี่ยวกับวงจรที่กำลังทำงานอยู่ บางท่านเห็นว่าไฟดับและไม่ทราบว่ามีผู้ปฏิบัติงานอยู่ เมื่อมาพบว่าที่แผงสวิตซ์มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดวงจรอยู่ อาจสับเซอร์กิตเบรกเกอร์เข้าไปก้ได้ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดอันตรายได้ สำหรับแผงสวิตซ์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์บางชนิดจะมีรูสำหรับคล้องกุญแจมาให้ การล็อคกุญแจก็จะเพิ่มความปลอดภัยมากขึ้นกว่าการแขวนป้าย

3.7.3 ตรวจว่ามีไฟหรือไม่ เพื่อให้มั่นใจว่าปลดวงจรไฟฟ้าถูกต้อง จึงตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่ามีไฟหรือไม่ วิธีทดสอบง่ายๆคือ ไขควงวัดไฟแตะกับสายไฟฟ้าส่วนที่เป็นทองแดงหรือตรงจุดปกติจะต้องมีไฟฟ้า หรือถ้าจะให้มั่นใจก็ทดสอบทุกจุดที่เราใช้มือจับ ถ้าหลอดไฟเรืองในไขควงไม่ติดแสดงว่าไม่มีไฟ ปกติสายเส้นที่มีไฟจะเป็นสายสีดำ แต่ควรทดสอบสายสีเทาด้วย เนื่องจากในตอนติดตั้งอาจต่อไม่ถูกต้องตามสีที่กำหนดก็ได้ ก่อนจะนำไขควงวัดไฟไปตรวจสอบวงจรไฟฟ้าควรทดสอบดูก่อนว่าไขควงยังคงใช้งานได้ตามปกติ โดยการแหย่เข้าในเต้ารับที่มีไฟอยู่ ถ้าหลอดเรืองแสงติดก็แสดงว่าไขควงนั้นใช้งานได้

3.7.4 ใช้เครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคลเครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคลพื้นฐานที่ใช้กันทั่วไป คือ ถุงมือยาง หรือบางคนเรียกว่าถุงมือกันไฟ และสวมรองเท้ายาง การใช้ถุงมือยางและรองเท้ายางจะช่วยป้องกันไฟฟ้าดูด เนื่องจากไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ถุงมือยางอาจหาซื้อยากและอาจทำให้ปฏิบัติงานไม่สะดวก จึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้ การใช้รองเท้ายาง ก็ต้องระวังไม่ให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายไปสัมผัสกับโครงสร้างอื่นๆ เพราะจะถูกไฟดูดได้ เช่นกัน และถ้าสามารถทำได้ควรยืนบนแผ่นยางอีกทีหนึ่ง

3.7.5 ใช้เครื่องมือหุ้มด้วยฉนวน เครื่องมือสำหรับช่างไฟฟ้าที่ด้ามจับจะหุ้มด้วยฉนวน เช่น คีมและไขควง เป็นต้น ในการใช้งานต้องจับบนด้ามฉนวนและระวังอย่าให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายไปสัมผัสส่วนที่เป็นโลหะ

ในการทำงานจริงควรทำหลายวิธีพร้อมๆกัน โดยเฉพาะการใช้เครื่องมือที่เป็นฉนวนและการใส่เครื่องป้องกันและถึงแม้จะปลดวงจรไฟฟ้าแล้วก็ตามต้องทดสอบว่ามีไฟหรือไม่ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติงานทุกครั้ง

สรุปว่าความปลอดภัยของการทำงานด้านไฟฟ้านั้น ถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะไฟฟ้าสามารถทำอันตรายถึงขั้นเสียชีวิต ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องระลึกถึงความปลอดภัยมาเป็นอันดับแรกซึ่งอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันอันตรายจากงานไฟฟ้าได้นั้นมีทั้งอุปกรณ์ส่วนบุคคล และวิธีการตรวจสอบที่ถูกต้องก่อนลงมือปฏิบัติงาน

กล่าวโดยสรุปเนื้อหาสาระของการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ ด้านทางทฤษฎี และทางด้านการปฏิบัติ

ด้านทฤษฎีจะกล่าวถึงการทำงานของไฟฟ้า , วงจรไฟฟ้า , ระบบไฟฟ้า 1 เฟส , ระบบไฟฟ้า 3 เฟส รวมทั้งหน้าที่และการใช้งานของอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งไฟฟ้าภายในบ้าน โดยมีความเกี่ยวข้องกับการนำไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ภายในบ้านพักอาศัย

ด้านการปฏิบัติ เป็นการเรียนรู้ถึงวิธีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า และการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยกล่าวไว้ในหัวข้ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน และเทคนิคเบื้องต้นในการปฏิบัติงานไฟฟ้า ในด้านของหัวข้ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านจะกล่าวถึงหน้าที่และการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ สวิตช์ไฟฟ้าและเต้าเสียบ และเทคนิคเบื้องต้นในการปฏิบัติงานไฟฟ้า เช่น การใช้เครื่องมือทางด้านไฟฟ้า , การต่อสายไฟ และความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดเนื้อหาสาระในการจัดหลักสูตรการฝึกอบรมต่อไป

4. การประกอบอาชีพอิสระ

4.1 ความหมายของอาชีพอิสระ

มีผู้ให้ความหมายของอาชีพอิสระตามเหตุผลแตกต่างกันไป ดังนี้

อารีรัตน์ พัฒนเพ็ญ (2529: 5) ได้ให้ความหมายของอาชีพอิสระไว้ว่า หมายถึงอาชีพที่หารายได้เองโดยไม่มีนายจ้าง หรือไม่อยู่ในฐานะลูกจ้าง

สุรเดช วิเศษสุรการ (2530: 10) ให้ความหมายว่า “อาชีพอิสระ” คือ งานที่มิใช่งานรับจ้าง ไม่รับราชการ ไม่เป็นลูกจ้างรัฐวิสาหกิจ แต่เป็นเจ้าของกิจการด้วยตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากร้านแผงลอยหาบเร่ แล้วขยายมาเช่าห้องแถวจนต่อไปอาจขยายร้านเปิดสาขาเพิ่มขึ้นอีกก็ได้

วินัย ณรงค์ฤทธิ์ (2530: 11) กล่าวไว้ว่า อาชีพอิสระ หมายถึง อาชีพที่

เป็นเจ้าของธุรกิจหรือเป็นหุ้นส่วนในธุรกิจอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออีกนัยหนึ่ง คือ การประกอบอาชีพที่มีรายได้เป็นของตนเองโดยไม่มีนายจ้างหรือไม่อยู่ในฐานะลูกจ้าง เช่น ค้าขายส่วนตัว ขายอาหาร เครื่องดื่ม ผลไม้ ทำขนมขาย พับถุงขาย ขายเครื่องอะไหล่รถยนต์ ทำนา ทำสวน ทำไร่ ทำฟาร์มโคนม เลี้ยงสัตว์ ทำการประมง อาชีพอิสระอื่นๆ เช่น ทนายความ นักดนตรี ร้านเสริมสวย ทำเฟอร์นิเจอร์ ขับรถรับจ้าง

กรมอาชีวศึกษา (2531: 14) อาชีพอิสระ หมายถึง อาชีพส่วนตัว หรือ การประกอบการของตนเองเป็นอาชีพที่ต้องเสี่ยงและไม่ต้องกลัวที่จะพบกับรายได้ที่ไม่แน่นอน มีได้ในทุกลักษณะงานไม่ว่างานนั้นจะเป็นประเภทเกษตรกรรม คหกรรม ศิลปกรรม พาณิชยกรรม หรือ อุตสาหกรรม ขอแต่ให้เป็นอาชีพสุจริตที่เป็นการประกอบการของตนเอง เป็นเจ้าของธุรกิจ ดำเนินการและไม่อยู่ในฐานะลูกจ้าง

ปกรณ์ วงค์สวัสดิ์ (2533: 68) ให้ความหมายของอาชีพอิสระ หมายถึง การประกอบการงานมีรายได้ โดยจัด และประกอบการด้วยตนเองหรือกลุ่มซึ่งกระบวนการประกอบอาชีพนั้น อาจแยกได้เป็น 3 ด้าน คือ การผลิต การขาย และการบริการ ซึ่งประกอบอาชีพสามารถเลือกทำเพียงด้านใดด้านหนึ่งหรือหลาย ๆ ด้านก็ได้ โดยเป็นผู้ผลิต เป็นผู้ให้บริการ เป็นผู้ขาย หรือเป็นผู้ผลิตและผู้ขาย เป็นผู้ขายและผู้ให้บริการ หรืออาจจะเป็นทั้งผู้ผลิตผู้ขายและผู้ให้บริการ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม เช่น ผู้ประกอบอาชีพปลูกผักอาจจะปลูกผักแล้วส่งให้ผู้อื่นนำไปขายก็จัดอยู่ในด้านของการผลิต หรือผู้ประกอบอาชีพขายรถจักรยานยนต์อาจจะขายเพียงอย่างเดียว ก็จัดอยู่ด้านของการขาย หรือขายด้วยจัดบริการตรวจซ่อมด้วย ก็จัดอยู่ในด้านของการผลิตและด้านการบริการ

ทิพวัน ถือคำ (2533: 43) ได้ให้ความหมายอาชีพอิสระไว้ว่า คือ การประกอบอาชีพซึ่งผู้ประกอบอาชีพเป็นเจ้าของกิจกรรมเอง โดยยึดว่าเป็นอาชีพอิสระ เพราะผู้ประกอบอาชีพไม่ได้เป็นลูกจ้างในหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

กรมสามัญศึกษา (2535 ค: 15) 5) ได้ให้ความหมายการประกอบอาชีพอิสระไว้ว่า คือการรวมกลุ่มของนักเรียน เพื่อหารายได้ระหว่างเรียนโดยมีการวางแผน การจัดการและดำเนินการด้วยกลุ่มตนเองตามสภาพเวลา กำลังความสามารถ จนก่อให้เกิดคุณธรรมและ เห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ

นวรัตน์ ปลื้มสติ (2544: 35) กล่าวว่า อาชีพอิสระ หมายถึง การที่บุคคลสามารถหารายได้เอง โดยไม่มีนายจ้าง และไม่อยู่ในฐานะลูกจ้าง หรือการที่บุคคลเป็นเจ้าของกิจการ หรือดำเนินการในรูปของหุ้นส่วนอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยใช้ความรู้ความสามารถที่บุคคลมีอยู่เป็นพื้นฐาน ด้วยการลงทุนในรูปแบบของการผลิต การจำหน่าย หรือการให้บริการ เพื่อมุ่งหวังกำไร กิจการนั้นอาจมีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ก็ได้ ที่สำคัญต้องมีเจตคติที่ดีกับอาชีพนั้น ๆ และเป็นอาชีพสุจริต

อุษณีย์ วิสิทธิ์ (2547) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทางเว็บไซด์ และสรุปเกี่ยวกับความหมายของอาชีพอิสระ (Self Employment) มีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. งานอาชีพที่แต่ละคนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในการทำมาหากินเลี้ยงชีพได้ด้วยตนเอง

2. อาชีพที่ผู้ประกอบอาชีพสร้างขึ้นมาเอง ลงทุนดำเนินการเองไม่รับคำสั่ง หรือไม่มีการออกคำสั่ง ตัดสินใจด้วยตนเอง ผลิตสินค้าและบริการให้กับลูกค้าเอง มีการลงทุนเพื่อหวังผลกำไร และเสี่ยงต่อการล้มเหลว

3. อาชีพอิสระเป็นการเริ่มต้นประกอบอาชีพที่มีตนเอง เป็นนาย เป็นเจ้าของ เป็นลูกน้อง และเป็นผู้ดำเนินกิจการทุกอย่าง ซึ่งต้องอาศัยความบากบั่น ขยัน อดทน และเป็นการช่วยตัวเอง

4. การประกอบกิจการขนาดเล็กที่ทำด้วยตนเอง ที่อาศัยทักษะและเทคนิคการจัดการให้เกิดรายได้ และมีกำไรที่มีลักษณะเป็นการผลิต ประกอบซ่อม รวมทั้งการบริการ และการประกอบกิจการอื่น ๆ ส่วนใหญ่แล้ว เจ้าของเป็นผู้ดำเนินการขั้นตอนต่าง ๆ เองเป็นส่วนมาก

5. การประกอบธุรกิจของตนเอง หรือการลงทุนร่วมกับผู้อื่น เป็นนายของตนเองไม่ว่าธุรกิจนั้นเล็กหรือใหญ่ก็ตาม ผู้เป็นเจ้าของกิจการก่อตั้งขึ้นมาด้วยตนเอง หรือรับถ่ายทอดมาจากญาติพี่น้อง หรือซื้อมาจากเจ้าของคนก่อน หรือไม่ก็ซื้อสิทธิ์ดำเนินการในฐานะหน่วยธุรกิจหนึ่งของกิจการขนาดใหญ่ก็ตาม ไม่มีการกำหนดมาตรฐานลักษณะงาน แม้จะเป็นกิจการที่มีชื่อเสียงอย่างเดียวกัน แต่ละคนมีอิสระในการกำหนดรูปแบบ วิธีการขึ้นตามความเหมาะสม

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า อาชีพอิสระหมายถึง อาชีพส่วนตัวที่สุจริตมีความเป็นอิสระในการจัดการ การบริหารงาน แรงงานและทุน โดยใช้ความรู้ ความสามารถที่มีอยู่เป็นพื้นฐาน สามารถสร้างงานและรายได้ด้วยตนเอง ไม่มีนายจ้างและไม่อยู่ในฐานะลูกจ้างเป็นอาชีพที่ช่วยแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจและการว่างงานได้

4.2 ประเภทอาชีพอิสระ

มีผู้แบ่งประเภทของอาชีพอิสระไว้ ดังนี้

ทบวงมหาวิทยาลัย (2526: 23) ได้จัดหมวดหมู่ของอาชีพที่เยาวชนเป็นผู้ประกอบอาชีพอิสระไว้ 3 ประเภท คือ

1. ประเภทค้าขาย ได้แก่ ขายของชำขายข้าวแกง ขายเสื้อผ้าสำเร็จรูปขายของเล่นสำหรับเด็ก ขายเครื่องเขียนแบบเรียน ขายผักผลไม้ ขายอุปกรณ์การเกษตรและขายเครื่องสำอาง

2. ประเภทบริการ ได้แก่ รับจ้างทั่วไป รับเหมาก่อสร้างทั่วไป เสริมสวย รับย้อมผ้า ขับรถส่งผู้โดยสาร รับซ่อมจักรยาน และจักรยานยนต์

3. ประเภทเกษตรกรรม ได้แก่ ทำไร่ ทำนา และกรีดยาง

สัญญา จัตตานนท์ (2527: 16) อธิบายว่าอาชีพอิสระหรืออาชีพส่วนตัวถ้าจะแบ่งตามระดับความสามารถในการประกอบอาชีพแล้วอาจแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มอาชีพที่มีทักษะหรือความรู้ในระดับสูง เช่น แพทย์ วิศวกร ทนายความ ผู้ตรวจบัญชี ครู-อาจารย์ เป็นต้น

2. กลุ่มอาชีพที่ใช้ทักษะหรือความรู้ในระดับที่ต่ำกว่าอนุปริญญา คือ ช่างต่างๆ เช่น ช่างเครื่องยนต์ ช่างไฟฟ้า ช่างวิทยุ เขียนแบบ ตัดเสื้อ เสริมสวย เย็บหนัง เป็นต้น

3. กลุ่มอาชีพที่ไม่ต้องใช้ทักษะหรือวิชาชีพอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ เช่น ผู้ประกอบอาชีพขายของชำขายข้าวแกง ค้าหนังสือต่างๆ ทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์ หาบเร่ แผงลอย ขับรถแท็กซี่ตลอดจนรับสินค้ามาขายเอง เป็นต้น

กรมวิชาการ (2530: 4) ได้จำแนกประเภทของการประกอบอาชีพอิสระ ไว้ดังนี้ คืออาชีพด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม ด้านคหกรรม ด้านพาณิชยกรรม และด้านศิลปหัตถกรรม

เจียรนัย ทรงชัยกุล (2533: 415) แบ่งประเภทอาชีพอิสระออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. อาชีพอิสระด้านการค้าขายปลีก เช่น ขายพวงมาลัย เครื่องประดับ ของใช้เบ็ดเตล็ดในครัวเรือน เสื้อผ้าสำเร็จรูป ผัก ผลไม้ เครื่องดื่ม ของขบเคี้ยว ไอศกรีม สลากกินแบ่งรัฐบาล เครื่องเขียนและเทป เป็นต้น

2. อาชีพอิสระด้านบริการ เช่น ตัดหญ้า ตกแต่งสนาม ซักรีดเสื้อผ้า ฝนมีดและกรรไกร ส่งหนังสือพิมพ์ ถ่ายสำเนาเอกสาร ห่อพัสดุไปรษณีย์ จัดดอกไม้ ให้เช่าหนังสือ หรือวีดีทัศน์ ซ่อมรองเท้า ซ่อมกระเป๋า ซ่อมร่ม และซ่อมเสื้อผ้า เป็นต้น

3. อาชีพอิสระด้านเกษตรกรรม เช่น ปลูกผักสวนครัว พืชสมุนไพร ไม้ผล ไม้ดอก ไม้ประดับ ขยายพันธ์ต้นไม้ เพาะเห็ด เพาะถั่วงอก เลี้ยงนก กระต่าย เป็ด ไก่ หมู กบ ผึ้ง และเพาะเลี้ยงลูกน้ำ เป็นต้น

4. อาชีพอิสระด้านหัตถกรรมและธุรกิจในครัวเรือน เช่น ทำขนมอบอาหารแห้ง ดอกไม้ประดิษฐ์ ของเล่นสำหรับเด็ก ของที่ระลึก ว่าว ร่ม พรมเช็ดเท้า ไม้กวาด เครื่องปั้นดินเผา เจียรนัยอัญมณี ทอผ้า และตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป เป็นต้น

สำนักงานพาณิชย์ จังหวัดอุบลราชธานี (2534: 19-20) อาชีพอิสระแบ่งตามการสำรวจการประกอบอาชีพในจังหวัดอุบลราชธานี ได้แบ่งกลุ่มอาชีพอิสระเป็น 6 กลุ่มอาชีพ คือ

1. กลุ่มอาชีพค้าขาย
2. กลุ่มอาชีพช่างฝีมือ
3. กลุ่มอาชีพเกษตรกรรม
4. กลุ่มอาชีพศิลปิน

5. กลุ่มอาชีพธุรกิจ

6. กลุ่มอาชีพบริการ

กรมสามัญศึกษา (2535 ค: 15) ได้แบ่งประเภทการประกอบอาชีพเป็น 2 ประเภทคือ 1. อาชีพอิสระ และ 2. อาชีพรับจ้าง

1. อาชีพอิสระ โดยแบ่งเป็น

1.1 อาชีพผู้ผลิต ได้แก่ อาชีพที่ผู้ดำเนินการผลิตชิ้นงานเพื่อจำหน่าย เช่น งานประดิษฐ์ ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ เครื่องปั้นดินเผา ผลิตผลทางการเกษตร เป็นต้น

1.2 อาชีพบริการ ได้แก่ อาชีพที่ผู้ดำเนินการได้เอื้ออำนวยความสะดวกหรือให้บริการแก่ ผู้บริโภค เช่น ช่างซ่อมวิทยุโทรทัศน์ แม่ค้า ช่างตัดผม ช่างเสริมสวย เป็นต้น

2. อาชีพรับจ้าง หมายถึง อาชีพใดก็ตามที่ผู้ประกอบอาชีพไม่ได้เป็นเจ้าของกิจการเอง แต่ทำงานภายใต้ระบบหรือข้อกำหนดของหน่วยงาน หรือนายจ้างที่ตนสังกัดอยู่ เช่น ข้าราชการ ลูกจ้างรัฐวิสาหกิจ พนักงานห้างร้าน บริษัท ฯลฯ เป็นต้น

นวรัตน์ ปลื้มสติ (2544: 6) ได้แบ่งประเภทของอาชีพอิสระออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ คือ อาชีพอิสระด้านการผลิต ได้แก่ การเพาะถั่วงอก ประดิษฐ์ของชำร่วย และผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป อาชีพอิสระด้านการขาย ได้แก่ ขายอาหาร ขายเทปเพลง และขายเครื่องสำอาง และอาชีพอิสระด้านการบริการ ได้แก่ เสริมสวย ซ่อมแซมเสื้อผ้า และซ่อมรองเท้า

สำหรับการแบ่งประเภทของอาชีพอสิระที่กล่าวมาข้างต้น พอจะสรุป ได้ว่ามีวิธีการแบ่งอาชีพได้หลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น แบ่งตามระดับความรู้ แบ่งตามความเหมาะสมของวัย แบ่งตามหลักวิชาการ เป็นต้น

4.3 ความสำคัญในการประกอบอาชีพอิสระ

ความสำคัญของอาชีพอิสระมีดังต่อได้ดังนี้

4.3.1 มีความสำคัญในการสร้างงานให้ตนเอง อาชีพอิสระถือได้ว่าเป็นการสร้างงานสร้างอาชีพให้กับบุคคลนั้น โดยทำให้เกิดงานมากขึ้นในสังคม

4.3.2 มีความสำคัญต่อการจัดการศึกษา โดยการประกอบอาชีพอิสระสามารถนำมาเป็นพื้นฐานในส่วนหนึ่งของการศึกษาได้ในระดับชุมชน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถนำไปพัฒนาใช้ในอนาคตต่อไป

4.3.3 มีความสำคัญในการแก้ไขปัญหาการว่างงาน ผู้ที่ประกอบอาชีพอิสระถือได้ว่าเป็นผู้ที่ทำงานโดยเป็นเจ้าของกิจการเอง ซึ่งถือได้ว่าสามารถลดปัญหาการว่างงานได้อีกทางหนึ่ง

4.3.4 มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ การประกอบอาชีพอิสระทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสเงินในระบบเศรษฐกิจ โดยส่งผลทำให้ระบบเศรษฐกิจดียิ่งขึ้น

4.3.5 มีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ การประกอบอาชีพนั้นถือได้ว่าเป็นการประกอบอาชีพใหม่ๆ ให้กับสังคม โดยส่งผลกับการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านการนำเข้าและการส่งออก ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาประเทศในอนาคต

4.4 คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของผู้ประกอบอาชีพอิสระ

คุณลักษณะของผู้ประกอบอาชีพอิสระ ควรจะมีบุคลิกภาพในการเสริมสร้างตนเองให้เป็นผู้มีความสนใจที่จะประกอบอาชีพอิสระให้ประสบผลสำเร็จ ดังที่ปราโมทย์ เจนการ(2523: 56) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบของความเป็นผู้ประกอบการด้านคุณลักษณะองค์ประกอบเชิงมนุษย์จำนวน 10 ประการ ได้แก่

1. คุณลักษณะของความไม่เชื่อโชคลาง ความพยายามและความรอบคอบ
2. คุณลักษณะของการคิดค้นประดิษฐ์ด้วยความมีเหตุผล
3. คุณลักษณะของความเป็นผู้นำในด้านต่างๆ
4. คุณลักษณะของความสามารถในการกล้าเสี่ยงที่จะดำเนินการธุรกิจ
5. คุณลักษณะความมีเหตุผลทางเศรษฐศาสตร์
6. คุณลักษณะความกล้าเสี่ยงอย่างสมเหตุผลในแง่ของการลงทุน
7. คุณลักษณะของความสามารถและความเชื่อมั่นในสังคมเชิงธุรกิจ
8. คุณลักษณะของความเชื่อในอิทธิพลจากการควบคุมภายใน
9. คุณลักษณะของความสามารถในการรับรู้และการเห็นช่องทางดำเนินธุรกิจ
10. คุณลักษณะของการมีแรงจูงใจและค่านิยมที่ดีในการทำงาน

เฉลียว สุวรรณกิตติ (2530: 7-16) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของผู้ประกอบอาชีพอิสระและหลักการส่งเสริมการประกอบอาชีพอิสระดังต่อไปนี้

1. มีความอดทนในการทำงานหนักได้
2. มีความเชื่อมั่นในตนเอง
3. ในการประกอบกิจการใด ๆ มักจะตั้งเป้าหมายสูงและสามารถปฏิบัติได้
4. เป็นผู้มีความกระตือรือร้นอยู่เสมอ
5. ไม่เบื่อง่าย ไม่ชอบละทิ้งอะไรกลางคันเมื่อพบอุปสรรค
6. มีหลักในการแก้ปัญหาอย่างไม่เสื่อมคลาย
7. รู้จักใช้คน
8. รู้จักใช้ความคิดแต่หนหลังเป็นบทเรียน
9. มีความคิดริเริ่มและกล้ารับผิดชอบต่อการริเริ่มต่างๆ

กรมวิชาการ (2530: 30) ได้วิเคราะห์คุณลักษณะบางประการของผู้ประกอบการ

ของผู้ประสบความสำเร็จในอาชีพอิสระพบว่าคุณลักษณะที่สำคัญหลายประการที่ทำให้ผู้ประกอบอาชีพประสบความสำเร็จ ได้แก่ อดทน หนักแน่น ขยันเอาใจใส่ ซื่อสัตย์ ประหยัด และตั้งใจทำงาน

ยุพิน องคานนท์ (2533: 15) ได้แบ่งองค์ประกอบคุณลักษณะที่สำคัญในการประกอบอาชีพอิสระออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ

องค์ประกอบที่ 1 มีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. การรักษาความก้าวหน้าในการประกอบอาชีพ ประกอบด้วยตัวแปร ความอดทน มีความหนักแน่น ตั้งใจทำงาน ช่างสังเกต รู้จักวางแผน และรู้จักแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

2. รักษาความสำเร็จในการประกอบอาชีพ ประกอบด้วยตัวแปรความพยายาม มีมนุษย์สัมพันธ์ ความขยัน ความกระตือรือร้น และความคิดริเริ่ม

3. ความมั่นใจในการประกอบอาชีพ ประกอบด้วยตัวแปร การกล้าตัดสินใจ การกล้าเสี่ยงลงทุน และความเชื่อมั่นในตนเอง

4. การรักความมั่นคงในการประกอบอาชีพ ประกอบด้วยตัวแปร รู้จักประหยัด การเห็นคุณค่าของเงิน ความรับผิดชอบ ความละเอียดรอบคอบ และความซื่อสัตย์

5. ความคล่องตัวในการประกอบอาชีพ ประกอบด้วยตัวแปรความสามารถและเฉลียวฉลาด

องค์ประกอบที่ 2 เป็นคุณลักษณะด้านพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์ ประกอบด้วยตัวแปรความรู้ด้านการตลาด มีประสบการณ์ การเลือกทำเลที่เหมาะสม การจัดสถานที่ดี เงินทุนเพียงพอ และมีความรู้เรื่องการลงทุน

สำเนาว์ ขจรศิลป์ (2534: 3-5) กล่าวว่าในการประกอบอาชีพอิสระให้ประสบผลสำเร็จนั้นมีปัจจัยที่สำคัญหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. คุณลักษณะที่เอื้อต่อการประกอบอาชีพอิสระของผู้ประกอบการ ได้แก่

1.1 มีค่านิยม และเจตคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพอิสระ

1.2 มีใจรักงานด้านธุรกิจ

1.3 มีความคิดริเริ่มด้วยตนเอง และกล้ารับผิดชอบต่อการริเริ่มต่างๆ เหล่านั้น

1.4 กล้าเสี่ยงอย่างมีเหตุผล

1.5 มีความเชื่อมั่นในตนเอง

1.6 มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาโอกาสทางธุรกิจการงาน

1.7 มีความอุตสาหะในการทำงาน

1.8 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

1.9 ยึดมั่นในสัญญาการทำงาน

1.10 คำนึงถึงคุณภาพ

1.11 รู้จักใช้ทรัพยากรที่จำกัด รวมทั้งใช้เวลาว่างอย่างเป็นประโยชน์

1.12 มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง

1.13 มีมนุษย์สัมพันธ์ดี

2. สมรรถภาพที่จำเป็นในการประกอบอาชีพอิสระ ซึ่งมีหลายด้านดังต่อไปนี้

2.1 ด้านสินค้าหรือบริการ ความรู้ ความสามารถในด้านนี้อาจได้รับจากการศึกษาในสถาบันการศึกษา จากประสบการณ์ในการทำงานของกิจการในครอบครัวหรือจากการฝึกงานกับภาคเอกชน

2.2 ด้านการตลาด ต้องมีความรู้ ความชำนาญ ในกระบวนการจำหน่ายผลผลิตหรือบริการอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ด้านการจัดการ ต้องมีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการจัดระบบงาน การวางแผน การดำเนินงาน การประสานงาน การควบคุม และการประเมินผลเพื่อให้กิจกรรมบรรลุเป้าหมายทั้งในด้านผลกำไรที่ดี ด้านชื่อเสียง และความไว้วางใจจากลูกค้า

2.4 ความรู้ด้านอื่น ๆ ที่ผู้ประกอบอาชีพอิสระต้องการทราบ ได้แก่ การโฆษณา การบัญชี กฎหมาย ภาษีอากร และการวิเคราะห์สภาวะเศรษฐกิจ เป็นต้น

3. เงินทุน เงินทุนเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งของการประกอบอาชีพอิสระ ผู้ประกอบการจะต้องมีเงินทุน เพื่อเริ่มต้นกิจการและเงินทุนหมุนเวียนในการดำเนินการ เงินทุนที่ต้องใช้นี้จำนวนแตกต่างกันไปตามลักษณะ และขนาดของผู้ประกอบการ ญาติ ร่วมลงทุนกับเพื่อน และจากสถาบันการเงิน เป็นต้น

4. สถานที่ดำเนินธุรกิจ การพิจารณาสถานที่เพื่อดำเนินการธุรกิจนั้นมีความสำคัญมาก เช่นเดียวกับปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ความสำเร็จ และความล้มเหลวของธุรกิจจึงอยู่ที่ปัจจัยด้านสถานที่ด้วย ขนาดและสถานที่ตั้งของสถานที่ดำเนินธุรกิจมีความแตกต่างกันไป ตามประเภทของอาชีพอิสระ เช่น อาชีพอิสระที่เกี่ยวกับการขายสินค้าและบริการ ก็จะต้องเป็นสถานที่ในแหล่งชุมชน หรือในเมืองที่มีทำเลเหมาะสม

กองพัฒนาสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม กรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย (2545: 7) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของผู้ประกอบอาชีพอิสระ ดังนี้

1. กล้าเสี่ยง อาชีพอิสระเป็นการประกอบธุรกิจส่วนตัว จึงต้องมีการลงทุนในขณะที่ตัวเป็นลูกจ้าง ไม่ต้องลงทุนอะไร ซึ่งการลงทุนย่อมมีความเสี่ยง เพราะไม่รู้ว่าผลลัพธ์จะออกมาอย่างไร ดังนั้นก่อนที่จะตกลงใจประกอบอาชีพใด จึงต้องพิจารณา วิเคราะห์ และไตร่ตรองอย่างดีเสียก่อน

2. มีความคิดสร้างสรรค์ การประกอบอาชีพอิสระมิได้ยึดติดกับรูปแบบใด ๆ เนื่องจากผู้ประกอบอาชีพอิสระต้องเป็นนายของตนเอง ฉะนั้นในการปรับปรุงสินค้าหรือบริการสามารถทำได้อย่างมีอิสระ เพื่อให้ได้มาซึ่งกำไรในการดำเนินธุรกิจ

3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง ธุรกิจ แต่ละประเภทต้องการการตัดสินใจที่แตกต่างกัน ผู้ประกอบอาชีพอิสระจึงต้องเป็นผู้ที่มีความเชื่อมั่นอิสระจึงต้องมีความมั่นใจ เพื่อจะได้พาธุรกิจของตนให้ผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆได้

4. อดทน ไม่ท้อถอย การประกอบอาชีพทุกอย่างย่อมมีทั้งกำไรและขาดทุนโดยเฉพาะเมื่อเริ่มประกอบการใหม่ ๆ จะต้องประสบปัญหาและอุปสรรคบ้าง ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องธรรมดา ผู้ประกอบอาชีพจึงต้องพร้อมที่จะรับข้อผิดพลาด และนำมาแก้ไขด้วยความอดทน

5. มีวินัยในตนเอง การประสบความสำเร็จในอาชีพ ซึ่งเราเป็นเจ้าของกิจการเองจำเป็นจะต้องมีวินัย มีกฎระเบียบการทำงานต้องสม่ำเสมอถ้าขาดวินัยการประกอบอาชีพก็อาจไม่ประสบผลสำเร็จ การเป็นผู้มีวินัยนับเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ประกอบอาชีพทุกประเภท เพราะวินัยจะเป็นสิ่งที่คอยกำหนดให้ผู้ประกอบการปฏิบัติงานตามแผนงาน

6. มีทัศนคติที่ดีต่ออาชีพ ไม่ว่างานนั้นจะเป็นงานที่มีเกียรติหรือไม่ ผู้ประกอบอาชีพอิสระจะต้องรักในงานที่ทำ และให้เกียรติกับงานนั้น ๆเสมอ

7. มีความรู้การประกอบอาชีพอิสระ จะต้องรับรู้ข่าวสารอยู่เสมอ เพื่อปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปเร็วมาก ประโยชน์ของการรับรู้ข่าวสารจะทำให้สามารถปรับปรุงธุรกิจของตนเองให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ผลที่ได้ก็คือกำไร

8. มีมนุษย์สัมพันธ์ การประกอบอาชีพอิสระจะต้องมีมนุษย์สัมพันธ์อันดี เพื่อผลประโยชน์ในธุรกิจของตนเอง ไม่ว่าจะเป็นลูกค้า บุคคลรอบข้างหรือคู่แข่งขันก็ตาม เพราะการมีมนุษย์สัมพันธ์อันดีจะทำให้ความคล่องตัวในการดำเนินงานเป็นอย่างดี

9. มีความซื่อสัตย์ ผู้ประกอบอาชีพอิสระจะต้องมีความซื่อสัตย์และจริงใจต่อลูกค้า การบริการลูกค้า ให้เกิดความประทับใจในการขายสินค้า หรือ บริการและกลับมาใช้บริการอีกเป็นหัวใจสูงสุด เพื่อผลประโยชน์ต่อธุรกิจและต่อตนเองในที่สุด

10. มีความรู้พื้นฐานในการเริ่มทำธุรกิจ การที่จะทำอะไรสักอย่างหนึ่ง เราควรได้รู้จักสิ่งที่จะทำอย่างน้อยให้รู้ว่าทำจากอะไร ซื้อวัตถุดิบจากไหน ตลาดอยู่แหล่งใด และหากต้องการทราบข้อมูล

ฮอร์นาดส์ และอเบาด์ (Honads and Aboud, 1979: 12) ได้ทำการวิจัย ผู้ประกอบอาชีพอิสระเป็น ชาย 60 คน พบคุณลักษณะเด่นของผู้ประกอบอาชีพ อิสระ 5 ประการ ได้แก่

1. มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง

2. ชอบอิสระรักงานเสรี

3. ชอบเป็นผู้นำ

4. มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง

5. ไม่สนใจเสียงวิพากษ์วิจารณ์ หรือไม่เห็นด้วยกับความคิดของผู้อื่น

จากข้อมูลที่กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของผู้ประกอบอาชีพอิสระมีความจำเป็น ต่อ การประกอบอาชีพอิสระเป็นอย่างมาก ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ กล้าเสี่ยง ชอบอิสระ ความขยันอดทน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความเป็นผู้นำ ความกระตือรือร้น มนุษย์สัมพันธ์

4.6 ปัญหาการประกอบอาชีพอิสระ

การศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่ทำให้เด็กและเยาวชนไม่ประกอบอาชีพอิสระมีหลายแนวคิด เช่น ศรีสง่า กรรณสูต และสาโรช บัวศรี (2521: 103) ให้ข้อคิดว่าสาเหตุที่ทำให้ผู้สำเร็จการศึกษาไม่นิยมประกอบอาชีพอิสระ เพราะค่านิยมของสังคมไทยโดยทั่วไปนิยมยกย่องข้าราชการและปลูกฝังค่านิยมในการรับราชการให้แก่เด็กว่า การประกอบอาชีพอิสระจะมีการเสี่ยงต่อ การขาดทุนต่อความล้มเหลวมากกว่าเป็นลูกจ้าง การจัดการศึกษาไม่เน้นการประกอบอาชีพอิสระ ขาดประสบการณ์ในการประกอบการค้าเพราะอาชีพทั้งหลายจะเกี่ยวพันกับธุรกิจทั้งสิ้น ถ้าหากพื้นเพของนักเรียนไม่ได้อยู่ในอาชีพนั้นก็จะขาดความรู้ไม่มีประสบการณ์จะทำให้ลำบากใจในการประกอบอาชีพอิสระการทำงานเป็นลูกจ้างจึงง่ายกว่า

การมีเจตคติที่ไม่ถูกต้องต่องานอาชีพบางประการของคนไทยนั้น พิจารณาได้จากความคิดเห็นของ ไพฑูรย์ เครือแก้ว (2528: 131-133) ที่ได้แสดงความคิดเห็นต่อนิสัยในการเลือกอาชีพของคนไทยว่า คนไทยไม่นิยมขวนขวายต่อสู้ทำงานหนักเพื่อความสำเร็จในชีวิต คนไทยชอบทำงานเบาๆ ไม่ต้องดิ้นรนรับผิดชอบ ชอบมีฐานะที่ขึ้นอยู่กับผู้อื่น มีเงินเดือน ไม่นิยมการเป็นพ่อค้า ถ้าจะดำเนินธุรกิจคนไทยจะยึดความโก้เก๋ในการดำเนินงานมากกว่าเนื้อหาของงานปัญหาการประกอบอาชีพอิสระในประเทศไทย เป็นปัญหาเรื้อรังมานานจนถึงปัจจุบันนี้ ซึ่งมาจากเหตุผลหลายประการแต่ที่ชัดเจนคือ เจตคติ หรือเจตคติในการประกอบอาชีพนั้นเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาเจตคติในการประกอบอาชีพอิสระให้แก่นักเรียน เพื่อนักเรียนจะได้มีความคิด ความรู้สึกที่ดีในการประกอบอาชีพอิสระ เพื่อจะได้ประกอบอาชีพอิสระในอนาคต ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาการว่างงานได้โดยตรง หรือประกอบอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัว

จากข้อมูลที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ปัญหาที่ทำให้เด็กและเยาวชนไม่ประกอบอาชีพอิสระเพราะค่านิยมของสังคมไทยโดยทั่วไปนิยมยกย่องข้าราชการและปลูกฝังค่านิยมในการรับราชการให้แก่เด็ก คนไทยไม่นิยมขวนขวายต่อสู้ทำงานหนัก เพื่อความสำเร็จ ปัญหาที่เด่นชัดที่สุดคือมีเจตคติที่ไม่ดีในการประกอบอาชีพอิสระ

4.7 ปัจจัยสำคัญของการประกอบอาชีพอิสระ

4.7.1 ปัจจัยหลักในการประกอบอาชีพอิสระ

ปัจจัยสำคัญของการประกอบอาชีพอิสระ มีดังนี้

ปัจจัยของการเริ่มต้นประกอบอาชีพอิสระ คือจะทำอาชีพอะไร ต้องรู้ อะไรต้องเตรียมตัวอย่างไร ดังนั้น ควรคำนึงถึงปัจจัยหลักที่สำคัญก่อนเริ่มการประกอบอาชีพอิสระ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 4 ประการ คือ

ปัจจัยแรกคือทุน ทุนคือสิ่งที่เป็นปัจจัยพื้นฐานของการประกอบอาชีพ โดยจะต้องวางแผนแนวทางการดำเนินธุรกิจไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ทราบว่าจะต้องใช้เงินทุนประมาณเท่าไร แล้วพิจารณาว่า มีเงินทุนเพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่พอจะหาแหล่งเงินทุนจากที่ใด อาจได้จากการรวมหุ้นลงทุนกันในหมู่ญาติพี่น้อง และเพื่อนฝูง หรือการกู้ยืมจากหน่วยราชการหรือสถาบันการเงิน ต่าง ๆ อย่างไรก็ตามในระยะแรกไม่ควรลงทุนมากเกินไปเนื่องจากยังไม่ทราบความต้องการของตลาดที่แท้จริง

ปัจจัยที่สองคือความรู้ หมายถึง ความรู้ในงานอาชีพที่จะมาประกอบอาชีพ หากไม่ต้องศึกษาและฝึกฝนขวนขวายหาความรู้ โดยการเรียนจากสถาบันที่ให้ความรู้ด้านอาชีพ ซึ่งมีทั้งของรัฐบาล และเอกชน หรือสมัครเรียนกับชมรมต่าง ๆ หรือทำงานเป็นลูกจ้างคนอื่น หรือทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้มีความรู้ เกิดทักษะ ความชำนาญ และประสบการณ์ในการประกอบอาชีพนั้น ๆ

ปัจจัยที่สามคือการจัดการ เป็นความสามารถในการบริหารงานของแต่ละบุคคลในการจัดการเกี่ยวกับอาชีพของตนเอง เป็นสถานที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน การทำงานในเรื่องคน เงิน เครื่องมือ เครื่องใช้ และกระบวนการทำงานต่าง ๆ

ปัจจัยที่สี่คือการตลาด ซึ่ง เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งเพราะหากสินค้าและบริการที่ผลิตขึ้นไม่เป็นที่ติดหู ติดตาของผู้บริโภค ก็ถือว่ากระบวนการทั้งระบบไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากไม่สามารถแปรสินค้าและบริการเหล่านั้นให้เป็นตัวเงินได้ ดังนั้นการวางแผนการตลาด ซึ่งในปัจจุบันมีการแข่งขันสูง จึงควรได้รับการสนใจในการพัฒนาเทคนิคด้านต่าง ๆ ให้ทันสมัย เพื่อให้เป็นที่สนใจของกลุ่มเป้าหมาย

4.7.2 ปัจจัยที่เอื้อต่อความสำเร็จในการประกอบอาชีพอิสระ

สำเนาว์ ขจรศิลป์ (2534: 3-5) กล่าวว่า ในการประกอบอาชีพอิสระให้ประสบผลสำเร็จนั้น มีปัจจัยที่สำคัญหลายประการดังต่อไปนี้

1. คุณลักษณะที่เอื้อต่อการประกอบอาชีพอิสระของผู้ประกอบการ ได้แก่

1.1 มีค่านิยมและเจตคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพอิสระ

1.2 มีใจรักงานด้านธุรกิจ

1.3 มีความคิดริเริ่มด้วยตนเองและกล้ารับผิดชอบต่อการริเริ่มต่าง ๆ เหล่านั้น

1.4 กล้าเสี่ยงอย่างมีเหตุผล

1.5 มีความเชื่อมั่นในตนเอง

1.6 มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาโอกาสทางธุรกิจการงาน

1.7 มีความอุตสาหะในการทำงาน

1.8 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

1.9 มีความยึดมั่นในสัญญาการทำงาน

1.10 การคำนึงถึงคุณภาพ

1.11 รู้จักใช้ทรัพยากรที่จำกัด รวมทั้งใช้เวลาว่างอย่างเป็นประโยชน์

1.12 มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง

1.13 มีมนุษย์สัมพันธ์ดี

2. สมรรถภาพที่จำเป็นในการประกอบอาชีพอิสระ ซึ่งมีหลายด้าน ได้แก่

2.1 ด้านการผลิต ต้องมีความชำนาญในกระบวนการผลิตสินค้าหรือบริการที่มีคุณภาพ ความรู้ความสามารถในด้านนี้ อาจได้รับการศึกษาในสถาบันการศึกษาจากประสบการณ์ในการทำงานของกิจการในครอบครัว หรือจากการฝึกงานกับภาคเอกชน

2.2 ด้านการตลาด ต้องมีความรู้ความชำนาญในกระบวนการจำหน่ายผลผลิตหรือการบริการอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ด้านการจัดการ ต้องมีความรู้ความสามารถและทักษะในการจัดระบบงานการวางแผน การดำเนินงาน การประสานงาน การควบคุมและการประเมนิ ผล เพื่อให้กิจการบรรลุเป้าหมายทั้งในด้านผลกำไรที่ดี ด้านชื่อเสี่ยง และความไว้วางใจจากลูกค้า

2.4 ความรู้ด้านอื่น ๆ ที่ผู้ประกอบอาชีพอิสระต้องทราบ ได้แก่ การโฆษณา การบัญชี กฎหมาย ภาษีอากร และการวิเคราะห์สภาวะเศรษฐกิจ เป็นต้น

3. เงินทุน เป็นปัจจัย ที่สำคัญประการหนึ่งของการประกอบอาชีพอิสระผู้ประกอบการจะต้องมีเงินทุนเพื่อเริ่มต้นกิจการ และเงินทุน หมุนเวียนในการดำเนินการ เงินทุนที่ต้องใช้นี้มีจำนวนแตกต่างกันไปตามลักษณะและขนาดของอาชีพอิสระ ซึ่งแหล่งทุนนั้นสามารถหารายได้หลายแหล่งด้วยกัน เช่น จากครอบครัวของผู้ประกอบการ ญาติ ร่วมลงทุนกับเพื่อน และจากสถาบัน การเงิน เป็นต้น

4. สถานที่ดำเนินธุรกิจ การพิจารณาสถานที่เพื่อดำเนินธุรกิจนั้นมีความสำคัญมากเช่นเดียวกับปัจจัยอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว ความสำเร็จและความล้มเหลวของธุรกิจจึงอยู่ที่ปัจจัยด้านสถานที่ด้วย ขนาดและสถานที่ตั้งของสถานที่ดำเนินธุรกิจมีความแตกต่างกันไป ตามประเภทของอาชีพอิสระ

เช่น อาชีพอิสระเกี่ยวกับการทำฟาร์มต้องใช้สถานที่มาก แต่ถ้าเป็นธุรกิจ เกี่ยวกับการขายสินค้าและบริการก็จะต้องเป็นสถานที่แหล่งชุมชน หรือในเมืองที่ทำเลดี เป็นต้น

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ปัจจัยสำคัญของการประกอบอาชีพอิสระ ได้แก่ ความรู้ ทุน การจัดการ การตลาด สถานประกอบการ และยังมีปัจจัยที่เอื้อต่อความสำเร็จในการประกอบอาชีพอิสระคือลักษณะของผู้ประกอบการต้องมีสมรรถภาพด้านการผลิตด้านการตลาด ด้านการจัดการ และต้องเป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความขยัน ความอดทน

4.8 การเตรียมตัวนักเรียนเข้าสู่อาชีพอิสระ

การเตรียมตัวนักเรียนเข้าสู่อาชีพอิสระ ของ สมพงษ์ พูลสวัสดิ์ (2532: 4) กล่าวว่า เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกอาชีพอิสระ ได้ถูกต้องตามความเหมาะสม ควรเตรียมนักเรียนดังนี้

1. ให้ครูแนะแนวดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้

1.1 ให้นักเรียนรู้จักตนเองด้านอาชีพ โดยใช้แบบสอบถามให้นักเรียนรู้จักความสนใจ ความถนัด ความสามารถของตนเอง

1.2 ให้นักเรียนรู้จักโลกกว้างทางอาชีพ บริการข้อมูลเกี่ยวกับอาชีพ

1.3 ให้นักเรียนรู้จักกระบวนการตัดสินใจ และใช้บริการให้คำปรึกษา ช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจ และใช้บริการให้คำปรึกษา ช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกกลุ่มอาชีพที่เหมาะสมกับตนเองได้

1.4 ให้นักเรียนได้สัมผัสอาชีพจริง ๆ ด้วยการประสานงานกับกลุ่มอาชีพอิสระที่จัดในคาบเรียนกิจกรรม หรืออาชีพที่อยู่นอกโรงเรียน

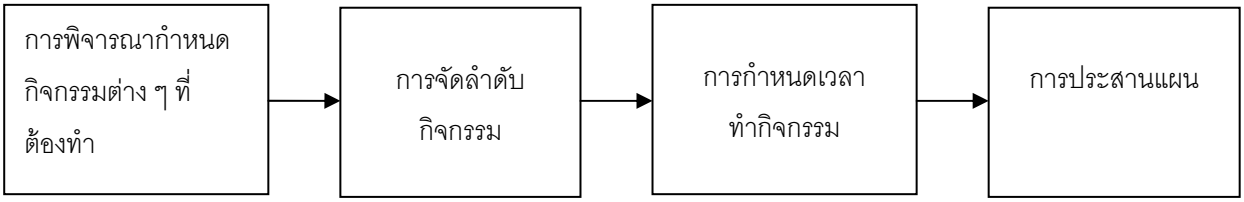
1.5 ติดตาม ประเมินผล ให้นักเรียนทราบและปรับปรุงต่อไป

2. ให้ครูทุกคนที่สอนการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนการอบรมช่วยเสริมปลูกฝังคุณสมบัติพื้นฐานที่จะทำให้การประกอบอาชีพอิสระประสบผลสำเร็จ คุณสมบัติพื้นฐานที่ต้องการ ได้แก่ ความขยัน ความอดทน ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ กิริยามารยาทที่ดีงาม เป็นต้น

สรุปได้ว่าการประกอบอาชีพอิสระหมายถึง อาชีพส่วนตัวที่มีความเป็นอิสระในการจัดการ การบริหารงาน แรงงานและทุน โดยใช้ความรู้ความสามารถที่มีอยู่เป็นพื้นฐาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นอาชีพได้หลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป โดยคุณสมบัติของผู้ที่ประกอบอาชีพอิสระนั้นจำเป็นต้องเป็นผู้ที่รับผิดชอบ มีความซื่อสัตย์ มีความเป็นผู้นำ และมีความกระตือรือร้น โดยครูผู้สอนสามารถที่จะปลูกฝังคุณสมบัติพื้นฐานเหล่านี้ได้ให้กับผู้เรียน เพื่อที่จะประสบผลสำเร็จในอาชีพหรือสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

4.9 การวางแผนการทำงานของงานอาชีพอิสระ

การวางแผนเพื่อการทำงานตามวัตถุประสงค์นั้น จะประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอนตามภาพ การกำหนดวัตถุประสงค์เพียงอย่างเดียว ลำพังจะไม่มีคุณค่ามากนัก ถ้าหากมิได้มีการดำเนินงานในสิ่งต่าง ๆ ที่พึงต้องทำจนบรรลุเป็นผลสำเร็จตามที่ได้ตั้งเอาไว้ ดังนั้น ส่วนสำคัญของการวางแผนในงานที่จะดำเนินงานก็คือ การต้องคิดพิจาณากำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่พึงต้องทำ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพเงื่อนไขที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และจากนั้นก็จะต้องนำมาพัฒนาประสานและจัดเป็นแผนงานรวมเพื่อนำไปใช้ปฏิบัติต่อไป สำหรับรายละเอียดของขั้นตอนการวางแผนเพื่อการทำงานตามเป้าหมายหรือผลงานที่ได้ตั้งไว้ มีดังนี้



ภาพประกอบ 61 ขั้นตอนการวางแผนเพื่อการทำงาน

4.9.1 การกำหนดกิจกรรมที่ต้องทำ ขั้นตอนลำดับแรกของการวางแผนเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ก็คือ การพิจารณาตัดสินว่ามีงานอะไรที่จำเป็นต้องทำหรือก็คือ กิจกรรมหรืองานที่ต้องทำเพื่อให้วัตถุประสงค์เป็นจริงขึ้นมา กิจกรรมหรืองานที่ต้องทำเหล่านี้ ผู้บริหารจะต้องพิจารณาในความหมายที่สมบูรณ์และก่อคุณค่าในการสร้างสรรค์ผลงานผลสำเร็จที่ดีขึ้นกว่าเดิม จึงจะเป็นแผนงานที่มีคุณภาพ

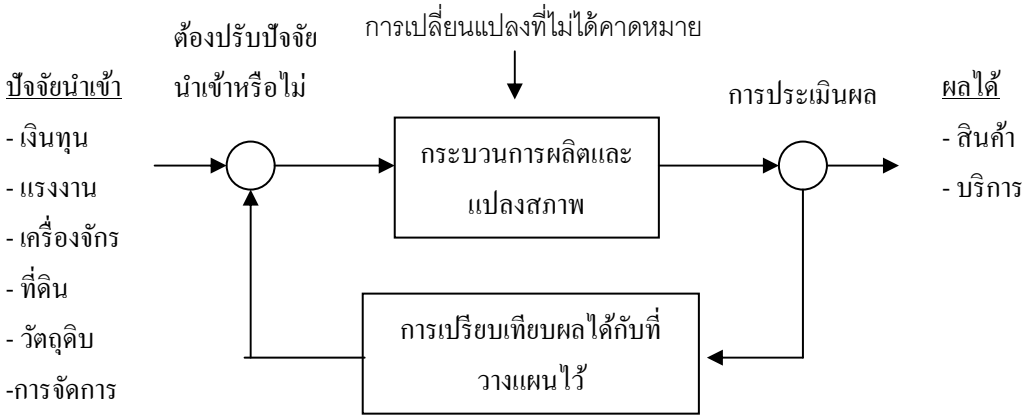
4.9.2 การจัดลำดับกิจกรรม นอกจากการมีกิจกรรมที่ต้องทำเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์แล้ว ประเด็นที่สำคัญกว่าก็คือ การต้องกระทำถูกต้องตามลำดับความสำคัญก่อนหลังด้วย ความหมายในที่นี้ คือ ในบรรดากิจกรรมที่ต้องทำนั้น หากพิจารณาให้ถ่องแท้แล้วจะเห็นว่ากิจกรรมบางอย่างจำเป็นต้องเร่งกระทำให้เสร็จก่อนกิจกรรมอื่น ๆ อีกหลาย ๆ อย่าง วิธีการที่จะช่วยในการพิจารณาจัดลำดับกิจกรรมที่เกี่ยวกับวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งนั้น จะทำได้โดยการใช้วิธีตั้งคำถามตัวเองว่า “ มีงานอะไรบ้างที่จำเป็นต้องทำให้เสร็จทันในช่วงเวลาใด “ ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรอบคอบแล้วจะเห็นได้ว่า งานต่าง ๆ จะต้องจัดทำเป็นลำดับต่าง ๆ อย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด

4.9.3 การกำหนดเวลาทำกิจกรรม ควบคู่กับการจัดลำดับก่อนหลังของกิจกรรมนั้นก็คือ การต้องกำหนดเวลาทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นให้ชัดเจนลงไปด้วย ในที่นี้จุดสำคัญที่ต้องพิจารณาก็คือการพิจารณาถึงช่วงเวลาทั้งหมดที่จะต้องใช้เพื่อทำกิจกรรมนั้น และจากนั้นก็จะเป็นการกำหนดวันเริ่มและวันที่สำเร็จ

4.9.4 การประสานแผน โดยที่แผนงานประกอบด้วยวัตถุประสงค์และชุดของกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่ต้องมีการทำตามเวลา เพื่อที่จะให้วัตถุประสงค์บรรลุผลในที่สุด ดังนั้น งานชิ้นสุดท้ายของการวางแผนที่ควรต้องทำ คือ การตรวจสอบการเกี่ยวข้องกันระหว่างแผนงานต่าง ๆ เพื่อให้ทราบว่าแผนงานใดสัมพันธ์กับแผนงานอื่น ๆ อย่างไรบ้าง และที่สำคัญที่จะเป็นเครื่องมือหลักในการประสานแผนก็คือ การจัดทำตารางเวลาการทำงานของส่วนรวมขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงการครอบคลุมงานทุกอย่างไว้ในผังเดียว โดยสามารถเห็นถึงจุดเริ่มต้นและเวลาที่เสร็จของงานทุกงานในแผนเดียวกัน ให้ได้ตารางเวลาส่วนรวมนี้มีชื่อเรียกต่างกันไป เช่น ในการจัดทำแผนรวมที่แสดงกำหนดเวลาการทำงานของทุกงานนั้น “ Work chart “ หรือ “ Work – action chart “

4.10 ระบบของการผลิตในการประกอบอาชีพอิสระ

ระบบของการผลิต ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วน ซึ่งได้แก่ปัจจัยนำเข้า (input) กระบวนการผลิตและแปลงสภาพ (Production or conversion process) ผลได้ (output) ส่วนป้อนกลับ (feedback) และผลกระทบจากภายนอกที่เปลี่ยนแปลงสภาพ (production or conversion process) ผลได้ (output) ส่วนป้อนกลับ (feedback) และผลกระทบจากภายนอกที่เปลี่ยนแปลงโดยไม่ได้คาดหมาย (random fluctuations) ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 62 องค์ประกอบของระบบการผลิต

4.10.1 ปัจจัยนำเข้า คือส่วนของทรัพยากรหรือสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการ ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วย เงินทุน แรงงาน เครื่องจักร ที่ดิน วัตถุดิบ และความรู้ความสามารถในด้านการจัดการ

4.10.2 กระบวนการผลิตและแปลงสภาพ คือส่วนที่ทำหน้าที่นำเอาปัจจัยนำเข้ามาผลิตและแปลงสภาพเพื่อให้ได้เป็นสินค้าหรือบริการตามที่ต้องการ กระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพ

ประกอบด้วย วิธีการในการผลิตสินค้า วิธีการจัดลำดับการผลิต การวางแผนการผลิต การจัดสรรกำลังคนเพื่อการผลิต และอื่น ๆ

4.10.3 ผลได้ คือ สินค้าหรือบริการที่ต้องการ ในปริมาณและคุณภาพที่กำหนดและในเวลาที่ต้องการ

4.10.4 ส่วนป้อนกลับ คือส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของกระบวนการเพื่อให้การทำงานของระบบการผลิตบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ส่วนป้อนกลับนี้จะทำหน้าที่ประเมินผลได้ เช่น ปริมาณและคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ นำมาเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางแผนไว้ จากผลการเปรียบเทียบจะนำไปสู่การปรับปัจจัยนำเข้าหรือกระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพ เพื่อสร้างผลได้ตามที่ต้องการออกมา

4.10.5 การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมาย ระบบการผลิตใด ๆ เมื่อดำเนินการอยู่อาจมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมายแต่มีผลกระทบต่อการดำเนินการ โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงนี้จะมาจากภายนอกระบบหรือนอกองค์การ และอยู่นอกเหนือจากอำนาจการควบคุมของผู้บริหาร ตัวอย่างเช่น สภาพการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ อุบัติเหตุและภัยธรรมชาติ การขัดข้องเสียหายของเครื่องจักรเหล่านี้เป็นต้น

ในกรณีที่ต้องการจำแนกรายละเอียดของปัจจัยนำเข้า เพื่อเน้นให้เห็นถึงปัจจัยที่สำคัญ นิยามของผลผลิตอาจเขียนได้ดังสมการ

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{ผลได้}}{\text{แรงงาน} + \text{เงินทุน} + \text{วัตถุดิบ} + \text{พลังงาน}}$$

จากสมการ เรียกว่า ผลผลิตปัจจัยรวม (total factor productivity) ในบางครั้งเราอาจต้องการวัดผลผลิตของปัจจัยหลักเพียงบางปัจจัยนิยามของผลผลิตอาจเขียนได้ดังสมการ

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{ผลได้}}{\text{แรงงาน}}$$

หรือ

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{ผลได้}}{\text{แรงงาน}+\text{เงินทุน}}$$

ตามนิยามของผลผลิตในสมการ เรียกว่า ผลผลิตปัจจัยบางส่วน (partial factor productivity)

จากนิยามของผลผลิตจะเห็นได้ว่า การเพิ่มผลผลิตอาจทำได้ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้คือ

1. เพิ่มผลได้หรือเอาต์พุตจากกระบวนการผลิตและการปฏิบัติการ โดยพยายามรักษาระดับของปัจจัยที่ใช้ในการผลิตให้มีค่าคงเดิม

2. ลดระดับของปัจจัยที่ใช้ในการผลิตลง เช่นการลดค่าใช้จ่าย หรือลดต้นทุนการผลิตลง แต่ยังคงระดับผลได้เอาไว้

3. เพิ่มผลได้ในอัตราที่สูงกว่าการเพิ่มขึ้นของปัจจัยที่ใช้ในการผลิต

4. ถ้าผลได้ลดลง จะต้องทำให้ปัจจัยในการผลิตลดลงด้วย และให้ปัจจัยในการผลิตลดลงในอัตราที่มากกว่าการลดลงของผลได้

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ธนู อยู่สำราญ (2539: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างชุดการเรียน เรื่องการซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านวิชา ง 013 งานช่างพื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทำการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ พบว่าค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.44 และค่าความยากง่ายมีค่าเท่ากับ 0.65 และค่าความเชื่อมั่นมีค่า 0.96 ทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนที่สร้างขึ้น และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนวัดพุทธบูชา กรุงเทพมหานคร ประจำปีการศึกษา 2538 จำนวน 16 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายและสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลจากการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.30 / 89.01 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 85 / 85 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดการเรียน สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนมีเจตคติที่ดีต่อชุดการเรียน

เชษฐา บุญชวลิต (2540: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง เรื่องการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า วิชา ช 0278 ช่างเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดเนื้อหาทำเป็น 6 หน่วยการเรียน เนื้อหาได้ผ่านการวิเคราะห์ และปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม จำนวน 20 คน โดยผลการศึกษาปรากฏว่า ชุดการเรียนที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ยทั้ง 6 หน่วยการเรียนเท่ากับ 91.12 / 88.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 85 / 85

เฉลิมพล คงจันทร์ (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า โดยนำสมรรถภาพของนักศึกษาช่างยนต์ในอนาคต มากำหนดเป็นกรอบ และแนวทางในการจัดทำหลักสูตรใช้เวลา 1 เดือน ได้หลักสูตรที่ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตร และหน่วยการอบรม 5 หน่วย และนำหลักสูตรไปทดลองใช้ โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลสองครั้งซึ่งเป็นนักศึกษาช่างยนต์ จำนวน 17 คน ผลการทดลองปรากฏว่า นักศึกษาช่างยนต์มีความรู้และความเข้าใจเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และจากการประเมินการใช้

หลักสูตรโดยผู้ทำการอบรมและผู้เข้ารับการอบรมพบว่า เนื้อหาวิชา กิจกรรม วิธีการอบรม และการประเมินผลมีความเหมาะสม และผลปฏิบัติงานของนักศึกษาช่างยนต์อยู่ในระดับมากในทุกทักษะ และนักศึกษามีเจตคติสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สันทัศน์ วงศ์มาก (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมช่างเทคนิคระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสงขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการสำรวจเพื่อนำไปพัฒนาเป็นหลักสูตรฝึกอบรม และนำไปทดลองฝึกอบรมช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานช่ายสาย จำนวน 20 คน โดยแบ่งการฝึกอบรมเป็น 2 ระยะ ระยะละ 10 วันต่อเนื่องกัน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความต้องการทางด้านวิชาการของผู้เข้าฝึกอบรมมี 5 ด้าน คือ ด้านหลักการจัดการและบริหารฝึกงาน ด้านความรู้และงานทางช่าง ด้านเทคนิคและวิธีฝึกอบรม ด้านการผลิตและการใช้สื่อฝึกอบรม และด้านการวัดและการประเมินผล ปรากฏว่าหลักสูตรการฝึกอบรมนี้ประสบผลสำเร็จอย่างดีมาก (คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 96.55) ผู้เข้าฝึกอบรมมีความรู้ ความสามารถทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติสูงขึ้นอย่างมากหลังผ่านการฝึกอบรม

ภูวดล ภูดิน (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในวิชาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐานสำหรับงานเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85 / 85 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีนวัตกรรมการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 48 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 90.77 / 92.22

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

บรูซ (Bruce. 1972: 42-49) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนแบบธรรมดาที่มหาวิทยาลัยไอโอว่า ผลปรากฏว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบธรรมดา

คีธ (สมคิด พรมจุ้ย และคณะ. 2540: 37; อ้างอิงจาก Keite. 1971) ได้ทำการวิจัย เรื่อง เหตุผลในการเลือกประกอบอาชีพอิสระของคนสหรัฐอเมริกา และผลการวิจัยพบว่า 1 ใน 10 ของแรงงานทั้งหมดประกอบอาชีพอิสระ และบุคคลที่เข้ามาประกอบอาชีพอิสระจะมีเหตุผลต่าง ๆ กัน เช่น การมุ่งที่รายได้บางคนเบื่องานรับจ้างบางคนเลือกเพราะชอบอาชีพอิสระอย่างเต็มที่ แต่พอสรุปเหตุผล

สำคัญได้ 2 ประการ คือ ความปรารถนาส่วนตัว กับวิธีการที่จะเริ่มอาชีพนั้นเป็นปัจจัย ผลักดันให้ประกอบอาชีพอิสระ

เปเรซซี (นพดล บุญเกื้อ. 2549: 62; อ้างอิงจาก Perezi. 1994) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการบูรณาความรู้สู่การสร้างอาชีพขึ้น ศึกษาในประเทศสเปน เนื่องจากพบว่าปัญหาของแรงงานส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการสร้างอาชีพอิสระได้น้อยลง ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าแรงงานส่วนใหญ่ต้องการให้จัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับอาชีพให้มากขึ้นโดยต้องการให้มีหลากหลายหลักสูตรและตรงกับความต้องการของพวกเขา หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบไปด้วยการศึกษาความต้องการการฝึกอบรม การสร้างหลักสูตรและการติดตามประเมินผลหลักสูตรฝึกอบรม โดยเนื้อหาที่แรงงานต้องการพบว่ามีด้วยกัน 7 หลักสูตร เน้นในด้านการพัฒนาความรู้และทักษะของแรงงานทั้งสิ้นส่วนการประเมินผลโครงการฝึกอบรมผู้วิจัยได้ใช้โมเดลการประเมิน แบบ CIPP ของสตัฟเฟิลบีม (Stufflebeam' s CIPP model) ผลการประเมินพบว่าหลักสูตรที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและแรงงานสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิผล กล่าวคือ แรงงานมีความรู้เพิ่มขึ้นสามารถประกอบอาชีพอิสระได้มากขึ้น

ไรท์ (นพดล บุญเกื้อ. 2549: 63; อ้างอิงจาก Wright. 1996) ศึกษาความต้องการการฝึกอบรมทักษะการประกอบการด้านอุตสาหกรรมให้แก่หมู่บ้านในชุมชนตำบลโฮมเมส มลรัฐมิสสิสิปปี้ (Holmes Community College District Mississippi) การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อศึกษาความต้องการในการจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมในหมู่บ้าน กลุ่มตัวอย่างเป็นประชาชนทั่วไปและแรงงานที่กำลังจะตัดสินใจเข้าทำงาน สิ่งที่ชุมชนต้องการให้จัดทำการฝึกอบรมมากที่สุดในทันทีและตรงกับความต้องการของชุมชนมากที่สุดได้แก่ การพัฒนาทักษะในการทำงาน เทคนิคการตัดสินใจ การควบคุมคุณภาพสินค้า กระบวนการผลิตสินค้า ภาวะผู้นำ การสร้างทีมงานในการทำงาน และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ควรจัดอบรมหลักสูตรละ 1 สัปดาห์ และมีการประเมินผลการนำหลักสูตรไปใช้ด้วย กลุ่มตัวอย่าง 88 % มีความพึงพอใจต่อการได้เข้าอบรมหลักสูตรต่าง ๆ เหล่านี้

วิลท์ (นพดล บุญเกื้อ. 2549: 64; อ้างอิงจาก Wilt. 1997) ศึกษาผลของการใช้หลักสูตรฝึกอบรมการบินในสภาพจริงกับผู้สอนโดยเน้นการสร้างความตระหนักในสถานการณ์การเรียนรู้จริงในกลุ่มนักเรียนการบิน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับการประเมินผลการใช้หลักสูตรฝึกอบรมนักเรียนการบิน จำนวน 40 คนที่เข้ารับการอบรมในหลักสูตรการบินในสภาพจริงกับผู้สอนโดยเน้นการสร้างความตระหนักในสถานการณ์การเรียนรู้จริง ผลการวิจัยมีการทำ pre-test กับ post-test และมีกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเกี่ยวกับคะแนนหลังการอบรมกับประสบการณ์ในการทดลองบิน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เข้ารับการ

อบรมในหลักสูตรการบินในสภาพจริงกับผู้สอนโดยเน้นการสร้างความตระหนักในสถานการณ์การเรียนรู้จริงมีคะแนนความรู้ความสามารถสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้เข้ารับการอบรม และผู้สอนที่เข้าร่วมโครงการอบรมนี้จะมีการพัฒนาการสอนที่ดีกว่าผู้สอนที่ไม่ได้รับการอบรม

กล่าวโดยสรุป

ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยนี้ ก็เพื่อการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมระยะสั้น ในเรื่องการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร โดยอาศัยหลักการพัฒนาหลักสูตรนำมาใช้เป็นหลักการสร้างและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมของการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยได้ใช้หลักการพัฒนาหลักสูตรของ ทาบา เป็นเกณฑ์ในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมนี้ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนไว้ได้ดังนี้

1. สำรวจปัญหาความต้องการและความจำเป็นต่างๆ ของสังคมจากผู้ที่มีประสบการณ์

2. กำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรมตามความต้องการของสังคม โดยสรุปคุณสมบัติของผู้ที่จะประกอบอาชีพอิสระ ด้านการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารตามความต้องการของสังคมมีดังต่อไปนี้

2.1 อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป มีร่างกายสมบูรณ์เหมาะสมในการปฏิบัติงานด้านไฟฟ้า

2.2 มีความรู้พื้นฐานตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นไป

2.3 มีความรู้ด้านวงจรไฟฟ้า เทคนิคการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า และมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริงทางด้านงานไฟฟ้า

2.4 สามารถตรวจสอบและหาจุดบกพร่องของระบบไฟฟ้าได้

2.5 ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงาน

2.6 สามารถประเมินค่าใช้จ่ายและต้นทุนการดำเนินงานได้

3. คัดเลือกเนื้อหาวิชาที่ต้องการนำเสนอ เพื่อให้มีความรู้ตรงกับความต้องการและจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

4. จัดลำดับขั้นตอนเนื้อหารสาระ โดยแบ่งออกเป็นหน่วยของการเรียนรู้ ซึ่งกำหนดให้แต่ละหน่วยการเรียนมีเนื้อหาสาระสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

5. คัดเลือกประสบการณ์ในการฝึกอบรมที่จะนำมาสร้างเนื้อหา และกระบวนการเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรม โดยจัดทำเป็นแบบทดสอบทักษะ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทดลองปฏิบัติงาน

6. แก้ไขปรับปรุงหลักสูตรการฝึกอบรมและ ประสบการณ์ต่างๆ ที่จะนำมาเสริมเนื้อหาและความรู้ โดยอาศัยการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างรายบุคคลและกลุ่มย่อย

7. การดำเนินงานฝึกอบรม มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

7.1 การเรียนการสอนใช้การบรรยายจากวิทยากรและผู้ที่มีประสบการณ์

7.2 สื่อการเรียนการสอน เช่น เอกสารประกอบการบรรยาย งานนำเสนอ และตัวอย่างอุปกรณ์ไฟฟ้าจริง

7.3 การปฏิบัติงานจริงเพื่อฝึกประสบการณ์ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

7.4 ระยะเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสมเพียงพอต่อเนื้อหาสาระ

8. ประเมินผลการฝึกอบรม ซึ่งวิธีการประเมินผลจำเป็นต้องมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรม ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรมเป็นตัววัดผลประเมินหลักสูตรการฝึกอบรม

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น ผู้วิจัยสามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและร่างหลักสูตรการฝึกอบรม เพื่อช่วยทำให้ใช้ระยะเวลาน้อยลงในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม เพราะผลของเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นได้ทำการวิจัยไว้ก่อนหน้าแล้วว่าส่วนใดมีผลและไม่มีผลกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมและผลของการประเมิน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารโดยจะสร้างเป็นหลักสูตรฝึกอบรมวิชาชีพเฉพาะด้าน (Technical Trainning) โดยวิธีการศึกษาค้นคว้าได้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย
2. การกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรม
3. การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม
4. การวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรม
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจจะประกอบอาชีพอิสระเรื่องการการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารซึ่งมีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นไป และมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นผู้ที่มีคุณวุฒิและวัยวุฒิเพียงพอที่จะสามารถปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและสามารถนำไปประกอบเป็นอาชีพอิสระได้ ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ในเขตจังหวัดนครปฐม ซึ่งผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกจากผู้ที่สนใจเข้ารับการฝึกอบรม

2. การกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรม

ในการกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารนั้น จากการศึกษาค้นคว้าจากทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายที่จะมุ่งเน้นให้ผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมได้รับรู้ในสิ่งที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ในการประกอบอาชีพอิสระทางด้านการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารดังรายละเอียดต่อไปนี้

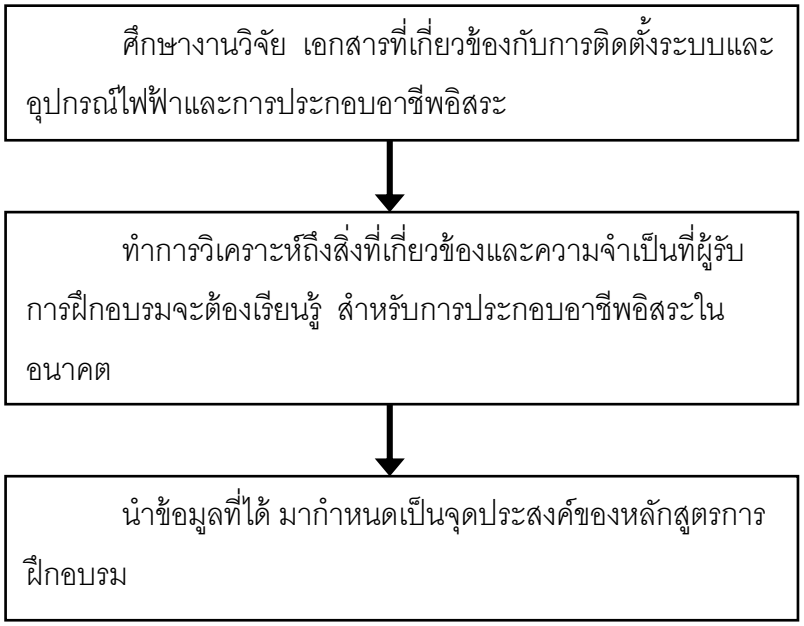
1. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร
2. พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร
3. การเดินสายไฟภายในอาคาร
4. การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า
5. ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า
6. หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

7. การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง

8. การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

9. การประเมินราคา

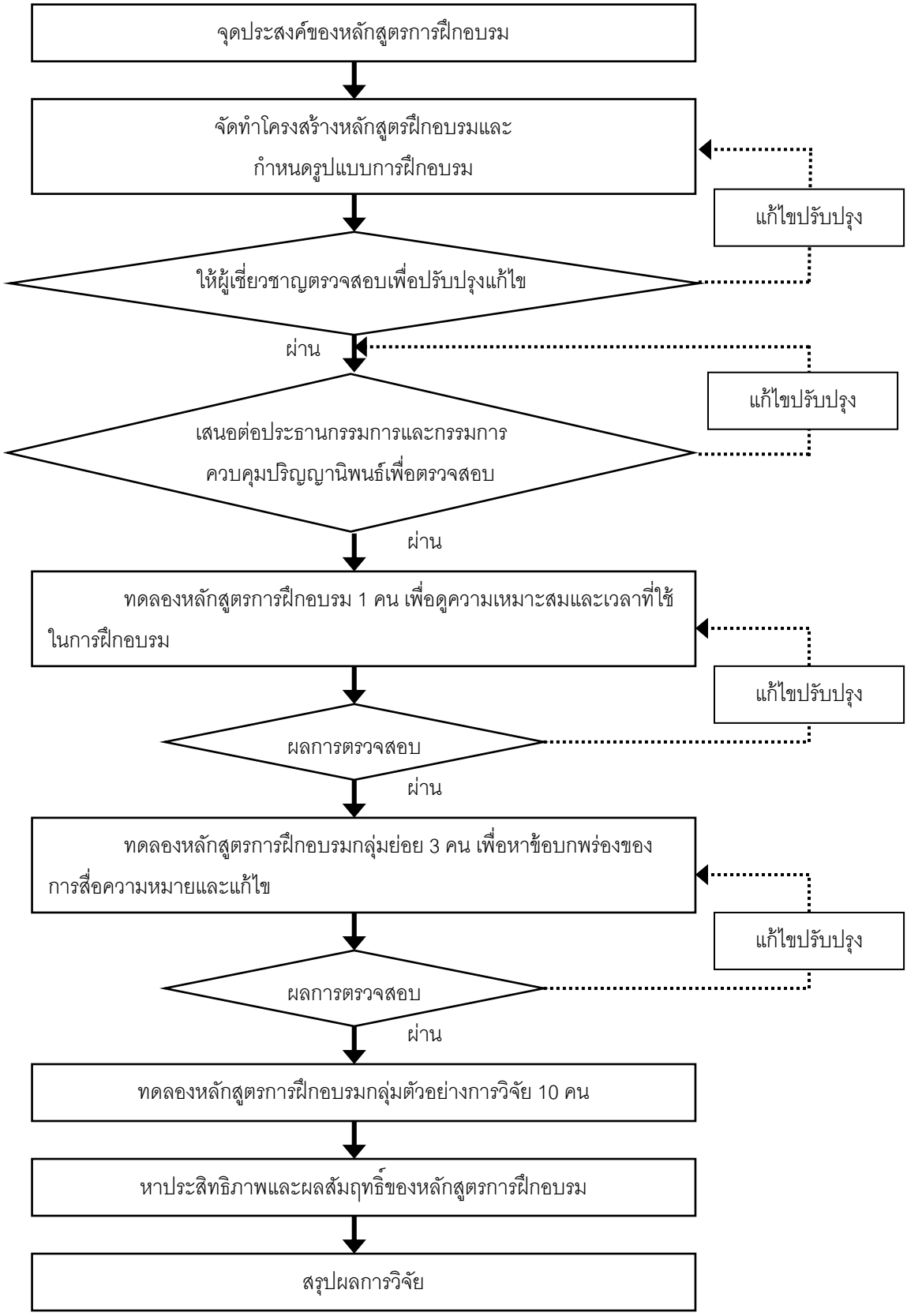
โดยขั้นตอนต่อในการนำสิ่งที่มุ่งเน้นมากำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรฝึกอบรมสามารถแสดงเป็นขั้นตอนได้ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 63 แสดงขั้นตอนการกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

3. การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดโครงร่างของหลักสูตรให้สอดคล้องกับผลการศึกษาสมรรถภาพของผู้ที่ประกอบอาชีพอิสระด้านไฟฟ้าและการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินโครงร่างหลักสูตรขององค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วดำเนินการนำหลักสูตรฝึกอบรมไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำหลักสูตรการฝึกอบรมไปใช้จริง โดยขั้นตอนการสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสามารถเขียนเป็นแผนภาพขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 64 ขั้นตอนการสร้างหลักสูตรการฝึกอบรม

3.1 การสร้างโครงสร้างหลักสูตรการฝึกอบรม

3.1.1 จุดประสงค์ของหลักสูตร ผู้วิจัยได้กำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรให้สอดคล้องกับผลการศึกษาสมรรถภาพของผู้ประกอบอาชีพอิสระในการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารโดยมุ่งหวังที่จะเปลี่ยนแปลงความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้เข้ารับการอบรม ซึ่งคาดหวังว่า เมื่อดำเนินการตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแล้วจะบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรได้

เมื่อได้มีการกำหนดเนื้อหาสาระที่จำเป็นต้องใช้ในหลักสูตรการฝึกอบรมเรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไปเป็นการวิเคราะห์เนื้อหาสาระเพื่อที่จะจัดสร้างเป็นโครงสร้างของหลักสูตรการฝึกอบรม โดยทำการวิเคราะห์ในตารางวิเคราะห์และทำการให้คะแนนจากพฤติกรรมของการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการคำนวณและกำหนดระยะเวลาในการฝึกอบรมต่อไป

3.1.2 กำหนดหน่วยการอบรม โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยแต่ละหน่วยประกอบด้วย ส่วนต่างๆ 5 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.1.2.1 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยกำหนดจุดมุ่งหมายของเชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรทางด้านการกระทำ โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ความรวดเร็ว ผลผลิต ระดับคุณภาพ และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

3.1.2.2 เนื้อหาวิชา กำหนดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ทางด้านพฤติกรรม จากนั้นจัดลำดับงานตามหน้าที่โดยจัดเนื้อหางาน ให้ตอบสนองตามจุดประสงค์ของการฝึกอบรมที่ได้กำหนดไว้แล้ว ตลอดจนสอดคล้องกับสภาพการทำงานจริงด้วย โดยแบ่งเนื้อหาวิชาและกิจกรรมออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละหน่วยจะมีความต่อเนื่องและเกี่ยวโยงกัน

3.1.2.3 กิจกรรมและวิธีการอบรม กำหนดกิจกรรมและวิธีการอบรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร และถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ระหว่างผู้ฝึกอบรมและผู้รับการฝึกอบรม และระหว่างผู้รับการฝึกอบรมด้วยกันเอง เพื่อทำให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ ทักษะ ความสามารถและทัศนคติ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาของหลักสูตร และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

3.1.2.4 สื่อประกอบการอบรม กำหนดสื่อประกอบการอบรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและกิจกรรมและวิธีการอบรม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรมให้ผู้รับการอบรมเกิดการจดจำได้มากขึ้น และการฝึกอบรมมีความน่าสนใจมากขึ้น เช่น คู่มือประกอบการบรรยาย ตัวอย่างอุปกรณ์และเครื่องมือของจริงในการปฏิบัติงาน

3.1.2.5 การวัดผลและประเมินผลผู้เข้ารับการอบรม กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา กิจกรรมและวิธีการอบรม และสื่อการอบรม เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบผลการฝึกอบรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

3.1.3 การเขียนเอกสารหลักสูตร กำหนดองค์ประกอบของเอกสารหลักสูตรดังต่อไปนี้

- สภาพปัจจุบันและปัญหาของการฝึกอบรม
- จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
- หน่วยการฝึกอบรม ประกอบด้วย จุดประสงค์ จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา กิจกรรมและวิธีการอบรม สื่อการอบรม และการวัดผลและประเมินผล

3.1.4 ระยะเวลาของหลักสูตรในการฝึกอบรม ทางผู้วิจัยได้กำหนดหลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรระยะสั้น โดยใช้ระยะเวลาในการฝึกอบรมประมาณ 4 วัน ซึ่งจะทำการแบ่งการฝึกอบรมเป็นหน่วยการเรียนรู้ และกำหนดระยะเวลาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ตามเนื้อหา และกิจกรรมการฝึกอบรมโดยใช้วิธีการวิเคราะห์หลักสูตรเป็นหลัก

3.2 การตรวจสอบหลักสูตรการฝึกอบรม

การตรวจสอบหลักสูตรและเอกสารหลักสูตรเพื่อศึกษาข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุงในด้านความเหมาะสม และความสอดคล้องภายในองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 สิ่งที่ต้องตรวจสอบ มีดังนี้

3.2.1.1 จุดประสงค์ของหลักสูตร ที่กำหนดขึ้น มีความสอดคล้องกับสมรรถภาพของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหรือไม่ และส่งเสริมสร้างสมรรถภาพของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มากน้อยเพียงใด

3.2.1.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละหัวข้อในหน่วยการเรียนรู้ของการฝึกอบรม มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและครอบคลุมจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่

3.2.1.3 ความสอดคล้องภายในโครงสร้างของหลักสูตรในแต่ละหัวข้อของการฝึกอบรมกับจุดประสงค์ของหลักสูตร

3.2.2 วิธีการดำเนินการตรวจสอบ

3.2.2.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความชำนาญทางด้านไฟฟ้าและด้านหลักสูตรการศึกษาหรือสาขาอื่นที่เทียบเท่า เป็นผู้ประเมินโครงสร้างหลักสูตรที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตรทางด้าน เนื้อหาวิชา วิธีการอบรม และกิจกรรมของหลักสูตร

3.2.2.2 เสนอต่อประธานกรรมการและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลการประเมินหลักสูตรของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตรต่างๆ ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในการเสนอการทำวิจัย

3.3 การดำเนินการทดลอง

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรบการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารนี้ เป็นการจัดหลักสูตรที่ส่งเสริมความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ให้แก่ผู้รับการ

ฝึกอบรม โดยมีวิทยากร เป็นผู้ให้ความรู้และประสบการณ์ ตลอดจนแนวคิด ความก้าวหน้าของวิทยาการต่างๆ การกำหนดการดำเนินการทดลองมีวิธีการดำเนินการต่อไปนี้

3.3.1 ทดลองกับตัวอย่าง 1 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและระยะเวลาที่ใช้

3.3.2 ทดลองกลุ่มย่อย 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของการสื่อความหมายและแก้ไขปรับปรุงให้มีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น และถูกต้องมากขึ้น

3.3.3 ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างการวิจัย 10 คน โดยนำหลักสูตรการฝึกอบรมทดลองที่ได้ทำการปรับปรุงเรียบร้อยแล้วจากการทดลองกลุ่มย่อย ไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างการวิจัย โดยเป็นผู้ที่มีความสนใจด้านการประกอบอาชีพอิสระทางด้านการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรและสรุปผลการวิจัยต่อไป

3.4 ระยะเวลาของการทำวิจัย

ระยะเวลาของการทำวิจัยของการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารนั้น ผู้วิจัยได้มีการกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานตามขั้นตอนต่าง ๆ โดยมีระยะเวลาทั้งหมดประมาณ 15 เดือน ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ.2552 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2553 โดยแสดงระยะเวลาตามขั้นตอน ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลา	พ.ศ.2552												พ.ศ.2553		
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3 เดือน	■	■	■												
2. กำหนดจุดประสงค์และเนื้อหาสาระของหลักสูตรการฝึกอบรม	1 เดือน				■											
3. จัดทำโครงสร้างหลักสูตรฝึกอบรม และกำหนดรูปแบบการฝึกอบรม รวมทั้งแบบทดสอบ	5 เดือน					■	■	■	■	■						
4. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อแก้ไขปรับปรุงหลักสูตรการฝึกอบรม และแบบทดสอบ	2 เดือน										■	■				
5. เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุง	2 เดือน												■	■		
6. ทดลองหลักสูตรการฝึกอบรมรายบุคคลและกลุ่มย่อย พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง	5 สัปดาห์														■	
7. จัดเตรียมเอกสารและสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม พร้อมทั้งสถานที่และการประชาสัมพันธ์แก่ผู้ที่สนใจ	2 สัปดาห์															■
8. จัดการฝึกอบรม และวัดผลสัมฤทธิ์ของหลักสูตรฝึกอบรม	1 สัปดาห์															■
9. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย	1 สัปดาห์															■

4. การวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรม

การวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรมในการวิจัยครั้งนี้จะใช้แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพโดยชนิดของแบบทดสอบและขั้นตอนการจัดทำแบบทดสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 แบบทดสอบของหลักสูตรการฝึกอบรม

4.1.3 แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมเป็นแบบทดสอบเมื่อจบการฝึกอบรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของการฝึกอบรม ซึ่งเป็นใช้เป็นแบบทดสอบในรูปแบบแบบฝึกหัดชนิดปรนัย

4.1.2 แบบทดสอบทักษะระหว่างการฝึกอบรม เป็นแบบทดสอบทักษะในบางหน่วยการเรียนรู้ที่มีการปฏิบัติงาน โดยมีการกำหนดวิธีการปฏิบัติงานให้ผู้ฝึกอบรมได้ปฏิบัติจริง เพื่อเป็นการฝึกทักษะของผู้รับการฝึกอบรม การประเมินผลใช้วิธีการให้คะแนนจากผู้ฝึกอบรม

4.1.3 แบบทดสอบหลังการฝึกอบรม เป็นแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมเพื่อใช้ในการประเมินผลของการหลักสูตรฝึกอบรมหลังการฝึกอบรมตามหลักสูตรการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย

4.1.3 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรม เป็นแบบประเมินสำหรับผู้รับการฝึกอบรมเป็นผู้ประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และองค์ประกอบของหลักสูตร โดยแบ่งการให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

4.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

การดำเนินการสร้างแบบทดสอบสำหรับวัดผลการฝึกอบรมสำหรับแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม , แบบทดสอบทักษะระหว่างการฝึกอบรม และแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ศึกษาเอกสาร และข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ

4.2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การฝึกอบรม และเนื้อหาสาระของการฝึกอบรม เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ

4.2.3 นำผลการวิเคราะห์มาสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบทักษะ โดยสร้างให้มีจำนวนข้อในแต่ละเนื้อหาสาระตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

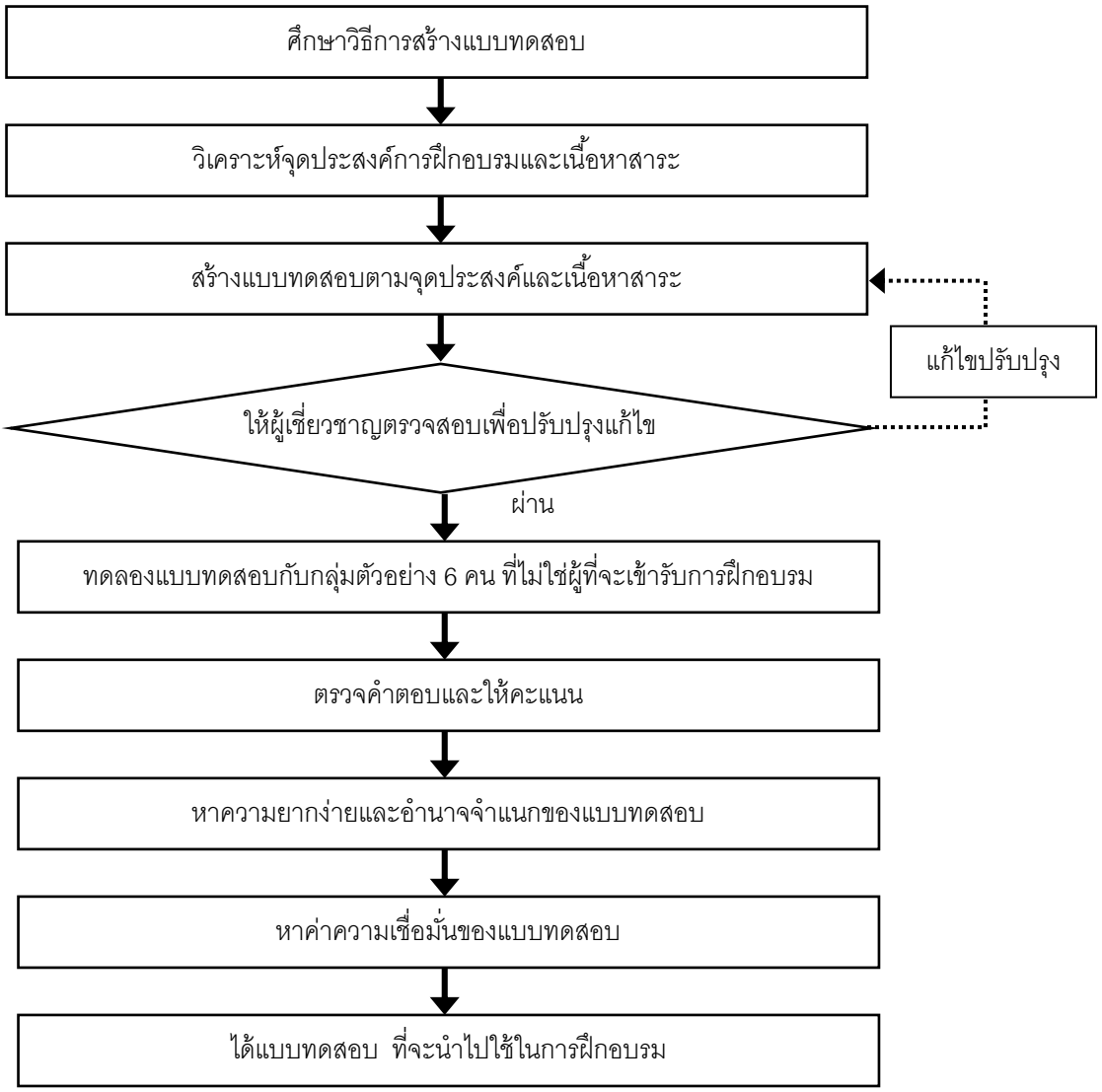
4.2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาสาระและจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรม จากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบให้มีความถูกต้องเหมาะสม

4.2.5 นำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม และหลังการฝึกอบรมที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดสอบใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มที่จะเข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 6 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

4.2.6 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) ค่าระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (B) 0.2 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบในการทดลอง

4.2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรม

โดยขั้นตอนของการสร้างแบบทดสอบของการฝึกอบรมนั้นสามารถเขียนเป็นภาพประกอบขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 65 ขั้นตอนการจัดทำแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินแบบทดสอบและแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับการวิจัยครั้งนี้จะให้หลักการของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

5.1 การวิเคราะห์ความสอดคล้องของส่วนประกอบของโครงสร้างหลักสูตรและแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นมาตรส่วนประมาณค่า 3 ระดับ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าส่วนประกอบของหลักสูตร จุดประสงค์ของการเรียนรู้ โครงสร้างเนื้อหา มีความสอดคล้องกันหรือไม่สอดคล้องกันหรือไม่แน่ใจ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence : IOC) ดังนี้

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน นำมาแปลงเป็นคะแนนได้ ดังนี้

เห็นด้วย	ให้คะแนน	+1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	0
ไม่เห็นด้วย	ให้คะแนน	-1

ในขั้นตอนการตรวจสอบเนื้อหาและแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญ จะนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ คือ ถ้าได้คะแนนตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่าเนื้อหาหรือแบบทดสอบข้อนั้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ แต่ถ้าได้คะแนนน้อยกว่า 0.5 ต้องทำการปรับปรุงเนื้อหาหรือแบบทดสอบข้อนั้น (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 251) โดยพิจารณาจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมในการนำไปปรับปรุงแก้ไข

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับความเหมาะสมของหลักสูตร โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดในแต่ละด้านของหลักสูตรการฝึกอบรม โดยมีการกำหนดค่าน้ำหนักและการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยน้ำหนักดังนี้

ดีมาก	ให้คะแนนเป็น	5
ดี	ให้คะแนนเป็น	4
ปานกลาง	ให้คะแนนเป็น	3
น้อย	ให้คะแนนเป็น	2
น้อยที่สุด	ให้คะแนนเป็น	1

โดยการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย เป็นดังนี้

ดีมาก	ช่วงคะแนน	4.51-5.00
ดี	ช่วงคะแนน	3.51-4.50
ปานกลาง	ช่วงคะแนน	2.51-3.50
น้อย	ช่วงคะแนน	1.51-2.50
น้อยที่สุด	ช่วงคะแนน	1.00-1.50

นำข้อมูลที่ผู้วิจัยรวบรวมได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ใช้เกณฑ์ระดับคะแนนเท่ากับ 4 หรือความคิดเห็นในระดับมาก

5.3 วิเคราะห์ผลการใช้หลักสูตรโดยการหาประสิทธิภาพของหลักสูตร E_1 / E_2 โดยมีความหมายดังต่อไปนี้

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของหลักสูตรระหว่างการฝึกอบรม

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของหลักสูตรหลังการฝึกอบรม

5.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรมกับระดับเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยใช้ t-test

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้สถิติเพื่อการวิจัยดังต่อไปนี้

6.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534: 65)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนคนในกลุ่มทั้งหมด

6.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนนจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534: 76)

$$S^2 = \frac{nX^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

X^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

6.3 หาความยากง่าย (P) โดยใช้สูตร (ไพศาล หวังพานิช. 2531 : 196)

$$P = \frac{R}{n}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้เลือกตอบตัวเลือกนั้น

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

6.4 หาค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยใช้สูตร
(บุญชม ศรีสะอาด. 2532: 87)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนผู้สอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

n_1 แทน จำนวนผู้สอบผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์

6.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยใช้สูตร

(บุญชม ศรีสะอาด. 2532: 93)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1)\sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

X_i แทน คะแนนของแต่ละคน

C แทน คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบ

6.6 หาประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรมโดยใช้สูตร (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528: 295)

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

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในหลักสูตรการฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้รับการฝึกอบรมหลังจากการฝึกอบรม) คิดเป็นร้อยละจากการทำงานแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

X แทน คะแนนรวมของผู้รับการฝึกอบรมจากการทำแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม

F แทน คะแนนรวมเของผู้รับการฝึกอบรมจากการทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

n แทน จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและ/หรือแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

6.7 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรมกับระดับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (กานดา พูนลาภทวี. 2530: 217)

$$t = \frac{\overline{X} - \mu_o}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

$$df\,(v) = n - 1$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็น

μ_o แทน ค่าเกณฑ์มาตรฐาน

S_d แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม

df หรือ v แทน ชั้นความเป็นอิสระ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร ทางผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

2.การวิเคราะห์ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1.1 การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

หลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร สร้างขึ้นมาจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ใช้รูปแบบของหลักการพัฒนาหลักสูตรของทาบาเป็นแนวทางในการจัดทำ โดยจัดทำเป็นโครงสร้างของหลักสูตร ซึ่งแบบออกเป็น 9 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเดินสายไฟภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การประเมินราคา ใช้ระยะเวลาในการฝึกอบรม 32 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำหลักสูตรการฝึกอบรมให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตร ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสาระในหลักสูตร แบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม และแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม จำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงเนื่องจากผลค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหามีค่าต่ำกว่า 0.50 จึงทำการแก้ไขปรับปรุงเนื้อหาสาระด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมทำการแก้ไขปรับปรุง 15 ข้อ และแบบทดสอบภายหลังการฝึกอบรมทำการแก้ไข 2 ข้อ

1.2 การวิเคราะห์ความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

หลังจากทำการปรับปรุงเนื้อหาสาระ แบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม และแบบทดสอบภายหลังการฝึกอบรม ให้มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงกับเนื้อหาสาระแล้ว จากนั้นทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนกับผู้รับการฝึกอบรม เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้ตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 6 คน

ผลจากการทดสอบแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมดังตาราง และผลจากการทดสอบหลังการฝึกอบรมดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม

หน่วยการเรียนรู้	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	0.63	0.62	0.9081
2	0.67	0.60	0.9200
3	0.63	0.62	0.9037
4	0.70	0.62	0.9307
5	0.67	0.60	0.9200
6	0.67	0.57	0.9230
7	0.60	0.57	0.9012
8	0.73	0.57	0.8783
9	0.73	0.57	0.8783
เฉลี่ย	0.67	0.59	0.9070

จากข้อมูลตาราง 2 แสดงค่าค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม โดยค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.67 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.59 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.9070 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมมีคุณภาพในการวัดระดับเพื่อจำแนกระดับความรู้ของผู้ที่รับการฝึกอบรมได้และ ค่าความยากง่ายแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลางเพื่อให้เหมาะสมกับการวัดระดับความรู้ ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมแสดงให้เห็นว่าสามารถเชื่อมั่นได้ว่าแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมมีคุณภาพ ซึ่งสามารถวัดความรู้ความเข้าใจของผู้รับการฝึกอบรมได้

ตาราง 3 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

แบบทดสอบ	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
หลังการฝึกอบรม	0.56	0.60	0.9708
เฉลี่ย	0.56	0.60	0.9708

จากข้อมูลตาราง 3 แสดงค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม โดยค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.56 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.9708 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมมีคุณภาพในการวัดระดับเพื่อจำแนกระดับความรู้ของผู้ที่รับการฝึกอบรมได้และ ค่าความยากง่ายแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลางเพื่อให้เหมาะสมกับการวัดระดับความรู้ ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมแสดงให้เห็นว่าสามารถเชื่อมั่นได้ว่าแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมมีคุณภาพ ซึ่งสามารถวัดความรู้ความเข้าใจของผู้รับการฝึกอบรมได้

1.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบกับตัวอย่าง 1 คน และ 3 คน

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยทดลองกับตัวอย่าง 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย เพื่อหาค่าความเหมาะสมของระยะในการบรรยายและกิจกรรม และตัวอย่าง 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย สำหรับการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยผลของค่าประสิทธิภาพด้านความรู้ ความเข้าใจระหว่างการฝึกอบรม และหลังการฝึกอบรมของตัวอย่าง 1 คนดังตาราง 4 และตาราง 5 สำหรับผลของค่าประสิทธิภาพด้านความรู้ ความเข้าใจระหว่างการฝึกอบรม และหลังการฝึกอบรมของตัวอย่าง 3 คนดังตาราง 6 และตาราง 7

ตาราง 4 ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม ตัวอย่าง 1 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าประสิทธิภาพ (%)
ระหว่างฝึกอบรม	80	70	87.50
ทักษะ	63	56	88.89
รวม	143	126	88.11

ตาราง 5 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม ตัวอย่าง 1 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หลังการฝึกอบรม	40	35	87.50

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นถึงค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม และผลของตาราง 5 แสดงผลของค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม โดยค่าแบบทดสอบมีค่าประสิทธิภาพจากการทดลองตัวอย่าง 1 คน E_1 / E_2 เท่ากับ 88.11 / 87.50 โดยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 85.00 / 85.00

ตาราง 6 ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 3 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าประสิทธิภาพ (%)
ระหว่างฝึกอบรม	80	71	88.75
ทักษะ	63	56.67	89.95
รวม	143	127.67	89.28

ตาราง 7 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 3 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หลังการฝึกอบรม	40	35.33	88.33

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นถึงค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม และตาราง 7 แสดงค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม โดยแบบทดสอบมีค่าประสิทธิภาพจากการทดลองกลุ่มตัวอย่าง 3 คน E_1 / E_2 เท่ากับ 89.28 / 88.33 โดยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

2. การวิเคราะห์ผลการวิจัย

2.1 การนำหลักสูตรไปใช้สำหรับการฝึกอบรม

สำหรับการฝึกอบรมจะใช้วิธีการฝึกอบรมโดยการบรรยายจากวิทยากร และผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมได้เรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งทางผู้วิจัยได้จัดทำการฝึกอบรมโดยใช้สถานที่ของโรงเรียนบ้านลำท่าโพ จังหวัดนครปฐม ใช้ระยะเวลาในการฝึกอบรมทั้งสิ้น 4 วัน ตั้งแต่วันที่ 22 – 25 มีนาคม พ.ศ. 2553 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่สนใจในการติดตั้งระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ในเขตจังหวัดนครปฐม ซึ่งมีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นไป และมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป จำนวน 10 คน

2.2 การประเมินผลหลักสูตร

จากการทดลองฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ผลค่าประสิทธิภาพด้านความรู้ ความเข้าใจในหลักสูตรการฝึกอบรมแสดงได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน

หน่วยการเรียนรู้	แบบทดสอบ		ทักษะ		ค่าประสิทธิภาพ (%)
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	
หน่วยที่ 1	10	8.70	-	-	87.00
หน่วยที่ 2	10	8.90	9	8.10	89.47
หน่วยที่ 3	10	8.60	12	10.30	85.90
หน่วยที่ 4	10	9.10	9	8.10	90.52
หน่วยที่ 5	10	8.80	-	-	88.00
หน่วยที่ 6	10	8.70	-	-	87.00
หน่วยที่ 7	10	8.90	9	8.00	88.95
หน่วยที่ 8	5	4.50	15	12.80	86.50
หน่วยที่ 9	5	4.50	9	8.20	90.71
รวม	80	70.70	63	55.50	88.25

จากตาราง 8 แสดงค่าประสิทธิภาพจากผลคะแนนของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 87.00 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 89.47 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 85.90 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 90.52 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 88.00 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 87.00 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 88.95 หน่วยการ

เรียนรู้ที่ 8 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 86.50 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 90.71 และผลของค่าประสิทธิภาพรวมของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมเท่ากับ 88.25

ตาราง 9 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หลังการฝึกอบรม	40	35.40	88.50

จากข้อมูลตาราง 9 แสดงค่าประสิทธิจากผลคะแนนของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน มีค่าประสิทธิภาพรวมของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมเท่ากับ 88.50 ดังนั้นผลของค่าประสิทธิภาพหลักสูตรที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นจึงมีค่า E_1 / E_2 เท่ากับ 88.25 / 88.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพระหว่างการฝึกอบรม (E_1) และหลังการฝึกอบรม (E_2) ของตัวอย่าง 10 คน แสดงได้ดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าประสิทธิภาพระหว่างการฝึกอบรม (E_1) และหลังการฝึกอบรม (E_2) ของตัวอย่าง 10 คน

จำนวนตัวอย่าง	ค่าประสิทธิภาพ ระหว่างการฝึกอบรม E_1	ค่าประสิทธิภาพ หลังการฝึกอบรม E_2
10 คน	88.25	88.50

2.3 การประเมินผลความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรม

การประเมินผลความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะใช้แบบสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรและการฝึกอบรม โดยผลของการสำรวจความคิดเห็นแสดงได้ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรม

รายละเอียดการประเมิน	$\overline{X}$	SD	t-test	Sig	ระดับ
1. ความสามารถและเทคนิคของวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้	3.80	0.42	-1.500	0.168	ดี
2. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น	4.00	0.47	0.000	1.000	ดี
3. เอกสารประกอบการบรรยายมีความเหมาะสม	3.80	0.42	-1.500	0.168	ดี
4. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	3.80	0.42	-1.500	0.168	ดี
5. มีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า	4.10	0.57	0.557	0.591	ดี
6. มีความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้า	4.00	0.47	0.000	1.000	ดี
7. มีความรู้เกี่ยวกับการเดินสายไฟภายในอาคาร	4.00	0.47	0.000	1.000	ดี
8. มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุม	4.00	0.67	0.000	1.000	ดี
9. มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า	3.90	0.32	-1.000	0.343	ดี
10. มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	4.00	0.00	∞	1.000	ดี
11. มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	4.00	0.00	∞	1.000	ดี
12. มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และการประเมินราคา	4.30	0.48	1.964	0.081	ดี
13. ระยะเวลาของการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	3.90	0.32	-1.000	0.343	ดี
14. ขนาดของห้องอบรมมีความเหมาะสมกับจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม	3.90	0.32	-1.000	0.343	ดี
15. การจัดบริการน้ำดื่ม อาหารเหมาะสม	3.90	0.32	-1.000	0.343	ดี
ผลเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรม	3.96	0.13	-1.193	0.253	ดี

C.V. = 4 , $\alpha = 0.05$

จากตาราง 11 แสดงผลของการประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรม โดยผลความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ซึ่งมีระดับคะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 3.96 SD = 0.13 t-test = -1.193 Sig = 0.253 สำหรับผลความคิดเห็นในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร ได้คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.10 SD = 0.57 มีความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร ได้คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.00 SD = 0.47 มีความรู้เกี่ยวกับการเดินสายไฟภายในอาคาร ได้คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.00 SD = 0.47 มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า ได้คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.00 SD = 0.67 มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ได้คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 3.90 SD = 0.32 มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ได้คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.00 SD = 0.00 มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง ได้คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.00 SD = 0.00 มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และการประเมินราคา ได้คะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.30 SD = 0.48 สำหรับองค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตรทางด้านวิทยากร สื่อการสอน และสถานที่จัดการฝึกอบรม มีค่าระดับคะแนนความคิดเห็นอยู่ในช่วง $\overline{X}$ = 3.80 – 4.00 ซึ่งอยู่ในระดับดี

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร ได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังรายละเอียดต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยของการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร สรุปผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

สร้างขึ้นมาจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ใช้รูปแบบของหลักการพัฒนาหลักสูตรของทาบาเป็นแนวทางในการจัดทำ โครงสร้างของหลักสูตรแบบออกเป็น 9 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเดินสายไฟภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การประเมินราคา ระยะเวลาในการฝึกอบรม 32 ชั่วโมง ผลจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเนื้อหาสาระในหลักสูตร แบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม และแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม จำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงเนื่องจากผลค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหามีค่าต่ำกว่า 0.50 ดังนี้ แก้ไขปรับปรุงเนื้อหาสาระด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมทำการแก้ไขปรับปรุง 15 ข้อ และแบบทดสอบภายหลังการฝึกอบรมทำการแก้ไข 2 ข้อ

2. การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบของหลักสูตรที่ได้พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม 9 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 7 หน่วยละ 10 ข้อ ส่วนหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 – 9 หน่วยละ 5 ข้อ เป็นข้อสอบชนิดปรนัย และในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 – 4 และ 7 – 9 ทั้งหมด 6 หน่วยการเรียนรู้จะมีการทดสอบทักษะโดยใช้แบบประเมินการให้คะแนนผลการปฏิบัติงาน สำหรับแบบทดสอบหลังการเรียนรู้เป็นแบบปรนัยทั้งหมด 40 ข้อ ในขั้นตอนการหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยทำการวิเคราะห์ ค่าอำนาจจำแนก (B) ความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่นของ

แบบทดสอบ (r_{cc}) แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งทำการทดสอบกับตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 6 คน ผลการทดสอบอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมเท่ากับ 0.67 ค่าความยากง่ายเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 และค่าความเชื่อมั่นเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมเท่ากับ 0.9070 สำหรับผลการทดสอบของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.56 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมเท่ากับ 0.9708

3. การทดสอบประสิทธิภาพของหลักสูตร

การทดสอบประสิทธิภาพของหลักสูตร ได้ทำการทดลองหลักสูตรการฝึกอบรมกับตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 1 คน และ 3 คน เพื่อนำผลประสิทธิภาพที่ได้มาทำการแก้ไขปรับปรุง จากนั้นจึงนำหลักสูตรที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 10 คน โดยใช้สถานที่ภายในโรงเรียนบ้านลำท่าโพ จังหวัดนครปฐม ระยะเวลาในการฝึกอบรม 4 วัน ตั้งแต่วันที่ 22 – 25 มีนาคม พ.ศ.2553 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่สนใจในการติดตั้งระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารในเขตจังหวัดนครปฐม ซึ่งมีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นไป และมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป จำนวน 10 คน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร ผลคะแนนของแบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของหลักสูตรแสดงได้ดังต่อไปนี้

ผลคะแนนเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 8.70 คะแนน คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 87.00

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 8.90 คะแนน และได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบทักษะเท่ากับ 8.10 คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 89.47

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 8.60 คะแนน และได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบทักษะเท่ากับ 10.30 คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 85.90

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 9.10 คะแนน และได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบทักษะเท่ากับ 8.10 คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 90.52

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 8.80 คะแนน คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 88.00

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 8.70 คะแนน คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 87.00

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 8.90 คะแนน และได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบทักษะเท่ากับ 8.00 คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 88.95

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 4.50 คะแนน และได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบทักษะเท่ากับ 12.80 คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 86.50

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบเท่ากับ 4.50 คะแนน และได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบทักษะเท่ากับ 8.20 คิดเป็นค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 90.71

ผลคะแนนเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

หลังการฝึกอบรม ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 35.40 ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50

เมื่อรวมคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมในหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 9 หน่วย ได้คะแนนเฉลี่ยรวมของแบบทดสอบได้เท่ากับ 70.70 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยรวมของแบบทดสอบทักษะได้เท่ากับ 55.50 คะแนน ซึ่งคิดเป็นค่าประสิทธิภาพ (E_1) เท่ากับ 88.25 และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมเท่ากับ 35.40 ได้ค่าประสิทธิภาพ (E_2) เท่ากับ 88.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ 85 / 85

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรมหลักสูตรมีระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{X}$ = 3.96 SD = 0.13 t-test = -1.193 Sig = 0.253 ซึ่งอยู่ในระดับดีโดยไม่แตกต่างกับเกณฑ์ μ0 = 4 อย่างมีนัยสำคัญ โดยผลระดับคะแนนความคิดเห็นเกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง ($\overline{X}$) 3.90 – 4.30 อยู่ในระดับดี และความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตรทางด้านวิทยากร สื่อการสอน และสถานที่จัดการฝึกอบรม มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง $\overline{X}$ = 3.80 – 4.00 ซึ่งอยู่ในระดับดี

จากผลค่าประสิทธิภาพของหลักสูตรและผลการประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรมที่ได้แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรการฝึกอบรมที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพทำให้ผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะในการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น

อภิปรายผล

1. การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร ได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องเพื่อกำหนดเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างหลักสูตรแบ่งออกเป็น 9 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเดินสายไฟภายในอาคาร หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การประเมินราคา สอดคล้องกับการพัฒนา

หลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าของ เฉลิมผล คงจันทร์ (2541:บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาและพัฒนาหลักสูตรโดยการนำสมรรถภาพของนักศึกษาช่างยนต์ในอนาคต มากำหนดเป็นกรอบและแนวทางในการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร แบ่งเนื้อหาการฝึกอบรมออกเป็น 5 หน่วยการเรียนรู้ ทำการทดสอบหลักสูตรกับนักศึกษาช่างยนต์จำนวน 17 คน พบว่านักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

หลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและทำการปรับปรุงให้มีค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาสาระมากกว่า 0.5 ก่อนการนำไปทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร ซึ่งความสอดกับการวิจัยของ เชษฐา บุญชวลิต (2540:บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการสร้างชุดการเรียนการสอน เรื่องการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดเนื้อหาเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวิเคราะห์ และทำการปรับปรุงแก้ไข โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม จำนวน 20 คน ผลที่ได้ชุดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 91.12 / 88.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 85 / 85

2. สำหรับการหาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แบ่งแบบทดสอบหลักสูตรออกเป็น 2 ส่วน คือ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม 9 หน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 80 ข้อ แบบทดสอบหลังการเรียนรู้ 40 ข้อ และอีกส่วนหนึ่งเป็นแบบทดสอบทักษะระหว่างการฝึกอบรม โดยทำการหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยทำการวิเคราะห์ ค่าอำนาจจำแนก (B) ความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{cc}) แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งทำการทดสอบกับตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 6 คน มีความสอดคล้องกับการวิจัยของ ธนู อยู่สำราญ (2539:บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างชุดการเรียน เรื่องการซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านของระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งได้ทำการทดสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนการนำแบบทดสอบไปใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้น พบว่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.44 และค่าความยากง่ายมีค่าเท่ากับ 0.65 และค่าความเชื่อมั่นมีค่า 0.96 ผลจากการวิจัยกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 16 คน พบว่ามีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 88.30 / 89.01 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 85 / 85

3. การทดสอบประสิทธิภาพของหลักสูตร ได้ทำการทดลองหลักสูตรการฝึกอบรมกับตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 1 คน และ 3 คน เพื่อนำผลประสิทธิภาพที่ได้มาทำการแก้ไขปรับปรุง และทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 10 คน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร โดยผลของการทดสอบประสิทธิภาพหลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมเท่ากับ 70.70 คะแนน และได้

คะแนนแบบทดสอบทักษะระหว่างการฝึกอบรม 55.50 คะแนน คิดเป็นค่าประสิทธิภาพ (E_1) เท่ากับ 88.25 และผลคะแนนหลังการฝึกอบรมเท่ากับ 35.40 คะแนน คิดเป็นค่าประสิทธิภาพ (E_2) เท่ากับ 88.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 85 / 85 ที่ได้กำหนดไว้ สอดคล้องกับ ภูวดล ภูดิน (2551:บทคัดย่อ) ซึ่งได้ทำการวิจัยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ในวิชาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐานสำหรับงานเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพเท่ากับ 85 / 85 ทำการทดลองกับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 จำนวน 48 คน โดยใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประสิทธิภาพของหลักสูตรพบว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.77 / 92.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถทำให้ผู้ที่รับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะสำหรับการประกอบอาชีพอิสระมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิลท์ (Wilt:1997) ได้ศึกษาผลของการใช้หลักสูตรฝึกอบรมการบินในสภาพจริงกับผู้สอนทำการทดลองกับตัวอย่างนักเรียนการบินจำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เข้ารับการอบรมในหลักสูตรการบินในสภาพจริงกับผู้สอน มีคะแนนความรู้ความสามารถสูงกว่าผู้ที่ไม่ได้เข้ารับการอบรม และผู้สอนที่เข้าร่วมโครงการอบรมนี้จะมีการพัฒนาการสอนที่ดีกว่าผู้สอนที่ไม่ได้รับการอบรม

4. ผลระดับคะแนนจากการประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรมหลักสูตรมีระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{X}$ = 3.96 SD = 0.13 t-test = -1.193 Sig = 0.253 ซึ่งอยู่ในระดับดี และผลระดับคะแนนความคิดเห็นในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีระดับคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) 3.90 – 4.30 อยู่ในระดับดีซึ่งมีผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไรท์ (Wright:1996) ที่ได้ทำการศึกษาความต้องการการฝึกอบรมทักษะการประกอบการด้านอุตสาหกรรมในชุมชนโฮมเมส มลรัฐมิสสิสิบปี้ ทำการวิจัยเชิงสำรวจกับกลุ่มตัวอย่างประชาชนทั่วไปและแรงงานที่กำลังจะตัดสินใจเข้าทำงานที่ผ่านการฝึกอบรม โดยผลที่ได้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 88 มีความพึงพอใจและความคิดเห็นที่ดีต่อการได้เข้ารับการฝึกอบรมในหลักสูตร

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. องค์การบริหารส่วนตำบล ควรนำหลักสูตรไปใช้ดำเนินการฝึกอบรมให้แก่ผู้ว่างงาน หรือสนใจที่จะประกอบอาชีพอิสระ

2.กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน หรือสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา ควรนำไปบรรจุลงหลักสูตรเพื่อสร้างอาชีพให้ผู้ว่างงานหรือนักศึกษา

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาหลักสูตรเพิ่มเติมในเรื่องการซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อให้หลักสูตรมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. ควรมีกระบวนการสัมภาษณ์คัดเลือก ผู้ที่จะเข้ารับการฝึกอบรมก่อนการฝึกอบรม

3. ควรมีการทำแบบสำรวจเพื่อติดตามผู้ที่ได้รับการฝึกอบรม สำหรับการนำข้อมูลจากประสบการณ์จริงของผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมมาพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

4. ควรทำการทดสอบหลักสูตรการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างผู้ที่มีระดับความรู้ที่สูงกว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลที่ได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมการจัดหางาน. (2549). *วารสารข่าวสารตลาดแรงงาน ไตรมาศที่ 3*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยตลาดแรงงาน กรมการจัดหางาน.

กฤช อัมโภชน์. (2520). *การสร้างหลักสูตรและโครงการฝึกอบรม*. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

กานดา พูนลาภทวี. (2530). *สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซนเตอร์.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2551). *คำนิยาม*. สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2551, จาก http://www.pea.co.th/peac1/sakaew/service_how2_setting_equipment1.htm

----------. (2552). *มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2552, จาก http://www.pea.or.th/standardelectric/standardelec.html

กิติ ตยัคคานนท์. (2520). *การบริหารและการพัฒนาบุคลากร*. กรุงเทพฯ: สำนักข่าวพานิช.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2532). *รายงานการวิจัยการสังเคราะห์กรณีศึกษาผู้ประกอบอาชีพในภาคพานิชยกรรมและบริการ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

เครือวัลย์ ลิ่มอภิชาต. (2531). *หลักและเทคนิคการจัดการฝึกอบรมและการพัฒนา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สยามศิลป์การพิมพ์.

ฆนัท ธาตุทอง. (2550). *เทคนิคการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

จักรตรา โขมะสรานนท์. (2544). *เอกสารคำสอนรายวิชาติดตั้งไฟฟ้า*. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร.

จรวย บุญยุบล. (2529). *พลังงาน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จริยา ทัพพะกุล ณ อยุธยา. (2530). *แนวทางส่งเสริมการประกอบอาชีพอิสระ: การศึกษาเพื่อคุณภาพแรงงานศิลปหัตถกรรมและอาชีวะศึกษา ครั้งที่40.*

เจียรนัย ทรงชัยกุล. (2533). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอาชีพอิสระ*. นนทบุรี: เอกสาร ประกอบการสอนชุดวิชาการแนะแนวในระดับประถมศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. หน้า 415.

ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. (2539). *การพัฒนาหลักสูตร: หลักการและแนวปฏิบัติ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ อลีน เพรส.

เฉลิมพล คงจันทร์. (2541). การพัฒนาหลักสูตร ฝึกอบรมเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับนักศึกษาช่างยนต์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เฉลียว บุรีภักดี และคนอื่นๆ. (2529). *แนวโน้มการทำงานของเยาวชนไทย สรุปผลการวิจัยเชิงสำรวจ : โครงการศึกษาการทำงานของเยาวชนไทย.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาการศึกษาแห่งชาติของประเทศไทย.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2534). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

----------. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิต.

เชษฐา บุญชวลิต. (2540). การสร้างชุดการเรียนด้วยตนอง เรื่องการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า วิชา ช0278 ช่างเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทิพวัน ถือคำ. (2533, มกราคม). *บทบาทของครูแนะแนวต่อการสร้างเจตคติในการประกอบอาชีพอิสระ.* หนังสือพิมพ์แนวหน้า. หน้า 43-44.

ธนู อยู่สำราญ. (2539). การสร้างชุดการเรียนเรื่องการซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน วิชา ง 013 งานช่างพื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ธวัชชัย ชัยจิรฉายากุล. (2529). *การพัฒนาหลักสูตรจากแนวคิดสู่การปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ: อักษรบัณฑิต.

ธีรวุฒิ บุญยโสภณ. (2527). *หลักการจัดฝึกอบรมและบุคลากรในโรงงาน.* กรุงเทพฯ:

ธำรง บัวศรี. (2531). *ทฤษฎีหลักสูตร : การออกแบบและการพัฒนา.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ธนธัชการพิมพ์.

นิคม จันทรวิฑูร. (2530). *เยาวชนกับการศึกษา...เพื่อให้มีงานทำ"แรงงานสัมพันธ์".*

นพคุณ ชูทัน. (2536). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการประกอบอาชีพอิสระ ประเภทช่างอุตสาหกรรมในโรงเรียนมัธยมศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นพดล บุญเกื้อ. (2549). *การพัฒนาหลักสูตรอบรมขั้นตอนการปฏิบัติงานสถานีเครือข่ายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ Code Division Multiple Access : CDMA.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นพพงษ์ บุญจิตราดุลย์ และทัศนีย์ ศุภเมธี. (2525). *ตัวประกอบที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของการอบรมครูประจำการโปรแกรมพัฒนาสมรรถภาพผู้บริหารในวิทยาลัยครู.* กรุงเทพฯ

นวรัตน์ ปลื้มสติ. (2544). *ผลของการแนะแนวอาชีพที่มีอาชีพอิสระของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจันทร์หุ่นบำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การแนะแนวและจิตวิทยาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2532). *การวิจัยเบื้องต้น.* มหาสารคาม: ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปกรณ์ วงศ์สวัสดิ์. (2533) *ผลการใช้ชุดการแนะแนวอาชีพที่มีต่อความสนใจในอาชีพอิสระในท้องถิ่นของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนประจวบคีรีขันธ์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การแนะแนวและจิตวิทยาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ปราโมทย์ เจนการ. (2523). *การศึกษาอบรมกับการเป็นผู้ประกอบการ.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประดิษฐ์ ชาสมบัติ ผาสุก พงษ์ไพจิตร. (2531). *การประกอบอาชีพส่วนตัวในกรุงเทพมหานคร.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

เปรื่อง กิจรัตนี. (2532). ***การจัดกิจกรรมการเรียนสำหรับอุตสาหกรรมศิลป์.*** **กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร.**

เปรื่อง กุมุท. (2520). *เทคนิคการฝึกอบรม.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ฝ่ายการศึกษาอาชีพศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน. (2535). *การเดินสายไฟภายในอาคารตาม หลักสูตรวิชาชีพไฟฟ้าเชิงธุรกิจ.* พิมพ์ครั้งที่ 1. : ฝ่ายการพิมพ์ ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนภาคเหนือ.

พงศ์ หรดาล. (2539). *การวางแผนการฝึกอบรมและการพัฒนาบุคลากร.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมศึกษา สถาบันราชภัฏพระนคร.

พนิจดา วิระชาติ. (2543). *การฝึกอบรมกับการพัฒนาอาชีพ.* พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์.

พยอม วงษ์สารศรี. (2530). *องค์การและการจัดการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พรานนกการพิมพ์.

พรเทพ เมืองแมน. (2544). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสื่อการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

ไพฑูรย์ เครือแก้ว. (2528). *ลักษณะสังคมไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์บพิธ

ไพศาล หวังพานิช. (2531). *วิธีการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ภูวดล ภูดิน. (2551). บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐานสำหรับงานเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. สารนิพนธ์ ศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

มงคล ชมบุญ. (2544). *การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและการติดตั้งไฟฟ้าในโรงงาน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ พริ้นติ้งกรุ๊ป จำกัด.

ยุพิน องคานนท์. (2533). *ทัศนคติของนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตรที่มีต่อการประกอบอาชีพอิสระ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

เริงลักษณ์ โรจน์พันธ์. (2529). *เทคนิคการฝึกอบรม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .

ลือชัย ทองนิล. (2548). *คู่มือช่างในบ้าน ชุดช่างไฟฟ้าในบ้าน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บ้านและสวน.

วันชัย คงเพ็ชร์. (2535). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม สำหรับครูอุตสาหกรรมศึกษา ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วินัย ณรงค์ฤทธิ์. (2530). *เหตุผลเชิงจริยธรรมและทัศนคติของนักเรียนต่ออาชีพต่าง*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การแนะแนวและจิตวิทยาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สงัด อุทรานันท์ . (2532). ***พื้นฐานและหลักการพัฒนาหลักสูตร***. **พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:** โรงพิมพ์มิตรสยาม.

สัญญา จัตตานนท์. (2527). *แนวโน้มการประกอบอาชีพอิสระในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สันทัศน์ วงศ์มาก. (2541). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมช่างเทคนิคระบบการสื่อสารใยแก้วนำแสงขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมคิด พรมจุย และคณะ. (2540). *การศึกษาการส่งเสริมอาชีพอิสระเพื่อการมีรายได้ระหว่างเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สมบุญ อินทขันตี. (2543). *อาชีพอิสระ กระบวนการฝึกอบรมและแนวทางในการประกอบอาชีพ.* สารนิพนธ์ ศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมบูรณ์ ตันยะ. (2524). *การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพด้านการสอนของครูประจำการระดับประถมศึกษา.*

สมพงษ์ พูลสวัสดิ์. (2532). *การจัดการเรียนการสอนอาชีพอิสระในโรงเรียนมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ:

สุนทร ตรีนุภาพ และ อดุลย์ มหาสมุทร และ เสริม หอมสุวรรณ และ จิรภัทร์ โพธิ. (2530). เทคนิคการเดินสายและการออกแบบติดตั้ง.

สุนทร โคตรบรรเทา. (2547). *การพัฒนาและการนำใช้หลักสูตร.* พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.

สุนทร โคตรบรรเทา. (2527). *การศึกษากับปัญหาการมีงานทำในประเทศกำลังพัฒนา.* กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุมณฑา แสงทิพย์. (2539). *เจตคติการประกอบอาชีพอิสระของนักเรียนคหกรรมกลุ่มอาชีวะศึกษาภาคตะวันออก. วิทยานิพนธ์ คอ.ม.* กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.

สุมิตร คุณานุกร. (2518)**.** ***หลักสูตรและการสอน*****. กรุงเทพฯ**: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

สุรเดช วิเศษสุรการ. (2518). *ข้อคิดในการทำ างานเพื่อมุ่งจุดเน้น 7 ประการของกรม อาชีวศึกษา.* กรุงเทพมหานคร สำนักงานพัฒนาคุณภาพอาชีวศึกษา กรมอาชีวศึกษา

สุวรรณ บุญทิพย์. (2543). *ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สำเนาว์ ขจรศิลป์. (2529). *การแนะแนวอาชีพในสถาบันศึกษา.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. (2551). *สาระน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้า.* สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2551, จาก http://www.energy.go.th/moen/upload/File/publicdocument/Conservation/13.pdf

----------. (2551). สาระน่ารู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องเครื่องปั๊มน้ำ. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2551, จาก http://www.energy.go.th/moen/upload/File/from%20Moen%2029_June_2007/แม่บ้าน/Pum_Water.pdf

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2550). *สารสถิติ ปีที่18 ฉบับที่2*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2527). *รายงานผลการสำรวจการทำงานและการว่างงานของกำลังคนระดับกลางและระดับสูง พ.ศ.2527*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์. (2535). *การศึกษาการประกอบอาชีพอิสระของผู้สำเร็จอาชีวศึกษา.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

อุทุมพร จามรมาน. (2533). *คู่มือการประเมินการฝึกอบรม*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

อุทัย บุญประเสริฐ. (2540). *หลักสูตรและการบริหารงานวิชาการโรงเรียน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ เอส ดี เพรส.

อุทัย หิรัญโต. (2523). *หลักการบริหารงานบุคคล.* กรุงเทพฯ: พีระพัฒนา

อุษณีย์ วิสิทธิ์. (2546). *ผลของชุดกิจกรรมแนะแนวอาชีพที่มีต่อเจตคติในการประกอบอาชีพอิสระของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดกรุงเทพมหานคร.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การแนะแนวและจิตวิทยาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. ถ่ายเอกสาร.

อาชวัน วายวานนท์. (2525). การศึกษาจากกรณีเพื่อการอบรมด้านการบริหาร. กรุงเทพฯ: กรมสรรพสามิตร.

อารีรัตน์ พัฒนเพ็ญ. (2529). *ผลการทดลองใช้ข้อมูลด้านการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่ออาชีพ อิสระของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางละมุง จังหวัดชลบุรี.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(การแนะแนวและจิตวิทยาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Beach, Dale S. (1980). *The Management of People at Work. 3 ed.* New York: McMillan Publishing.

Bergman, B. R. E. (1996). *Participant-Oriented Evaluation of a Corporate Training Program (System Development)*. Dissertation Abstracts International. Pepperdine University.

Bolanos, C.R. (1998). *An evaluation of a Social Skills Training Curriculum for Anger Management in a Chronic Hospitalized Population (Chronic Mental Illness).* Dissertation Abstracts International. Boston University.

Dortch, T. A. (1997). *The Development of Curriculum and Instruction at Wilberforce University From 1941 to 1947 (African-American, Ohio).* Dissertation Abstracts International. The University of Akron.

Hornads & Aboud. (n.d.). *Characteristic of Successful Enterpreneurship*, C.N. Baumback and I.R. Manours ed. Enterpreneurship and Venture Management. p.12.

Jones, M. L. (1996). *Development of a Sexual Abuse Training Curriculum for the Addiction Field (Abuse, Incest, Alcohol Abuse, Drug Abuse). Dissertation Abstracts International.* City University of New York.

Nicholson, B. J. W. (1971). *Design for an In-Service Education model for General Education and Special Education Teacher and Assessment of Their Perceived Needs.* Dissertation Abstracts International.

Noell, P. S. (1996). *Training and Development Needs of Governing Boards of Independent Colleges and Universities. Dissertation Abstracts International*. Texas Tech University.

Perezi, E. N. (1994). *Labour Insertion Integrated on Occupational Training Curriculum*. Spain : Dissertation Abstracts International University Autonoma De Barcelona.

Taba, Hilda. (1962). *Curriculum Development Theory and Practice*. New York: Harcourt, Brace & World, Inc.

Tyler, Ralph W. (1950). *Basic Principles of Curriculum and Instruction.* Chicago: University of Chicago Press.

Wilt, D. F. (1997). *The Effect of Training With Authentic Activities and Instruction Scaffolding on The Situation Awareness of Instrument Flight Students. Dissertation Abstracts International.* Florida Institute of Technology.

Wright, L. A. (1996). *CURRENT TRAINING PRACTICES AND TRAINING NEEDS OF MANUFACTURERS IN THE HOLMES COMMUNITY COLLEGE* DISTRICT (MISSISSIPPI)". Dissertation Abstracts International. THE UNIVERSITY OF MISSISSIPPI.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และจดหมายขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. นายฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ	ครูชำนาญการ / เจ้าหน้าที่งานวิจัยพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ / นวัตกรรมสถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
2. นางรำพึง นามเสถียร	ครูชำนาญการ / หัวหน้างานสวัสดิการและพยาบาล สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
3. อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์	สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. นายธรรมนูญ สุขหวาน	สถานที่ทำงาน บริษัท จัสเทล เนตเวิร์ค จำกัด
5. นายปรีชา อรุณโชติ	สถานที่ทำงาน การไฟฟ้านครหลวง เขตราษฎร์บูรณะ

ที่ ศธ 0519.12/๑๕๕๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๔ สิงหาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะกรรมการบริหารสถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม

เนื่องด้วย นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร" โดยมี อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุม การทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ ครูชำนาญการ/ เจ้าหน้าที่งานวิจัยพัฒนาสิ่งประดิษฐ์/นวัตกรรม และ นางรำพึง นามเสถียร ครูชำนาญการ/ หัวหน้างานสวัสดิการและพยาบาล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการสอนเรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5067
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 084-0106-623

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่ ศธ 0519.12/๑๕๘๓ **วันที่** ๒๔ สิงหาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร" โดยมี อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุม การทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการสอนเรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่ ศธ 0519.12/ 1126 **วันที่** 4 ธันวาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร" โดยมี อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ อาจารย์อัมพร กุญชรรัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ และ แบบประเมินการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ศธ 0519.12/1136

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

4 ธันวาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้จัดการฝ่ายการตลาดและการขาย บริษัท จัสเทล เนตเวิร์ค จำกัด

เนื่องด้วย นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร" โดยมี อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ นาย ธรรมนูญ สุขหวาน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ และ แบบประเมินการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5067, 0-2258-4119 ต่อ 110

ที่ ศธ 0519.12/ ๑๑๖๐๗

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๔ ธันวาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน หัวหน้าเขตราษฎร์บูรณะ การไฟฟ้านครหลวง

เนื่องด้วย นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร" โดยมี อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ นายปรีชา อรุณโชติ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ และ แบบประเมินการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5067, 0-2258-4119 ต่อ 110

ภาคผนวก ข
ตารางวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตร

ตารางจัดลำดับเนื้อหาการเรียนการสอนหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ชื่อผู้แต่ง (ชื่อหนังสือ) / หัวข้อ	ผศ.จักรตรา โขมะสรานนท์ (การติดตั้งไฟฟ้า)	มงคล ชมบุญ (การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและการติดตั้งไฟฟ้าในโรงงาน)	สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น (อุปกรณ์ไฟฟ้า)	คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย)	รัชนัย อินทุใส (การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน)	สรุป
- พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร	1	2		2	3	2
- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร	2	3	1	1	2	1
- หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	5	7	2	5		6
- การเดินสายไฟภายในอาคาร	4	4	3	3	4	3
- การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า	3	6		4		4
- การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	6	5	5	6		7
- การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ	7	8	4	7	5	8
- การประเมินราคา	9	9			6	9
- ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า	8	1		8	1	5

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาในรูปแบบตารางไขว้ (Cross Tabulation)

ลักษณะทั่วไป / รูปแบบการดำเนินชีวิต	ทักษะพิสัย								พุทธิพิสัย								จิตพิสัย							
	ด้านร่างกาย	ด้านการเคลื่อนไหว	ด้านการใช้ประสาทสัมผัส	ด้านการปรับตัว	ด้านการสื่อความหมาย	ด้านการคิดสร้างสรรค์	ด้านการรับรู้	ด้านการรู้คิด	ด้านความจำ	ด้านการคิดวิเคราะห์	ด้านการประยุกต์ใช้	ด้านการวิเคราะห์	ด้านการสังเคราะห์	ด้านการประเมินค่า	ด้านการสร้างสรรค์	ด้านการรับรู้	ด้านการตอบสนอง	ด้านการเห็นคุณค่า	ด้านการจัดระบบ	ด้านการสร้างลักษณะนิสัย	ด้านการรับรู้	ด้านการตอบสนอง	ด้านการเห็นคุณค่า	ด้านการจัดระบบ	ด้านการสร้างลักษณะนิสัย
1. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานคร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานคร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานคร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานคร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานครที่มีอายุระหว่าง 20-30 ปี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานครที่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานครที่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานครที่มีอายุระหว่าง 51-60 ปี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9. ชายที่ใช้บริการร้านตัดผมชายในเขตกรุงเทพมหานครที่มีอายุระหว่าง 61-70 ปี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางแบ่งเวลาการเรียนของเนื้อหาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

พฤติกรรมการเรียนรู้ / เนื้อหาสาระ	พุทธพิสัย						ทักษะพิสัย							รวม	คิดเป็นร้อยละ (%)	น้ำหนักความสำคัญ (32 ชั่วโมง)
	จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	เลียนแบบ	ทำตามได้	ทำได้ถูกต้องแม่นยำ	ทำได้ต่อเนื่องสม่ำเสมอ	ทำได้ถูกขั้นตอน	ประยุกต์	สร้างสรรค์ใหม่			
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	130		
1. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร	9.00	8.67	8.67				8.67						8.67	43.67	10.82%	4
2. พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร	8.67			8.67			7.33	7.67	7.67	7.33		7.33		54.67	13.54%	4
3. การเดินสายไฟภายในอาคาร		8.67			8.67		9.33		8.67	8.67				44.00	10.90%	4
4. การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า		8.67	8.33				7.00	7.33	8.00	8.00	7.00			54.33	13.46%	4
5. ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า	9.00	9.67	9.00				7.67	8.67	8.33					52.33	12.96%	4
6. หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า		8.67	9.00				8.67	9.00			8.67			44.00	10.90%	4
7. การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง		9.00	9.33				9.33			9.00				36.67	9.08%	3
8. การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ		7.67	7.33			6.67			7.33	6.67		6.67		42.33	10.49%	3
9. การประเมินราคา		6.00	6.67			6.33				6.00		6.67		31.67	7.84%	2
รวม	26.67	67.00	58.33	8.67	8.67	13.00	58.00	32.67	40.00	45.67	15.67	20.67	8.67	403.67	100.00%	32

ตารางโครงสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

วันที่ฝึกอบรม	ระยะเวลา							
	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00
วันที่ 1	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร (4 ชั่วโมง)				พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร (4 ชั่วโมง)			
วันที่ 2	การเดินสายไฟภายในอาคาร (4 ชั่วโมง)				การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า (4 ชั่วโมง)			
วันที่ 3	ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า (4 ชั่วโมง)				หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า (4 ชั่วโมง)			
วันที่ 4	การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง (3 ชั่วโมง)			การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ (3 ชั่วโมง)			การประเมินราคา (2 ชั่วโมง)	
หมายเหตุ : พักเที่ยง เวลา 12:00-13:00 น.								

ภาคผนวก ค
แบบประเมินหลักสูตร

แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรการฝึกอบรม
เรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

คำชี้แจง แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตร

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามระดับความคิดเห็นของท่าน

เห็นด้วย หมายถึง เนื้อหาหลักสูตรมีความเหมาะสม

ไม่แน่ใจ หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาหลักสูตรมีความเหมาะสม

ไม่เห็นด้วย หมายถึง เนื้อหาหลักสูตรไม่มีความเหมาะสม

ตอนที่ 1 แบบประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตร

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
	<u>จุดมุ่งหมายของหลักสูตร</u>			
1.	มีคำอธิบายรายวิชา	.....	.....	.....
2.	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความชัดเจน	.....	.....	.....
	<u>เนื้อหาของหลักสูตร</u>			
1.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร	.....	.....	.....
2.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร	.....	.....	.....
3.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับเทคนิคในการเดินสายไฟในรูปแบบต่างๆ สำหรับการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร	.....	.....	.....
4.	มีเนื้อหาการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้าภายในอาคาร	.....	.....	.....
5	มีเนื้อหาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าและการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร	.....	.....	.....
6.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นภายในอาคารที่พักอาศัย	.....	.....	.....
7.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนในการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	.....	.....	.....

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
8.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า และการประเมินราคาค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร	.....	.....	.....
	<u>กิจกรรมการฝึกอบรม</u>			
1.	เรียงลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	.....	.....	.....
2.	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	.....	.....	.....
3.	เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	.....	.....	.....
	<u>อัตราเวลาเรียนของหลักสูตร</u>			
1.	เหมาะสมกับเนื้อหา	.....	.....	.....
2.	เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	.....	.....	.....
	<u>สื่อการเรียนการสอน</u>			
1.	เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	.....	.....	.....
2.	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา	.....	.....	.....
	<u>การวัดผลและประเมินผล</u>			
1.	สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	.....	.....	.....
2.	ใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลได้เหมาะสม	.....	.....	.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ท่านมีข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นใดเกี่ยวกับหลักสูตรการฝึกอบรม เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร ในด้านต่อไปนี้

1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร……...

……

……..

2. เนื้อหาของหลักสูตร……..

……..

……..

3. กิจกรรมการเรียนการสอน……

……..

……..

4. อัตราเวลาเรียนของหลักสูตร……

……..

……..

5. สื่อการเรียนการสอน……

……..

……..

6. การวัดผลและประเมินผล……

……..

……..

7. ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรที่จะทำให้หลักสูตรมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

……..

……..

……..

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์ในด้านความรู้ระหว่างการฝึกอบรม

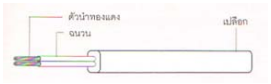
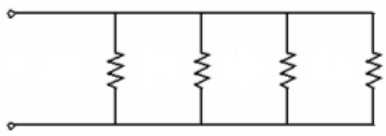
คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความเห็นว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ แล้วเขียนผลการประเมินของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นซึ่งมี 3 ระดับ ดังนี้

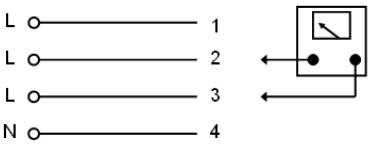
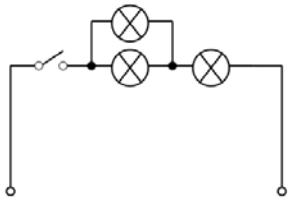
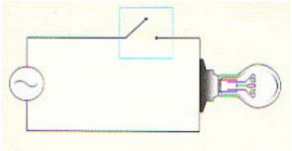
+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

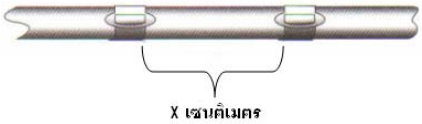
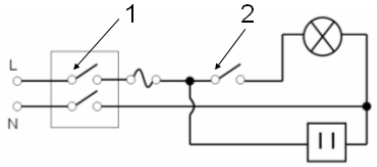
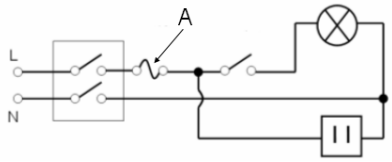
0 หมายถึง ไม่แน่ใจข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

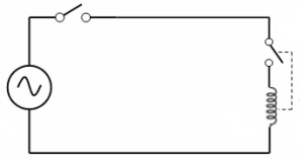
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
1. บอกลักษณะและหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร</u> 1. อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า 2. อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดที่ใช้สำหรับป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร 3. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด 4. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด 5. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด 6. หน้าที่ของคอนซูมเมอร์ยูนิต คืออะไร			

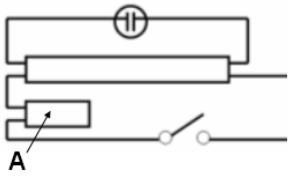
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
2. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม	7. อาคารติดตั้ง เครื่องวัดไฟขนาด 15 แอมแปร์ 1 เฟส ควรเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเท่าใด 8. สายไฟฟ้าดังรูปเป็นสายไฟฟ้าชนิดใด และเหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบใด 			
3. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	9. สีและการใช้งานของสายไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง 10. สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับ เปิด-ปิด หลอดไฟฟ้า จะต่อเข้ากับสายไฟฟ้าเส้นใด			
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร</u>			
1.อธิบายระบบแรงดันไฟฟ้าได้	1. การไฟฟ้าฯ ได้ให้คำนิยามของระบบแรงดันไฟฟ้าระบบแรงต่ำหมายถึงแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสขนาดเท่าใด 2. ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ที่ใช้ในอาคารที่พักของประเทศไทย มีขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่าไร 3. ระบบเฟสที่การไฟฟ้าจ่ายให้กับบ้านเรือนทั่วไป มีกี่เฟส			
2. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าได้	4. เครื่องมือชนิดใดที่สามารถแสดงขนาดของแรงดันไฟฟ้าได้ 5. อุปกรณ์ไฟฟ้าใดที่ใช้ เพิ่มหรือลดระดับแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ			
3. อธิบายวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าได้	6. การต่อวงจรดังรูปด้านล่าง เป็นการต่อวงจรแบบใด 			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
1. อธิบายเทคนิคและเครื่องมือสำหรับการเดินสายไฟภายในอาคารได้	7. สัญลักษณ์ด้านล่างเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด และทำหน้าที่อะไร 8. จากรูปข้อใดถูกต้อง  9. วงจรไฟฟ้าด้านล่างเป็นการต่อวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบใด  10. วงจรไฟฟ้าด้านล่าง ข้อใดกล่าวถูกต้อง  <u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเดินสายไฟภายในอาคาร</u> 1. การร้อยสายไฟด้วยท่อพีวีซี ถ้าทำการต่อสายเลี้ยวเกิน 360 องศา จะเป็นอย่างไร 2. อุปกรณ์ใดที่ใช้ในการตีเส้นสำหรับการเดินสายไฟ 3. จากรูปด้านล่าง เป็นการใช้อุปกรณ์ใด ในการต่อสาย 4. ข้อใดถูกต้อง 5. ข้อใด**<u>ผิด</u>**			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
2. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเดินสายไฟภายในอาคารได้อย่างถูกต้อง	6. วัสดุที่ใช้ทำคลิปรัดสายทำจากวัสดุชนิดใด 7. คลิปรัดสายไฟเบอร์ 1 เหมาะกับสายไฟขนาดเท่าไร 8. การเดินสายไฟด้วยการฝังในกำแพงจำเป็นต้องใช้วิธีการเดินสายไฟแบบใด 9. จากรูปด้านล่าง ในการเดินสายไฟด้วยคลิปรัดสายทั่วๆ ไป ควรมีระยะห่างของคลิปรัดเท่าใด  10. อุปกรณ์ใด **<u>ไม่ใช่</u>** อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสายไฟ			
1.อธิบายอุปกรณ์ไฟฟ้าและหลักการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้าได้	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า</u> 1. จากวงจรไฟฟ้าด้านล่าง ถ้าใช้ไขควงวัดไฟทำการวัดไฟที่จุด 1 และ 2 ผลจะปรากฏอย่างไร  2. จากวงจรไฟฟ้าด้านล่าง อุปกรณ์ A คืออุปกรณ์ไฟฟ้าใด  3. จากผลการใช้ไขควงวัดไฟในข้อที่ 1 ข้อใดถูก 4. ข้อใด**<u>ผิด</u>**			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
	5. ข้อใด**ไม่ใช่**หน้าที่ของแผงควบคุมไฟฟ้า 6. ข้อใดถูกต้อง			
2. ตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้าได้	7. ถ้าพบฟิวส์ในวงจรไฟฟ้าขาดควรทำสิ่งใด 8. ถ้าขันสกรูขั้วยึดสายไฟที่คัทเอ๊าท์ไม่แน่นจะเป็นสาเหตุให้เกิดอะไร 9. สาเหตุใดอาจทำให้ใบมีดของคัทเอ๊าท์เกิดความร้อนขึ้นได้ 10. สาเหตุการขาดของฟิวส์คือข้อใด			
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า			
1. อธิบายข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าได้	1. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง 2. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้า ข้อใด**ผิด**			
2. บอกสาเหตุและหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าได้	3. ข้อใดคือปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้กระแสไฟฟ้าเกิน 4. การที่ไฟฟ้าไหลจากสายไฟเส้นหนึ่งไปยังสายไฟอีกเส้นหนึ่ง โดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าหมายถึงข้อใด 5. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ปลดวงจรไฟฟ้า เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าเกิน 6. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร			
3. อธิบายวิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าได้	7. ข้อใดเป็นวิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้อย่างดีที่สุด 8. วิธีการใด**ไม่**สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าดูดได้			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
	9. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า 10. ข้อใดถูกต้อง <u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า</u>			
1.อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	1. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด**<u>ไม่ได้</u>**แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล 2. เครื่องปั๊มน้ำไฟฟ้าใช้หลักการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานใด 3. จากวงจรด้านล่าง เป็นวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด  4. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด เป็นการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน			
2. อธิบายส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	5. ข้อใดเป็นส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 6. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**ส่วนประกอบของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์			
3. เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	7. หลอดไฟชนิดใดที่ใช้ในการตรวจสอบธนบัตรปลอม 8. หลักการทำงานของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ในขณะที่หลอดเปล่งแสงสว่างออกมาแล้ว อุปกรณ์ใดไม่ทำงาน			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
	9. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด ใช้กระแสไฟฟ้ามากที่สุด 10. หลอดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อรับกระแสไฟฟ้าจะไม่สว่างทันที <u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง</u>			
1.อธิบายส่วนประกอบของอุปกรณ์ส่องสว่างได้	1. ส่วนประกอบของบัลลาสท์คือข้อใด 2. ขั้วหลอดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำหน้าที่อะไร 3. สตาร์ทเตอร์ภายในประกอบด้วย 2 ขั้ว เรียกว่าอะไร			
2. บอกหน้าที่และการปฏิบัติในการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	4. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ตัดต่อวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขณะเริ่มต้นการทำงาน 5. ช่วงแรกของการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์แรงดันจะไหลผ่านอุปกรณ์ตามลำดับใดบ้าง 6. จากรูปด้านล่าง อุปกรณ์ A หมายถึง อุปกรณ์ส่วนใดของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์  			
3. สามารถตรวจสอบการทำงานและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ส่องสว่างไม่ทำงานได้	7. การทดสอบหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยนำหลอดที่สงสัยว่าเสียมาเปลี่ยนกับหลอดที่ใช้งานได้ตามปกติและผลปรากฏว่าหลอด**<u>ไม่</u>**เปล่งแสงสว่างแสดงว่าหลอดที่นำมาทดสอบเป็นอย่างไร 8. หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีปลอยหลอดสีดำเกิดขึ้นแสดงว่าหลอดอยู่ในสภาพใด			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
	9. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**สาเหตุที่ทำให้หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้ไม่ติด 10. ข้อใดถูกต้อง <u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ</u>			
1. อธิบายการใช้อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	1. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดที่จำเป็นต้องมีการต่อระบบสายดิน 2. ในการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้าขั้วต่อสายภายในสวิตช์ไม่แน่น อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอะไร 3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ของเครื่องทำน้ำอุ่นมีหน้าที่อะไร			
2. สามารถปฏิบัติและเข้าใจหลักการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า	4. สิ่งใดจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น 5. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**สิ่งจำเป็นสำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น <u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ</u>			
1. อธิบายการคำนวณค่าใช้จ่ายเบื้องต้นสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารบ้านเรือนได้	1. ข้อใด**<u>ผิด</u>** 2. ข้อใดถูกต้อง 3. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับผลผลิตปัจจัยรวม 4. ข้อใดเป็นต้นทุนผันแปร 5. ข้อใดสามารถเพิ่มรายได้ให้กับผู้ประกอบการได้			

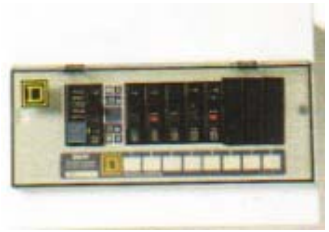
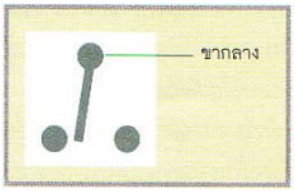
แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์ในด้านความรู้ หลังการฝึกอบรม

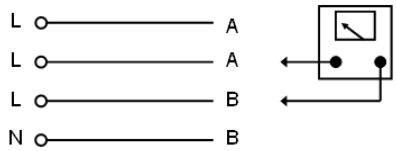
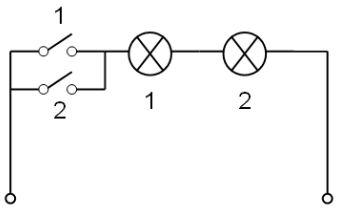
คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความเห็นว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ แล้วเขียนผลการประเมินของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นซึ่งมี 3 ระดับ ดังนี้

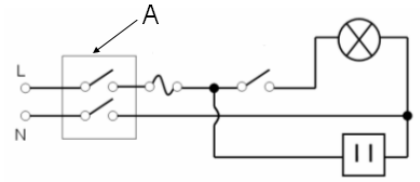
+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

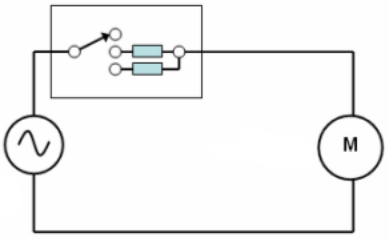
0 หมายถึง ไม่แน่ใจข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

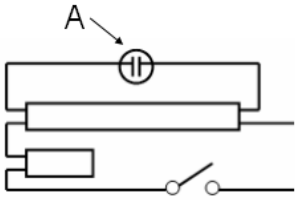
-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
1. บอกลักษณะและหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้	1. เต้ารับ และเต้าเสียบ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ทำหน้าที่ใด 2. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด  3. สัญลักษณ์ด้านล่างหมายถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด 			
2. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม	4. เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 50 แอมแปร์ เหมาะกับอาคารที่พักอาศัยที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟขนาดเท่าใด			
3. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	5. สายไฟฟ้าสีเขียว หมายถึงอะไร			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
4.อธิบายระบบแรงดันไฟฟ้าได้	6. ถ้าทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ของอาคารที่พักในประเทศไทย ตามตำแหน่ง AA และ BB ดังรูป จะได้ค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับเท่าใด 			
5. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าได้	7. มัลติมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าทางไฟฟ้าใด			
6. อธิบายวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าได้	8. การต่อวงจรดังรูปด้านล่าง สวิตช์ไฟฟ้าต่อวงจรแบบใด  9. จากวงจรข้อที่ 8 ถ้าสวิตช์หมายเลข 1 กดเปิด และหลอดไฟหมายเลข 1 ขาด จะส่งผลใดต่อวงจรไฟฟ้า 10. สัญลักษณ์ด้านล่างเป็นสัญลักษณ์ใด			
7. อธิบายเทคนิคและเครื่องมือสำหรับการเดินสายไฟภายในอาคารได้	11. สายไฟชนิดใดที่เหมาะกับการเดินสายไฟโดยใช้คลิปรัด 12. การเดินสายไฟฟ้าโดยวิธีใดเหมาะกับการฝังดินหรือฝังผนัง			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
8. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเดินสายไฟภายในอาคารได้อย่างถูกต้อง	13. ข้อใดถูกต้องที่สุด 14. บักเต้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่ใด 15. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ใด และมีหน้าที่อย่างไร 			
9. อธิบายอุปกรณ์ไฟฟ้าและหลักการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้าได้	16. จากวงจรไฟฟ้าด้านล่าง อุปกรณ์ A คืออุปกรณ์ไฟฟ้าใด  17. จากวงจรไฟฟ้าข้อที่ 16 ถ้าเปิดสวิตช์ไฟฟ้าและหลอดไฟไม่ติด เกิดจากสาเหตุใด 18. ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่อะไร			
10. ตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้าได้	19. ข้อใดเป็นผลจากเต้ารับที่เกิดอ๊อกไซด์ที่บริเวณรูเสียบ 20. ข้อใด**<u>ผิด</u>**			
11. อธิบายข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าได้	21. สิ่งแรกที่ควรทำก่อนการลงมือเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เสียหาย 22. การแขวนป้ายแสดงการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าควรแขวนไว้ที่ใด			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
	23. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง			
12. บอกสาเหตุและหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าได้	24. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**สาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าดับ			
13. อธิบายวิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าได้	25. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบสายดิน			
14.อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	26. ข้อใดเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล 27. ไดร์เป่าผม เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบใด			
15. อธิบายส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	28. จากวงจรด้านล่าง เป็นวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด 			
16. เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ได้อย่างถูกต้อง	29. หลอดไฟฟ้าดังรูปเป็นหลอดไฟฟ้าชนิดใด 30. หลักการทำงานของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไอปรอท และก๊าซอากอน จะนำกระแสไฟฟ้า เมื่อได้รับความร้อนจากส่วนประกอบใด			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
17.อธิบายส่วนประกอบของอุปกรณ์ส่องสว่างได้	31. จากรูปวงจรด้านล่าง อุปกรณ์ A หมายถึงอุปกรณ์ส่วนใดของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ 			
18. บอกหน้าที่และการปฏิบัติในการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	32. หน้าที่ควบคุมแรงดันและกำหนดกระแสไฟฟ้าให้พอเหมาะกับไส้หลอด คือหน้าที่ของอุปกรณ์ใดในวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์			
19. สามารถตรวจสอบการทำงานและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ส่องสว่างไม่ทำงานได้	33. การตรวจซ่อมวงจรการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อเปิดสวิตช์แล้วหลอดไม่เปล่งแสงสว่างเลย ควรทำการตรวจเช็คสาเหตุจากจุดใดก่อน 34. การตรวจสอบไส้หลอดด้วยวิธีการเขย่าผลปรากฏว่า**<u>ไม่มี</u>**เสียงดังกริ๋ง ๆ แสดงว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่ในสภาพใด			
20. อธิบายการใช้อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	35. ข้อใด**<u>ผิด</u>** 36. สาเหตุที่ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานไม่สม่ำเสมอ ติด ๆ ดับ ๆ คือข้อใด			
21. สามารถปฏิบัติและเข้าใจหลักการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า	37. เมื่อเครื่องทำน้ำอุ่นเสียเนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจรจะพบเหตุการณ์ใด 38. ข้อใดถูกต้อง			

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
22. อธิบายการคำนวณค่าใช้จ่ายเบื้องต้นสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารบ้านเรือนได้	39. ค่าใช้จ่ายใดถือได้ว่าเป็นค่าใช้จ่ายหลักของการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า 40. ในการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายจากข้อใด			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์ในด้านทักษะระหว่างฝึกอบรม

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและลงความเห็นว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ จะนั้นทำการประเมินระดับความคิดเห็นของท่านโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นซึ่งมี 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนของแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร ปฏิบัติการออกแบบและเขียนวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร	1. การออกแบบวงจรไฟฟ้า 2. การใช้สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้า 3. การตรวจสอบวงจรไฟฟ้า			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเดินสายไฟภายในอาคาร ปฏิบัติการเกี่ยวกับการตัดต่อสายไฟและการเดินสายไฟภายในอาคาร	1. การเดินสายไฟแบบใช้คลิปรัดสาย 2. การเดินสายไฟโดยใช้ท่อพีวีซี 3. การเดินสายไฟโดยใช้ช่องเดินสายไฟ 4. การตัดต่อสายไฟรูปแบบต่างๆ			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าบนแผงควบคุมไฟฟ้าได้	1. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของแผงวงจรไฟฟ้า 2. การต่อวงจรไฟฟ้าภายในแผงควบคุมไฟฟ้า 3. การตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้า			

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนของแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น		
		+1	0	-1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่างภายในอาคารได้	1. การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง 2. การต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ส่องสว่าง 3. การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ส่องสว่าง			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ปฏิบัติการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำได้	1. การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์ 2. การตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์ 3. การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์ 4. การตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์ 5. การต่อสายไฟเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้า			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การประเมินราคา สามารถประเมินราคาการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	1. การจัดทำรายการค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ 2. การคิดค่าแรงสำหรับการติดตั้ง 3. การประเมินราคาค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า			

แบบประเมินความเหมาะสมของสอบถามความคิดเห็นต่อหลักสูตร
เรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

เห็นด้วย หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ไม่แน่ใจ หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ไม่เห็นด้วย หมายถึง ข้อคำถามวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
1.	ความสามารถและเทคนิคของวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้			
2.	วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น			
3.	เอกสารประกอบการบรรยายมีความเหมาะสม			
4.	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม			
5.	มีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร			
6.	มีความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร			
7.	มีความรู้เกี่ยวกับการเดินสายไฟภายในอาคาร			
8.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า			
9.	มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า			
10.	มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า			
11.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง			
12.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และการประเมินราคา			
13.	ระยะเวลาของการฝึกอบรมมีความเหมาะสม			
14.	ขนาดของห้องอบรมมีความเหมาะสมกับจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม			
15.	การจัดบริการน้ำดื่ม อาหารเหมาะสม			

ข้อเสนอแนะ

……..

……..

……..

……..

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ง
โครงการฝึกอบรม
หลักสูตรการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

โครงการฝึกอบรม
เรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

1. คำอธิบายรายวิชา

หลักสูตรฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสำหรับบุคคลทั่วไปจัดทำเพื่อใช้ในการฝึกอบรมแก่ผู้ที่มีความสนใจ โดยศึกษาถึงชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าภายในอาคาร รวมทั้งแบบทดสอบเพิ่มเสริมสร้างทักษะในการปฏิบัติงานด้านการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานขั้นพื้นฐานของงานติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพอิสระได้

2. จุดมุ่งหมายของการฝึกอบรม

เพื่อให้ผู้ที่รับการฝึกอบรมได้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานขั้นพื้นฐานของงานติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร เช่น การเดินสายไฟ การติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้า การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า การคิดคำนวณค่าใช้จ่าย และการประเมินราคา รวมทั้งพื้นฐานความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าที่ถูกต้อง

3. เนื้อหาสาระของการฝึกอบรม

เนื้อหาสาระสำคัญของหลักสูตรการฝึกอบรมประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร
2. พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร
3. การเดินสายไฟภายในอาคาร
4. การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า
5. ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า
6. หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
7. การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง
8. การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ
9. การประเมินราคา

โดยมีโครงสร้างเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

โครงสร้างเนื้อหาหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ
เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
1	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. บอกลักษณะและหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้ 2. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม 3. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร 1. หลักการทำงานและหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้า 2. ชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า 3. สัญญาลักษณ์และเครื่องหมายของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ	4
2	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้พื้นฐานของวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายระบบแรงดันไฟฟ้าได้ 2. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าได้ 3. อธิบายวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าได้ 4. สามารถเขียนวงจรไฟฟ้าได้	พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร 1. หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร 2. การใช้สัญลักษณ์และเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้า 3. การต่อวงจรไฟฟ้าและรูปแบบวงจรไฟฟ้าชนิดต่างๆ 4. การออกแบบและเขียนวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร	4

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
3	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ และทักษะการเดินสายไฟภายในอาคาร **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายเทคนิคและเครื่องมือสำหรับการเดินสายไฟภายในอาคารได้ 2. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเดินสายไฟภายในอาคารได้อย่างถูกต้อง 3. ปฏิบัติการเกี่ยวกับการตัดต่อสายไฟและการเดินสายไฟภายในอาคาร	การเดินสายไฟภายในอาคาร 1. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการเดินสายไฟ 2. การแบ่งวงจรไฟฟ้า 3. การเดินสายไฟแบบใช้คลิปรัดสาย 4. การเดินสายไฟโดยใช้ท่อพีวีซี 5. การเดินสายไฟโดยใช้ช่องเดินสายไฟ 6. การตัดต่อสายไฟรูปแบบต่างๆ	4
4	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ และทักษะด้านการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายอุปกรณ์ไฟฟ้าและหลักการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้าได้ 2. ตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้าได้ 3. ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าบนแผงควบคุมไฟฟ้าได้	การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า 1.ชนิดและขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้า 2. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของแผงวงจรไฟฟ้า 3. การต่อวงจรไฟฟ้าภายในแผงควบคุมไฟฟ้า 4. การตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้า	4

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
5	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ และเข้าใจด้านความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าได้ 2. บอกสาเหตุและหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าได้ 3. อธิบายวิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าได้	ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า 1.หลักปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน 2. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล 3.การใช้เครื่องมือตรวจสอบวงจรไฟฟ้า 4. ไฟฟ้าดูด ไฟฟ้ารั่ว และระบบสายดิน	4
6	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 2.อธิบายส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 3. เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง	หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า 1. การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า 2. การแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆ 3. การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ถูกต้อง	4

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
7	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ และทักษะสามารถปฏิบัติงานติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายส่วนประกอบของอุปกรณ์ส่องสว่างได้ 2. บอกหน้าที่และการปฏิบัติในการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง 3. สามารถตรวจสอบการทำงานและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ส่องสว่างไม่ทำงานได้ 4. ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่างภายในอาคารได้	การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง 1. การเลือกขนาดของอุปกรณ์ส่องสว่างให้เหมาะกับการใช้งาน 2. หลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ในอุปกรณ์ส่องสว่าง 3. การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง 4. การต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ส่องสว่าง 5. การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ส่องสว่าง	3
8	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้และทักษะด้านการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 2.อธิบายส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 3. เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง 4. ปฏิบัติการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำได้	การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ 1. การเลือกชนิดและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้า 2. ส่วนประกอบของเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำ 3. การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์ 4. การตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์ 5. การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์ 6. การตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์	3

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
		7. การต่อสายไฟเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้า	
9	**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้และทักษะด้านการประเมินราคาของค่าใช้จ่ายสำหรับงานระบบไฟฟ้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. สามารถจัดทำรายการค่าใช้จ่ายได้ 2. ประเมินค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ไฟฟ้าและค่าแรงสำหรับการติดตั้งได้	การประเมินราคา 1. การจัดทำรายการค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ 2. การคิดค่าแรงสำหรับการติดตั้ง 3. การประเมินราคาค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า	2

4. คุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

เป็นบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจจะประกอบอาชีพอิสระเรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร จำนวน 10 คน โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. วุฒิการศึกษาตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่ 6 ขึ้นไป
2. อายุตั้งแต่ 1 8 ปีขึ้นไป
3. อาศัยอยู่ในเขตจังหวัดนครปฐม

5. ระยะเวลาและสถานที่ในการดำเนินการฝึกอบรม

ระยะเวลา - วันที่ 22 - 25 มีนาคม พ.ศ. 2553 ระยะเวลา 4 วัน

สถานที่ - จังหวัดนครปฐม

6. แผนการฝึกอบรม

6.1 ขั้นเตรียมการฝึกอบรม

6.1.1 จัดทำหลักสูตรการฝึกอบรมและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

6.1.2 ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ และวิทยากร

6.1.3 ประชาสัมพันธ์แก่ผู้ที่สนใจ เพื่อรับการฝึกอบรม

6.1.4 เตรียมเอกสารและสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม

6.2 ขั้นดำเนินการฝึกอบรม

6.2.1 ประสานกับหน่วยงาน ผู้เข้ารับการฝึกอบรมและวิทยากร

6.2.2 จัดสถานที่ เอกสารและสื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม

6.2.3 ดำเนินการฝึกอบรม

6.2.4 ดูแลและอำนวยความสะดวกให้เป็นไปตามกำหนดการของหลักสูตร

6.3 ขั้นการประเมิน

6.3.1 แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ ระหว่างการฝึกอบรมตามเกณฑ์ 85/85

6.3.2 แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ หลังการฝึกอบรมตามเกณฑ์ 85/85

6.3.3 แบบประเมินความเหมาะสมของโครงการฝึกอบรม

7. ผู้รับผิดชอบโครงการ

นายอุดมศักดิ์ จิตสงบ

8. งบประมาณ

ค่าวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม (10 ชุด) 20,000 บาท

ค่าเอกสารคู่มือและแบบทดสอบ (10 ชุด) 2,000 บาท

ค่าอาหาร (80 x10x4)	3,200 บาท
ค่าวิทยากร 5,000 บาท	
ค่าดำเนินการ	4,000 บาท
รวมเป็นเงิน	34,200 บาท

9. แนวทางการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม

1. จัดกิจกรรมโดยยึดจุดประสงค์และเนื้อหาในการสอน
2. จัดกิจกรรมโดยให้ผู้รับการฝึกอบรมได้ปฏิบัติจริง
3. เทคนิคที่ใช้สอน ได้แก่ การบรรยาย การสาธิต และการปฏิบัติจริง

10. การวัดและประเมินผล

1. แบบทดสอบความรู้ระหว่างการฝึกอบรม และหลังการฝึกอบรม
2. แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน
3. แบบทดสอบความคิดเห็นต่อการฝึกอบรม

11. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมได้รับความรู้ ความเข้าใจในเรื่องการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร และสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปประกอบอาชีพอิสระได้

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 1

เรื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกลักษณะและหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้
2. เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม
3. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

เนื้อหา

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร

1. หลักการทำงานและหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้า
2. ชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

3. สัญญาลักษณ์และเครื่องหมายของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ทดลองใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าจริง
3. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 1
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ไฟฟ้า
5. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

ตรวจแบบทดสอบ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารและบ้านพักอาศัยทั่วไปสามารถจำแนกประเภทออกเป็น 2 ประเภทหลักคือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า และอุปกรณ์สำหรับป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละประเภทจะมีรูปร่างหลายชนิด แต่มีหลักการทำงานเหมือนกันซึ่งขึ้นกับการใช้งานให้เหมาะสม

1. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้า

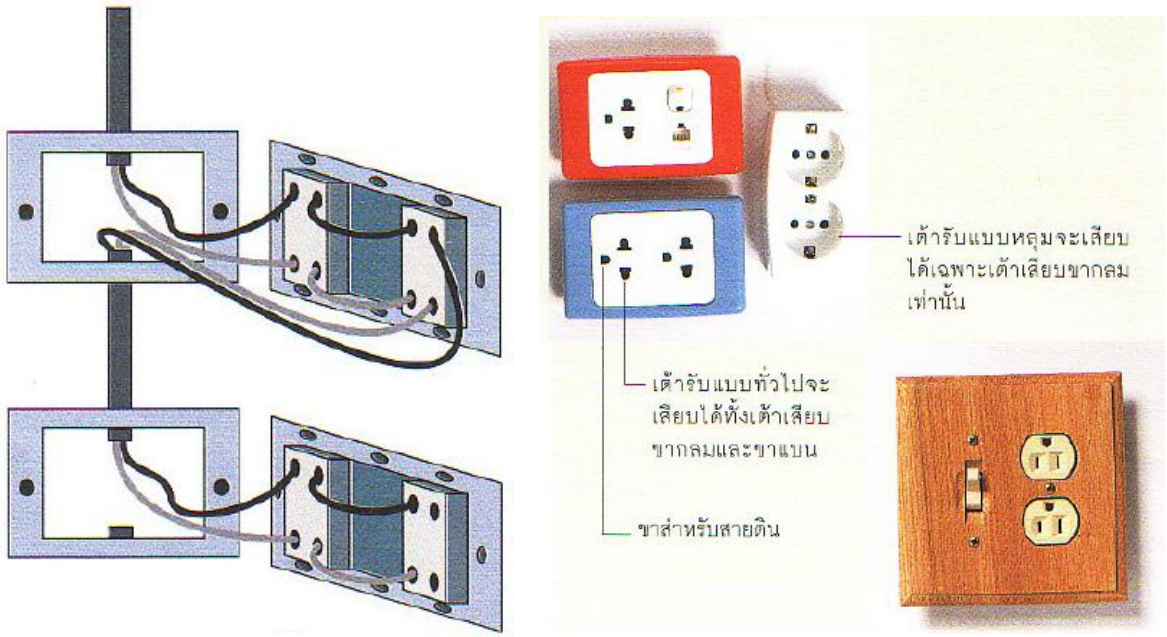
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้ในอาคารบ้านเรือน และใช้ประโยชน์ควบคุมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันก็คือ เต้ารับ เต้าเสียบ สายไฟ และสวิตช์ไฟฟ้า โดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำหรับนำไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เต้ารับและเต้าเสียบ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับต่อไฟฟ้าไปใช้งาน เต้ารับจะใช้งานร่วมกับเต้าเสียบ เต้ารับบางครั้งเรียกว่า ปลั๊กตัวเมีย มีรูปร่างหลายแบบหลายขนาด (แอมแปร์) ขนาดต่ำสุดในท้องตลาดคือ 10 แอมแปร์ ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปได้ และมีทั้งชนิดที่มีสายดินและไม่มีสายดิน เต้ารับชนิดมีสายดินก็จะต้องเดินสายดินเข้ามาต่อด้วยเพื่อให้ได้ประโยชน์อย่างแท้จริง เต้ารับชนิดมีสายดินนี้อาจเป็นชนิดที่มี 2 รูหรือ 3 รูก็ได้ ส่วนใหญ่ชนิดที่มี 2 รูจะมีรูปร่างเป็นหลุมกลมและมีขั้วสายดินอยู่ตรงข้างหลุม เต้าเสียบปกติจะประกอบสำเร็จมากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งจะต้องเลือกแบบให้เหมาะสมกับเต้ารับด้วย มิฉะนั้นจะเสียบไม่ได้

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างเต้ารับและเต้าเสียบ

ในการติดตั้งเต้ารับเข้ากับอาคารจะทำการเดินสายไฟมายังจุดที่จะทำการติดตั้งเต้ารับและทำการต่อสายไฟเข้ากับเต้ารับ โดยแบ่งออกเป็นสายที่มีไฟ (L) และสายนิวทรัล (N) เป็นคนละขั้ว ซึ่งในบางอาคารจะมีการเดินสายดิน หรือสานกราว์ด เป็นเส้นที่ 3 มาด้วยกัน ในการพ่วงเต้ารับจะทำการต่อแบบขนานกัน ดังรูป



ภาพประกอบ 2 การติดตั้งเต้ารับและชนิดของเต้ารับแบบต่างๆ

1.2 สายไฟ

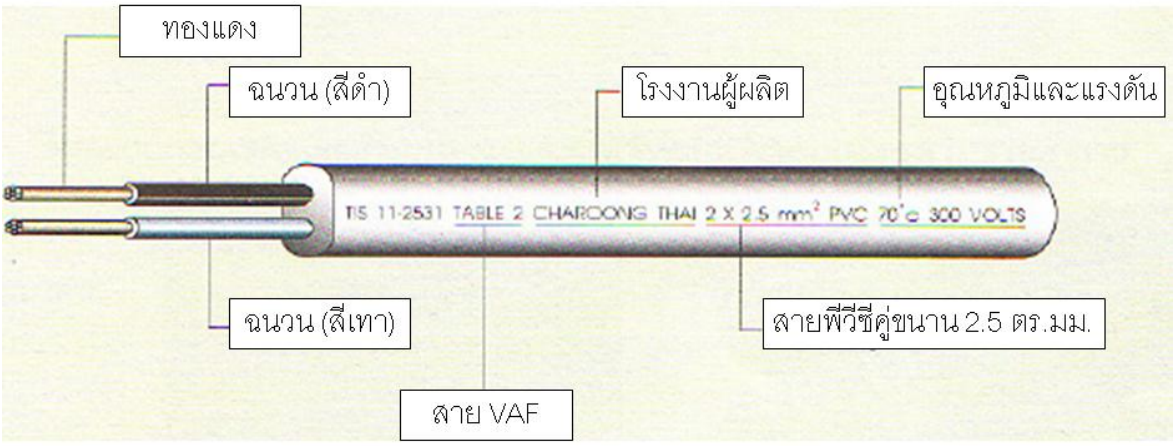
สายไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ภายในบ้านนั้นเป็นสายไฟฟ้าสำหรับใช้กับไฟแรงต่ำ คือ 220 โวลต์ มีลักษณะเป็นสายไฟแกนคู่ หุ้มฉนวน มีลักษณะแบน ภายในมีสายทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพีวีซีในแต่ละเส้น แล้วนำมาติดรวมกันด้วยฉนวนภายนอกอีกครั้ง สายประเภทนี้จะผลิตมาเป็นขด ขดละ 100 เมตร โดยขนาดที่ใช้กันทั่วไปก็มีหน้าตัดตั้งแต่ 0.5 - 35 ตารางมิลลิเมตร การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับระดับของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ อาทิ วงจรแสงสว่างจะใช้สายคู่ขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร วงจร เต้ารับ และอุปกรณ์ไฟฟ้าจะใช้ขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร แต่ละวงจรมักมีชุดฟิวส์ป้องกกันกระแสเกิน เป็นฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เมนสวิตช์ กรณีเดินร้อยท่อจะใช้เป็นสายเดี่ยว

สายไฟฟ้าที่มีตัวนำที่ทำด้วยทองแดงหรืออลูมิเนียม และได้นำไปใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมและตามบ้านพักอาศัย จะเป็นสายที่มีตัวนำเส้นเดียวหรือหลายๆ เส้นนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่ต้องใช้สายไฟฟ้า โดยลักษณะของตัวนำในสายแยกได้ดังนี้

1.2.1 สายเส้นเดียว จะเป็นสายแข็งหรือโซลิด มีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียวหุ้มด้วยฉนวนส่วนมากแล้วสายประเภทนี้จะทำด้วยทองแดง เป็นสายที่ใช้กับประเภทของงานดังนี้ คือ สายแสงสว่าง เต้าเสียบ สายเมน ภายในอาคาร สายควบคุมเครื่องจักรกลบางชนิด ส่วนสายเส้นเดียวที่ทำด้วยอลูมิเนียมจะใช้เป็นสายเมนนอก

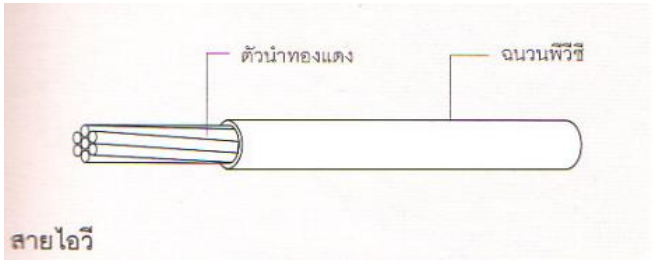
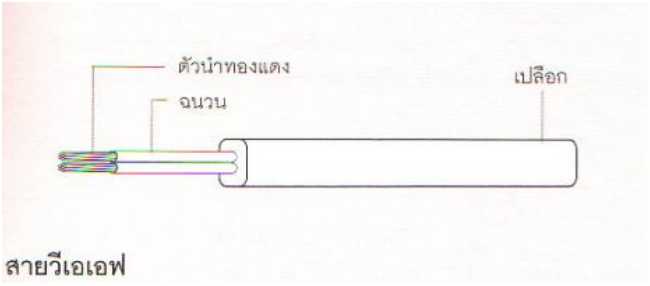
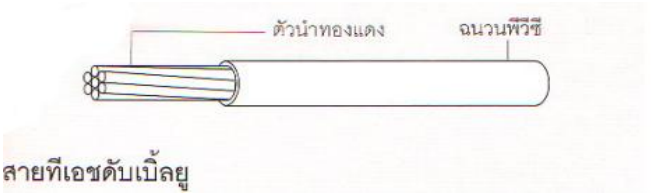
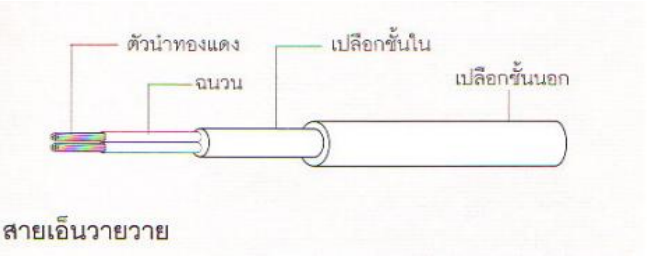
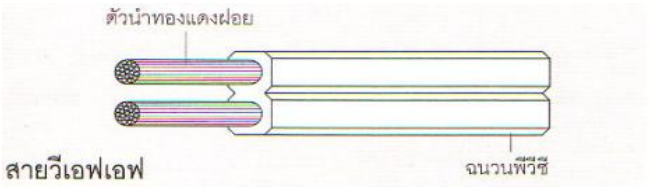
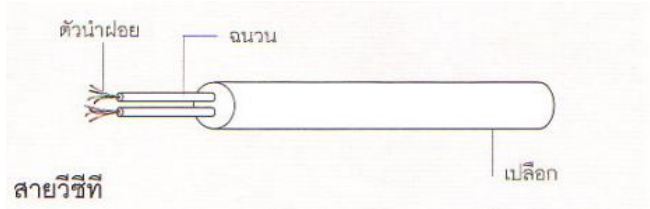
1.2.2 สายหลายเส้น สายตีเกลียว ประกอบด้วยลวดตัวนำหลายๆ เส้นตีเกลียวทำให้สายไฟฟ้างอได้สะดวก และหักยาก สายตีเกลียวหลายเส้นถ้าทำด้วยอลูมิเนียมที่หุ้มด้วยฉนวนใช้เป็นสายติดตั้งภายในอาคาร ถ้าเป็นสายตีเกลียวที่ทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน ใช้เป็นสายเมนนอกและในอาคารใช้เป็นสายอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

การดูสายไฟว่ามีขนาดถูกต้องหรือไม่นั้นก็ให้ดูที่เปลือกของสายไฟ ปกติจะระบุมาตรฐานการผลิตขนาดสาย อุณหภูมิ การใช้งาน และแรงดันไฟฟ้า สำหรับชนิดของสายอาจระบุเป็นชื่อเรียก เช่น VAF หรือระบุเป็นตารางของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเช่น TIS 11-2531 Table 2 ซึ่งจะหมายถึงสาย VAF หรือสายพีวีซีคู่นี้จะมีสายอยู่สองสีด้วยกัน คือ สีดำ ใช้เดินเป็นสายเส้นไฟ และสีเทา และเป็นสายนิวทรัล



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างรายละเอียดบนสายไฟฟ้า

ปัจจุบันทางการไฟฟ้าฯ ได้กำหนดให้บางวงจร โดยเฉพาะวงจรเต้ารับในอาคารบ้านเรือนใช้สายไฟแบบ 3 แกน ซึ่งเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนมีสายสีเขียวเพิ่มมาอีก 1 เส้น รวมเป็น 3 เส้น ประกบกันอยู่ในสายสายเดียว สายสีเขียวจะใช้เป็นสายดินเพื่อป้องกันไฟดูดเมื่อมีไฟรั่วที่เครื่องใช้ไฟฟ้า

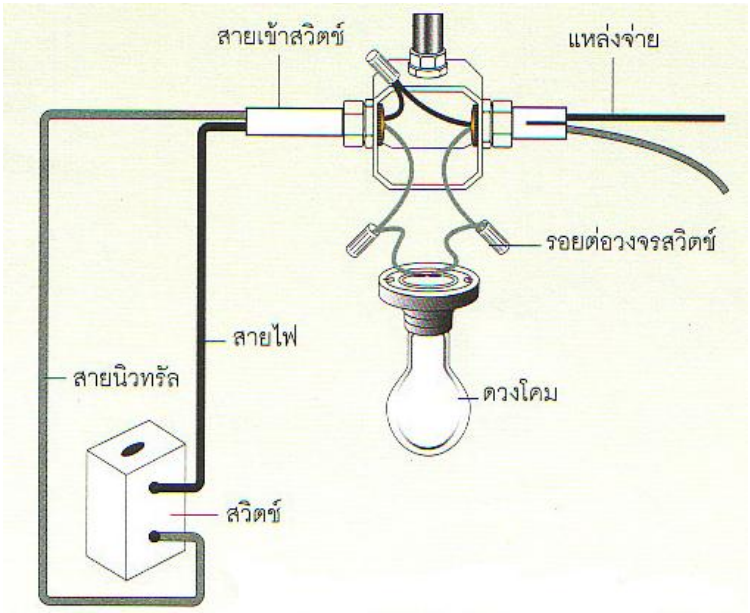
สายไฟฟ้า	รายละเอียด
 สายไอวี	ทนแรงดัน 300 โวลต์ **การใช้งาน** ใช้เป็นสายเมนเข้าบ้าน ติดตั้งบนลูกถ้วย เดินร้อยท่อได้ แต่ห้ามฝังดิน ห้ามเดินรัดคลิป
 สายวีเอเอฟ	ทนแรงดัน 300 โวลต์ **การใช้งาน** *สายกลม* ติดตั้งบนลูกถ้วย ร้อยท่อ ร้อยท่อฝังดิน *สายแบน* เดินรัดคลิปสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป ห้ามร้อยท่อ
 สายทีเอชดับเบิ้ลยู	ทนแรงดัน 750 โวลต์ **การใช้งาน** เดินลอยบนลูกถ้วย เดินร้อยท่อ เหมาะสำหรับเดินเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า
 สายเอ็นวายวาย	ทนแรงดัน 750 โวลต์ **การใช้งาน** เดินเข้าเครื่องจักร เครื่องใช้ไฟฟ้า เหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เดินร้อยท่อ หรือร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
 สายวีเอฟเอฟ	ทนแรงดัน 300 โวลต์ **การใช้งาน** ใช้เป็นสายต่อพ่วงระยะสั้นๆ เป็นสายของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเต้าเสียบ
 สายวีซีที	ทนแรงดัน 750 โวลต์ **การใช้งาน** เหมือนสายเอ็นวายวาย

ภาพประกอบ 4 แสดงรายละเอียดของชนิดสายไฟ

1.3 สวิตช์ไฟฟ้า

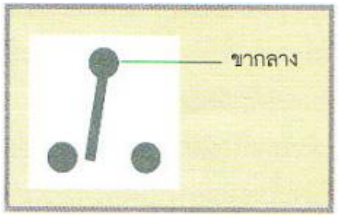
เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับโหลดขนาดเล็กๆ เช่น วงจรเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือหลอดแสงสว่าง โดยทั่วไปนิยมใช้กับหลอดแสงสว่าง ปกติจะนิยมใช้สวิตช์ 2 ทางและ 3 ทาง รายละเอียดดังนี้

1.3.1 สวิตช์ทางเดียวขั้วเดียว ใช้สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงจุดเดียว หน้าที่ของสวิตช์ทางเดียวคือตัดต่อวงจร เมื่อกดสวิตช์เปิด สวิตช์จะต่อวงจรหลอดไฟฟ้าก็จะติด และเมื่อกดสวิตช์ปิด สวิตช์ก็จะตัดวงจรไฟฟ้าทำให้หลอดไฟฟ้าดับ



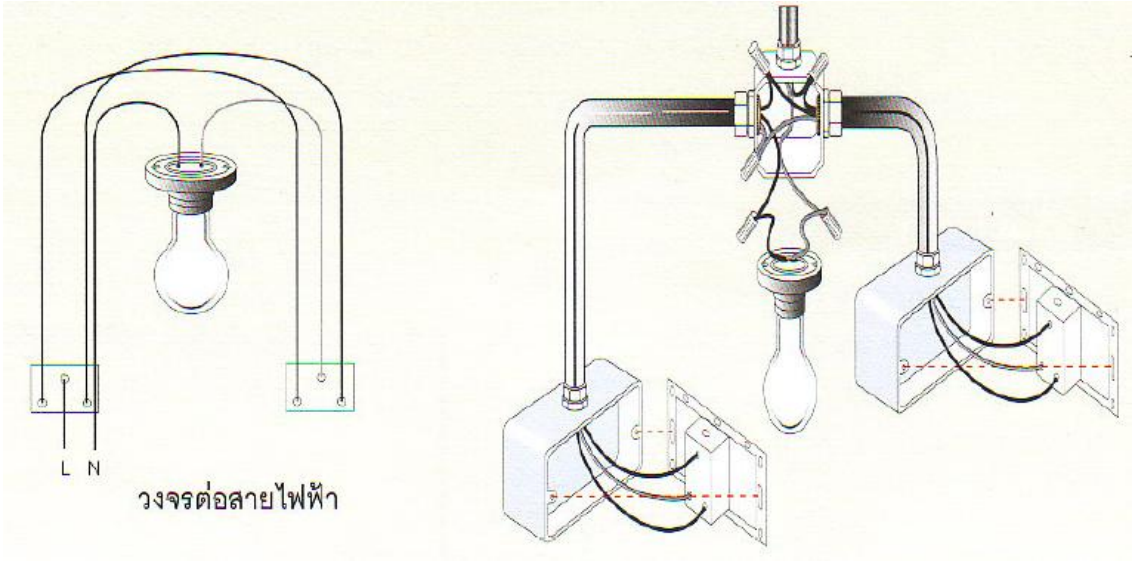
ภาพประกอบ 5 การควบคุมหลอดไฟด้วยสวิทช์ทางเดียว

1.3.2 สวิตช์ 3 ทาง ใช้ทำงานควบคุมดวงไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าจากที่ควบคุม 2 แห่ง โดยมีขั้วต่อที่ตัวสวิตช์ด้านหนึ่งเรียกว่า “จุดต่อร่วม” เพื่อให้กระแสไฟฟ้า เดินเข้า-ออกตามปกติ ส่วนขั้วที่เหลือใช้ต่อสายไฟอีก 2 เส้น หรือสายไฟเดินโยงระหว่างสวิตช์

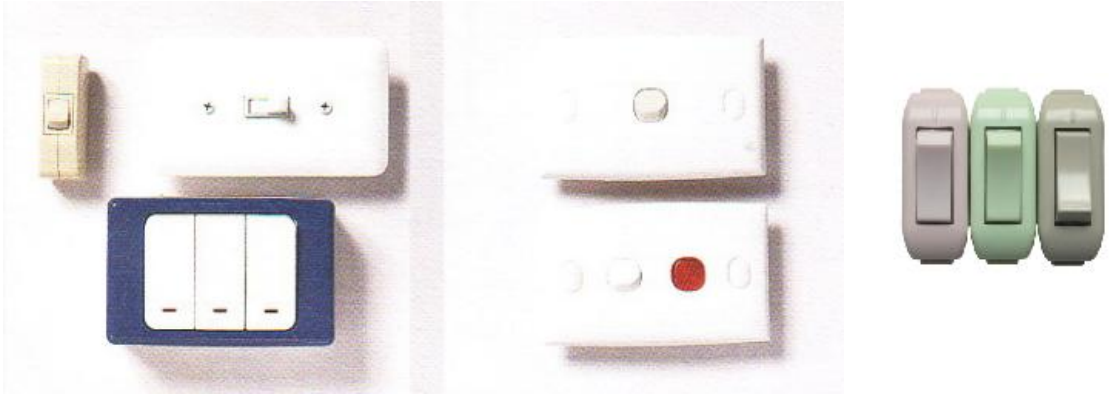


ภาพประกอบ 6 สัญลักษณ์สวิตช์ 3 ทาง

ในบางวงจรจะใช้สวิตช์ 2 ตัว เพื่อทำการเกิด-ปิดโคมไฟเพียงจุดเดียว ซึ่งจะเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน เช่น ไฟฟ้า แสงสว่างที่บริเวณบันได สำหรับบ้าน 2 ชั้นอาจมีสวิตช์ติดไว้ที่ชั้นล่าง 1 ตัว และชั้นบนอีก 1 ตัว ในการเกิด-ปิดโคมไฟสามารถเปิด-ปิดจากสวิตช์ตัวไหนก็ได้ สวิตช์ 3 ทางเป็นสวิตช์ที่มีรูปร่างเหมือนสวิตช์ทั่วไป แต่สวิตช์ทั่วไปจะมีจุดต่อสายเพียง 2 จุด ในขณะที่สวิตช์ 3 ทางจะมีจุดต่อสาย 3 จุด โดยมีจุดร่วมอยู่ตรงกลาง หรือแสดงด้วยตัวเลขสวิตช์บางรุ่นจะสังเกตได้ง่ายจึงไม่มีเครื่องหมายแสดงไว้ ในการใช้งานก็จะใช้สวิตช์ 2 ตัวต่อวงจรตามรูปดังนี้



ภาพประกอบ 7 การใช้งานสวิทช์ 3 ทางในการควบคุมหลอดไฟ



ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างสวิทช์ไฟฟ้า

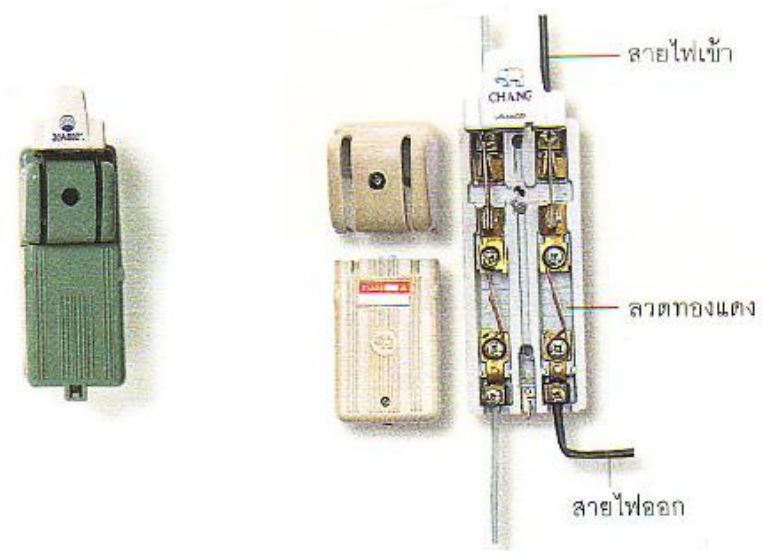
2. อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรภายในอาคาร

สายไฟฟ้าเมนที่เข้าสู่ตัวอาคารทุกอาคารจำเป็นต้องมาต่อเข้าที่เมนสวิตช์หรือแผงรับไฟเข้า หน้าที่ของเมนสวิตช์คือ ปลด-สลับ(ตัด-ต่อ) ไฟฟ้าภายในอาคารทั้งหมด และยังทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร หรือเมื่อใช้ไฟฟ้าเกินขนาด โดยอุปกรณ์ที่ใช้เป็นเมนสวิตช์ก็มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน โดยที่นิยมใช้ก็ได้แก่

2.1 คัทเอ๊าท์พร้อมฟิวส์

คัทเอ๊าท์และฟิวส์เป็นอุปกรณ์คนละตัวกัน และทำหน้าที่ต่างๆกัน แต่ใช้งานร่วมกัน กล่าวคือ คัทเอ๊าท์เป็นอุปกรณ์สับหรือปลดวงจรไฟฟ้า ส่วนฟิวส์ก็มีหน้าที่ป้องกันการใช้ไฟเกินกำหนด

2.1.1 คัทเอ๊าท์จะมีชนิดที่มีใบมีด 2 ใบ และ 3 ใบ โดยชนิด 2 ใบ ใช้วงจร 1 เฟส และชนิด 3 ใบใช่วงจร 3 เฟส เมื่อเปิดฝาส่วนล่างของคัทเอ๊าท์ออกจะมีขั้วต่อสายและสกรูไว้สำหรับใส่ฟิวส์ชนิดเส้นหรือชนิดก้ามปู ในการใช้งานไม่ควรใช้ฟิวส์ตะกั่ว ควรใส่ลวดทองแดงแทนและใช้คาร์ทริดจ์ฟิวส์เป็นตัวป้องกันกระแสเกิน



ภาพประกอบ 9 คัทเอ๊าท์และส่วนประกอบของคัทเอ๊าท์

2.1.2 คาร์ทริดฟิวส์ เป็นฟิวส์ที่บรรจุอยู่ในกระปุกกระเบื้อง ภายในบรรจุทรายในกรณีที่ฟิวส์ขาด ปุ่มที่อยู่ตรงปลายสุดของกระบอกฟิวส์ด้านใหญ่จะหลุดออกมาจะต้องเปลี่ยนฟิวส์ใหม่จึงใช้งานต่อไปได้

ภาพประกอบ 10 คาร์ทริดฟิวส์

ตัวฟิวส์หรือกระบอกฟิวส์จะใส่เข้ากับขั้วหรือฐานฟิวส์ ขนาดปกติที่ใช้อยู่มี 2 ขนาด คือ 25 แอมแปร์ และขนาดไม่เกิน 63 แอมแปร์ ในการใช้งานจะต่อสายไฟทั้งสองเส้นผ่านคัทเอ๊าท์ก่อน จากนั้นจะต่อสายเส้นที่มีไฟ ผ่านฟิวส์โดยต่อเข้ากับฐานฟิวส์ ส่วนสายนิวทรัลซึ่งเป็นสายที่ไม่มีไฟ ไม่ต้องผ่านคาร์ทริดจ์ฟิวส์

ภาพประกอบ 11 การติดตั้งและการใช้งานคาร์ทริดฟิวส์

2.2 เซฟตี้สวิตช์

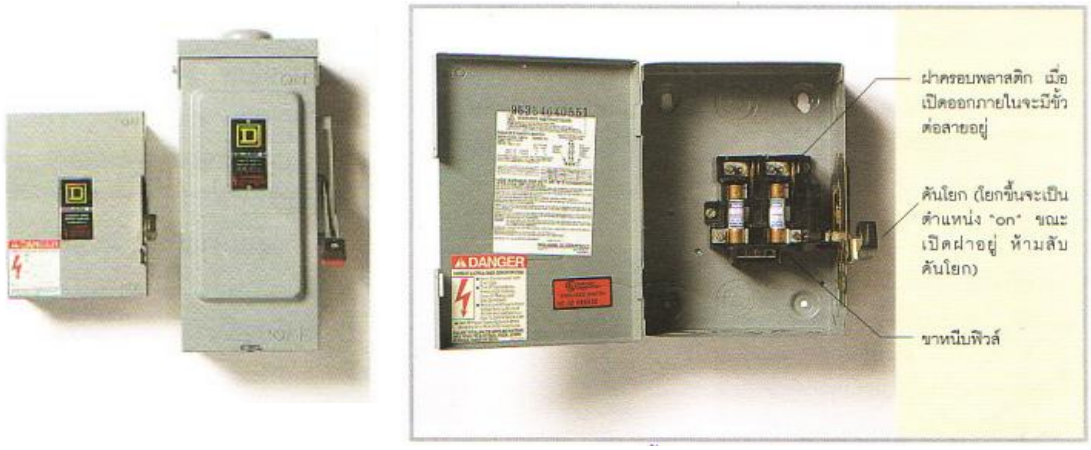
เซฟตี้สวิตช์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับต่อหรือปลดวงจรไฟฟ้า และป้องกันกระแสเกิน เช่นเดียวกับคัทเอ๊าท์และคาร์ทริดจ์ฟิวส์ เซฟตี้สวิตช์จะใช้ใบมีดและฟิวส์ประกอบรวมมาในกล่องเดียวกัน กล่องนี้จะเปิดได้เมื่อใบมีดอยู่ในตำแหน่งปลดวงจรเท่านั้น

เซฟตี้สวิตช์มีใช้ตั้งแต่กระแสต่ำ ๆ จนถึงหลายร้อยแอมแปร์ ขนาดของฟิวส์ที่ใช้ก็จะต่างกันออกไป โดยเซฟตี้สวิตช์จะสามารถใส่ฟิวส์ที่มีขนาดเล็กกว่าได้หลายขนาด แต่จะใส่

ฟิวส์ขนาดใหญ่กว่าไม่ได้ โดยเซฟตี้สวิตช์ชนิดใช้กับไฟ 1 เฟส ในการนำมาใช้งานเส้นที่ต่อสายนิวทรัลต้องต่อตรงด้วยสายทองแดง และใส่ฟิวส์ที่เส้นไฟเพียงตัวเดียว

เมื่อเกิดกระแสเกิน ฟิวส์จะขาดจำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่เช่นเดียวกับคาร์ททริดจ์ฟิวส์ แต่การจะทราบว่าฟิวส์ขาดหรือไม่ต้องใช้เครื่องมือวัด หรือใช้ไขควงวัดไฟก็ได้ แต่ให้คำนึงอยู่เสมอว่าสายนิวทรัลห้ามต่อผ่านฟิวส์เช่นเดียวกับคาร์ทริดจ์ฟิวส์

ภาพประกอบ 12 ฟิวส์สำหรับเซฟตี้สวิตช์



ภาพประกอบ 13 เซฟตี้สวิตช์ และส่วนประกอบภายใน

2.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ที่เป็นทั้งเครื่องปลดวงจรและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินใจตัวเดียวกัน ซึ่งที่ให้สะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน มีทั้งชนิดที่ตัดสายเส้นเดียว (เรียกว่าชนิดขั้วเดียว) ตัดสองเส้น และสามเส้น ตามความต้องการใช้งาน ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์เรียกตามพิกัดกระแสเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นแอมแปร์ ขนาดที่มีใช้ เช่น 5 , 10 , 15 , 20 , 25 , 30 และ 50 แอมแปร์เป็นต้น การใช้งานนิยมซื้อชนิดที่ประกอบมากับกล่องเรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่เซอร์กิตเบรกเกอร์

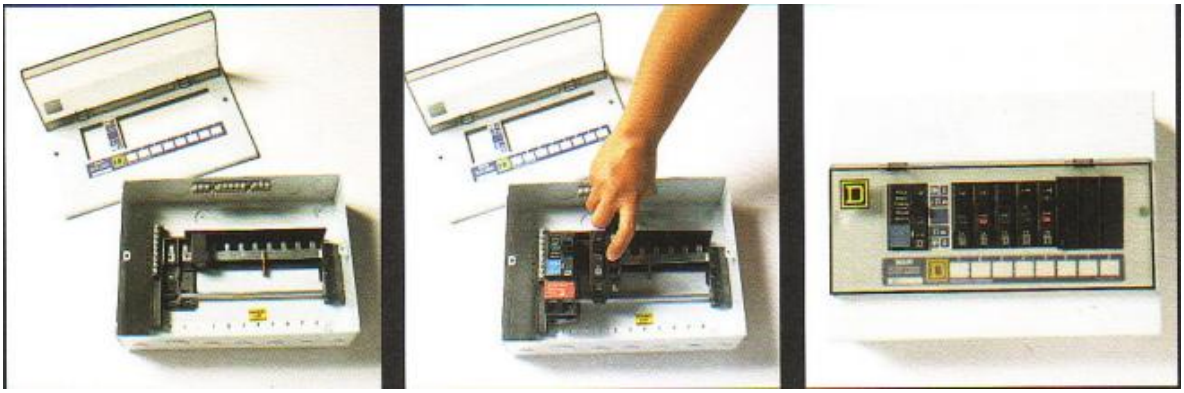
ปลดวงจร เนื่องจากการใช้ไฟเกินหรือการลัดวงจร การจะสับเข้าใหม่ต้องทำการรีเซตเสียก่อน โดยโยกคันโยกไปในตำแหน่งปลด (off) แล้วจึงสับเข้าไปใหม่ได้

ภาพประกอบ 14 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบหนึ่งขั้ว สองขั้ว และสามขั้ว

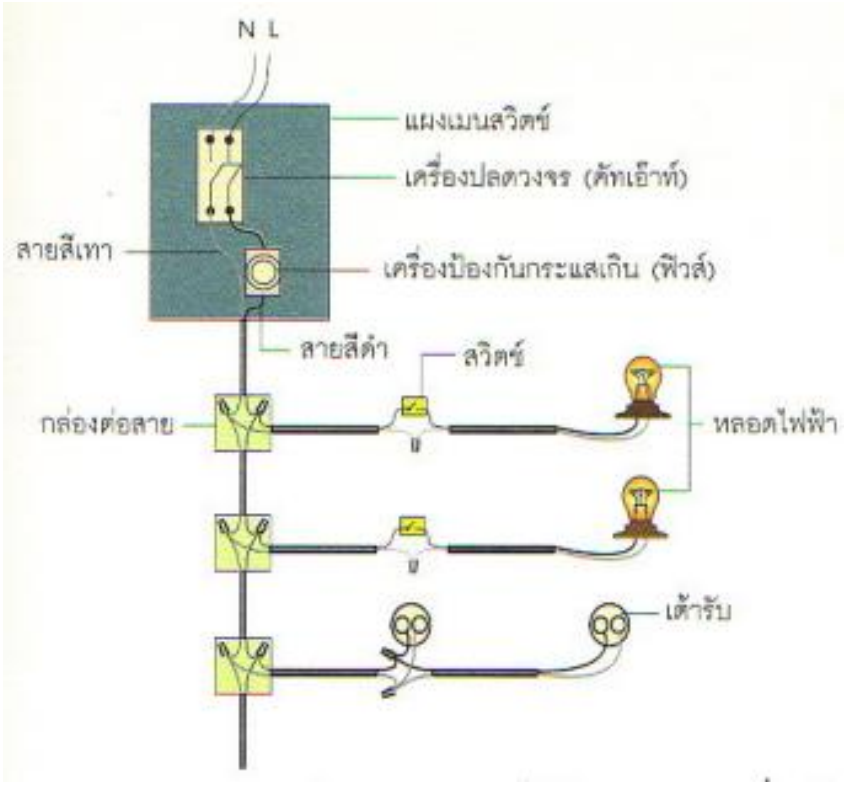
2.4 คอนซูมเมอร์ยูนิต

คอนซูมเมอร์ยูนิตหรือเรียกว่าโหลดเซ็นเตอร์ คือแผงไฟสำเร็จรูปที่ประกอบด้วยเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เป็นตัวเมนหนึ่งตัว จะสังเกตว่ามีขนาดใหญ่กว่าตัวอื่น และตัวย่อยที่ใช้เป็นวงจรย่อยอีกหลายตัวตามต้องการ ในการใช้งานจะต้องกำหนดด้วยว่าต้องการคอนซูมเมอร์ยูนิตที่มีตัวย่อยจำนวนเท่าไร เช่น 2 , 4 หรือ 6 ตัว อย่างไรก็ตาม เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เป็นตัวย่อยอาจจะยังใส่ไม่ครบตามช่องว่างในกล่องก็ได้

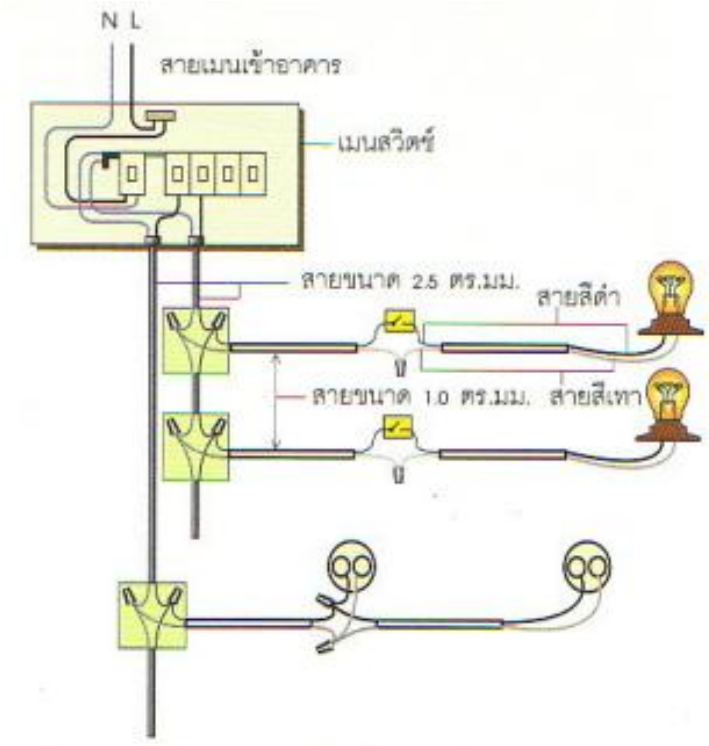
คอนซูมเมอร์ยูนิตทั่วไปจะประกอบด้วยตัวเมนและมีที่สำหรับใส่ตัวย่อยไว้ให้ โดยจะมีบัสบาร์ที่ต่อจากตัวเมนไปยังตัวย่อยไว้เรียบร้อยแล้ว เมื่อต้องการใช้งานก็เพียงแต่ประกอบตัวย่อยลงไป ในกล่องคอนซูมเมอร์ยูนิตจะมีขั้วต่อสายไว้สำหรับต่อสายนิวทรัล และบางรุ่นอาจจะมีขั้วสำหรับต่อสายดินแยกออกมาต่างหาก



ภาพประกอบ 15 คอนซูมเมอร์ยูนิต และการประกอบเซอร์กิตเบรกเกอร์



ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าวงจรเดียวสำหรับบ้านเรือนขนาดเล็ก



ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าหลายวงจรสำหรับอาคาร

ตารางที่ 1 ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน

ขนาดเครื่องวัด (แอมแปร์)	เฟส	เครื่องป้องกันกระแสเกินของเมนสวิตช์ (แอมแปร์)	ขนาดสายเมนเดินในอากาศ (ตร.มม.)
5 (15)	1	15 หรือ 16	4
15 (45)	1	50	10
30 (100)	1	100	25
15 (45)	3	50	10
30 (100)	3	100	25

มาตรฐานสายไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

(ที่มา: มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

บทที่ 2 มาตรฐานสายไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้า

บริภัณฑ์และสายไฟฟ้าทุกชนิด ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ฉบับล่าสุด หรือมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เช่น มาตรฐาน IEC, BS, ANSI, NEMA, DIN, VDE, UL, JIS, AS หรือเป็นชนิดที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ ก่อน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 มาตรฐานสายไฟฟ้า

2.1.1 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

2.1.1.1 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก. 11-2531

2.1.1.2 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก. 293-2541

<u>หมายเหตุ</u> การไฟฟ้านครหลวง ห้ามใช้ในระบบสายส่งแรงต่ำภายใน

2.1.1.3 สายไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2.1.2 สายไฟฟ้าเปลือย

2.1.2.1 สายไฟฟ้าทองแดงรีดแข็ง สำหรับสายไฟฟ้าเหนือดิน เป็นไปตาม มอก. 64-2517

2.1.2.2 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย เป็นไปตาม มอก. 85-2523

2.1.2.3 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก เป็นไปตาม มอก. 86-2523

2.2 มาตรฐานตัวนำไฟฟ้า

2.2.1 บัสบาร์ทองแดง (Copper Bus Bar) ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่าร้อยละ 98

2.2.2 บัสบาร์อะลูมิเนียม (Aluminum Bus Bar) ต้องมีความบริสุทธิ์ของอะลูมิเนียมไม่น้อยกว่าร้อยละ 98

2.2.3 บัสเวย์ (Busway) ต้องเป็นชนิดที่ประกอบสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิตและได้มีการทดสอบแล้วตามมาตรฐานข้างต้น

2.3 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน และสวิตช์ตัดตอน

อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีมาตรฐานและคุณสมบัติไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้

2.3.1 ตัวฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ เป็นไปตาม มอก. 506-2527 และ มอก. 507-2527

2.3.2 สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือ เป็นไปตาม มอก. 824-2531

2.3.3 สวิตช์ใบมีด เป็นไปตาม มอก. 706-2530

2.3.4 อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เช่น UL, BS, DIN, JIS และ IEC

2.3.5 ฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ (Fuse and Fuse Holder) พิกัดกระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าของขั้วรับฟิวส์ ทำจากวัสดุที่เหมาะสม มีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการผุกร่อน เนื่องจากการใช้โลหะต่างชนิดกันระหว่างฟิวส์กับขั้วรับฟิวส์ และต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดแรงดันและกระแสให้เห็นได้อย่างชัดเจน

2.3.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

2.3.6.1 ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม

2.3.6.2 ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด

2.3.6.3 ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาโดยในขณะใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

2.3.6.4 ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวรหลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกั้นหรือฝาครอบ

2.3.6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

2.3.6.5.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกัน ขนาดไม่เกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898

2.3.6.5.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อื่นๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2

2.3.7 เซฟตี้สวิตช์ (Safety Switch) ต้องปลดหรือสับวงจรได้พร้อมกันทุกๆ ตัวนำเส้นไฟ และต้องประกอบด้วยฟิวส์ตามข้อ 2.3.5 รวมอยู่ในกล่องเดียวกันและจะเปิดฝาได้ต่อเมื่อได้ปลดวงจรแล้ว หรือการเปิดฝานั้นเป็นผลให้วงจรถูกปลดด้วย และต้องสามารถปลดและสับกระแสใช้งานในสภาพปกติได้

2.3.8 เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device หรือ RCD) เครื่องตัดไฟรั่วที่ใช้ลดอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูด สำหรับแรงดันไม่เกิน 440 โวลต์ สำหรับบ้านอยู่อาศัยหรือสถานที่

คล้ายคลึงกันต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60755, IEC 61008, IEC 61009, IEC 61543 มีรายละเอียดดังนี้

2.3.8.1 เครื่องตัดไฟรั่วควรมีค่ากระแสรั่วที่กำหนด (Rated residual operating current, IΔn) ไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ และมีช่วงระยะเวลาในการตัด (Break time หรือ Operating time) ไม่เกิน 0.04 วินาที เมื่อกระแสรั่วมีค่า 5 IΔn (อาจใช้ค่า 0.25 แอมแปร์แทนค่า 5 IΔn ก็ได้) และไม่ทำงานเมื่อกระแสรั่วมีค่า 0.5 IΔn

2.3.8.2 เครื่องตัดไฟรั่วต้องเป็นชนิดที่ปลดสายไฟเส้นที่มีไฟทุกเส้นออกจากวงจรรวมทั้งสายนิวทรัล ยกเว้นว่าสายนิวทรัลนั้นจะแน่ใจได้ว่าปลอดภัยและมีแรงดันเท่ากับดิน

2.3.8.3 ห้ามต่อวงจรลัดคร่อมผ่าน (by pass) อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน

2.4 มาตรฐานหลักดิน และสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

2.4.1 แท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง หรือแท่งทองแดง หรือแท่งเหล็กอาบสังกะสี ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (ขนาดทางการค้า-รายละเอียดให้ดูหมายเหตุ) ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

-เหล็กที่ใช้เป็นแกนให้ทำจาก low carbon steel ที่มี tensile strength ขนาดไม่น้อยกว่า 600 นิวตันต่อตารางเมตร

-ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9% และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ molecularly bonded กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร

-ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Adherence Test และ Bending Test ตามมาตรฐาน UL-467

-กรณีแท่งเหล็กอาบสังกะสีต้องมีความหนาของสังกะสีไม่น้อยกว่า 80 ไมโครเมตร (0.075 มม.)

2.4.2 แผ่นตัวนำชนิดป้องกันการผุกร่อนที่มีพื้นผิวสัมผัสกับดินไม่น้อยกว่า 0.18 ตร.เมตร ในกรณีที่เป็นเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อนต้องหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. หากเป็นโลหะกันการผุกร่อนชนิดอื่นที่ไม่ใช่เหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มม.

2.4.3 ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียม เป็นหลักดินหรือสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

2.4.4 ยอมให้ใช้อาคารที่เป็นโครงโลหะและมีการต่อลงดินอย่างถูกต้อง โดยมีค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

2.4.5 หลักดินชนิดอื่นๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ ก่อน

<u>หมายเหตุ</u> แท่งหลักดินขนาด 5/8 นิ้ว หมายถึงขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้ว หรือ 14.20 มม. สำหรับแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง และ 0.625 นิ้ว หรือ 15.87 มม. สำหรับแท่งเหล็กอาบสังกะสี

2.5 มาตรฐานช่องเดินสายและรางเคเบิล

2.5.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

2.5.1.1 ท่อเหล็กสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 770-2533

2.5.1.2 ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 216-2524 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ

2.5.1.3 ท่อเอชดีพีอี (HDPE) แข็งที่นำมาใช้ร้อยสายไฟฟ้าฝังดินโดยตรงต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 982-2533 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฯยอมรับ

2.5.1.4 ท่อร้อยสายชนิดอื่นๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ ก่อน

2.5.1.5 ขนาดของท่อที่กล่าวถึงนี้ หมายถึงเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน หรือขนาดทางการค้า

2.5.1.6 เครื่องประกอบการเดินท่อต้องเป็นชนิดที่ได้รับอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ

2.5.2 รางเดินสาย (Wireways)

ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ หรือที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ

2.5.3 รางเคเบิล (Cable Trays)

ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ หรือที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ

2.5.4 รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladders)

ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ หรือที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ

2.6 มาตรฐานหม้อแปลง

หม้อแปลงชนิดฉนวนน้ำมันต้องมีคุณสมบัติตาม มอก. 384-2543 หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น สำหรับหม้อแปลงชนิดแห้งต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น

2.7 มาตรฐานบริภัณฑ์และเครื่องประกอบอื่นๆ

บริภัณฑ์และเครื่องประกอบอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เช่น UL, IEC, BS, DIN และ NEMA หรือที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ

2.8 มาตรฐานระดับการป้องกันสิ่งห่อหุ้มเครื่องอุปกรณ์ ให้เป็นไปตามตารางที่ 2-1 มาตรฐานระดับการป้องกันแสดงด้วยสัญลักษณ์ IP ตามด้วยตัวเลข 1 หรือ 2 ตัว ตามประเภทการป้องกัน หากการป้องกันประเภทใดไม่ได้กำหนด อาจแสดงด้วย "_" หรือ "x" หรือเว้นช่องว่างไว้ เช่น IPx3

ตารางที่ 2-1
ความหมายตัวเลขกำกับระดับการป้องกันหลังสัญลักษณ์ IP

ตัวเลขตัวที่ 1		**ตัวเลขตัวที่** 2	
ประเภทการป้องกันวัตถุจากภายนอก		**ประเภทการป้องกันของเหลว**	
เลข	**ระดับการป้องกัน**	**เลข**	**ระดับการป้องกัน**
0	ไม่มีการป้องกัน	0	ไม่มีการป้องกัน
1	ป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร เช่น สัมผัสด้วยมือ	1	ป้องกันหยดเฉพาะในแนวดิ่ง
2	ป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 12 มิลลิเมตร เช่น นิ้วมือ	2	ป้องกันหยดและน้ำสาดทำมุมไม่เกิน 15 องศากับแนวดิ่ง
3	ป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 2.5 มิลลเมตร เช่น เครื่องมือ เส้นลวด	3	ป้องกันหยดและน้ำสาดทำมุมไม่เกิน 60 องศากับแนวดิ่ง
4	ป้องกันวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร เช่น เครื่องมือเล็กๆ เส้นลวดเล็กๆ	4	ป้องกันน้ำสาดเข้าทุกทิศทาง
5	ป้องกันฝุ่น	5	ป้องกันน้ำฉีดเข้าทุกทิศทาง
6	ผนึกกันฝุ่น	6	ป้องกันน้ำฉีดอย่างแรงเข้าทุกทิศทาง
		7	ป้องกันน้ำท่วมชั่วคราว
		8	ป้องกันน้ำเมื่อใช้งานอยู่ใต้น้ำ

รายละเอียดเพิ่มเติมให้ดูจาก IEC 60529 หรือ มอก. 513-2527

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 2

เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้พื้นฐานของวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายระบบแรงดันไฟฟ้าได้
2. อธิบายเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวัด แรงดันไฟฟ้าได้
3. อธิบายวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าได้
4. สามารถเขียนวงจรไฟฟ้าได้

เนื้อหา

พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร

1. หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร
2. การใช้สัญลักษณ์และเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้า
3. การต่อวงจรไฟฟ้าและรูปแบบวงจรไฟฟ้าชนิดต่างๆ
4. การออกแบบและเขียนวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ทำแบบทดสอบทักษะวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
3. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 2
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. แบบทดสอบทักษะวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
5. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

1. ตรวจแบบทดสอบ
2. ประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร

ความรู้เบื้องต้นของวงจรไฟฟ้า

1. ความหมายของไฟฟ้า

พจนานุกรมได้ให้ความหมายของคำว่า “ไฟฟ้า” เป็นพลังงานรูปหนึ่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแยกตัวออกมาหรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน หรือโปรตอน หรืออนุภาคอื่นที่มีคุณสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับอิเล็กตรอนหรือโปรตอนใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่างการเคลื่อนที่ ไฟฟ้าที่เราใช้กันอยู่ทั่วโลกทุกวันนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากหลายแหล่งด้วยกัน คือ ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ น้ำ ลม แสงอาทิตย์ และเซลล์ไฟฟ้า (แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ให้กำลังไฟด้วยปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์) โดยการนำเอาพลังงานจากแหล่งต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้เดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าส่งไปตามสายไปยังอาคารบ้านเรือน

การไฟฟ้าได้ให้คำนิยามของคำศัพท์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ระบบแรงต่ำ (Low Voltage System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟสไม่เกิน 750 โวลต์

- ระบบแรงสูง (High Voltage System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟสเกิน 750 โวลต์

- เครื่องใช้ไฟฟ้า (Appliance) หมายถึง เครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล เพื่อประโยชน์ใช้สอยทั่วไปที่ไม่ได้ใช้เพื่องานอุตสาหกรรมโดยตรง เช่น เตารีดไฟฟ้า เครื่องซักผ้า ฯลฯ

- เครื่องอุปกรณ์ (Equipment) หมายถึง วัสดุ (Material) เครื่องประกอบ (Fitting) อุปกรณ์ (Device) เครื่องใช้ไฟฟ้า (Appliance) เครื่องกล (Machine) เครื่องมือ (Apparatus) ที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการติดตั้งทางไฟฟ้า

- อุปกรณ์ (Device) หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ในระบบไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้า แต่ไม่ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรง เช่น สวิตช์ไฟฟ้า , เต้ารับ , เต้าเสียบ เป็นต้น

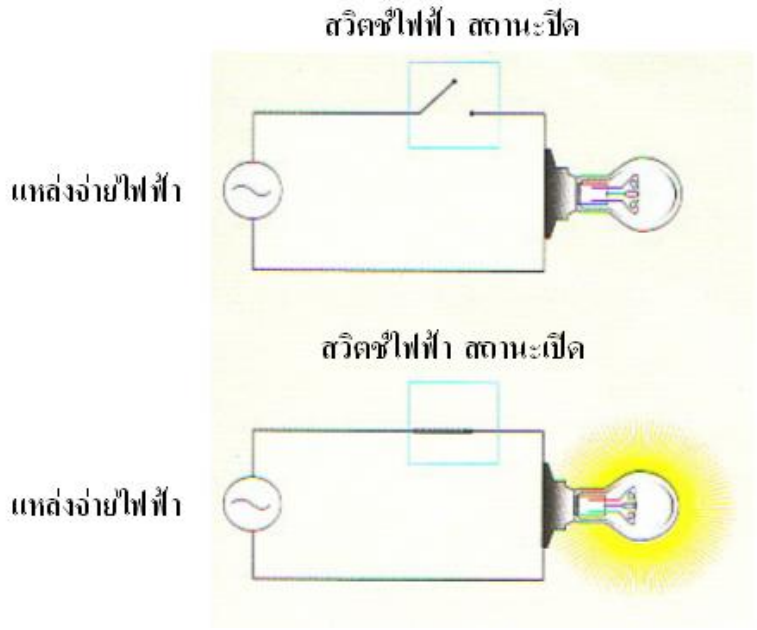
2. การทำงานของไฟฟ้า

คุณสมบัติที่สำคัญของไฟฟ้าก็คือ สามารถเคลื่อนไหลไปได้โดยอาศัย “ตัวนำไฟฟ้า” ซึ่งเรามักเรียกปรากฏการณ์ไหลของไฟฟ้าว่า “กระแสไฟฟ้า” ความเร็วของการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน หรือการไหลของกระแสไฟฟ้า จะเท่ากับความเร็วของแสงคือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที หรือ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที ปริมาณของกระแสไฟฟ้ามากหรือน้อยก็คือ จำนวนอิเล็กตรอนที่

เคลื่อนที่ไป ซึ่งขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไป โดยการไหลของกระแสไฟฟ้านั้นจะไหลติดต่อกันจนครบวงจร โดยเริ่มจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าผ่านตัวนำและไหลกลับมายังแหล่งจ่ายไฟฟ้าตัวเดิมอีกครั้ง เรียกว่า"ครบวงจร"

2.1 วงจรไฟฟ้า

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่บ้านเรือนทั่วไปนั้นก็ใช้หลักการไหลแบบเดียวกัน คือ เริ่มจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โรงงานผลิตไฟฟ้า ผ่านกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงมาตามสายไฟซึ่งประกอบด้วยเส้นลวดอะลูมิเนียมจำนวนมากมายมาจนกระทั่งถึงสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งมีหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามความต้องการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านมาตามสายไฟในระยะทางไกลจะทำให้มีการสูญเสียแรงดันส่วนหนึ่ง เมื่อส่งไฟฟ้ามาถึงพื้นที่ที่ต้องการใช้ไฟก็จะต้องลดแรงดันลงระดับหนึ่งเพื่อลดอันตราย เมื่อแปลงแรงดันให้พอเหมาะแล้วก็ส่งตามสายมายังหม้อแปลงที่ติดอยู่ตามเสาไฟฟ้าในแหล่งชุมชนนั้น ๆ เพื่อแปลงแรงดันอีกครั้งก่อนส่งผ่านเข้าสู่อาคารบ้านเรือน เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจากกิจกรรมต่างๆในบ้านเรือนก็จะไหลกลับไปตามสายอีกเส้นหนึ่งไปสู่แหล่งกำเนิดอีกครั้ง ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการครบวงจรการไหลของกระแสไฟฟ้า



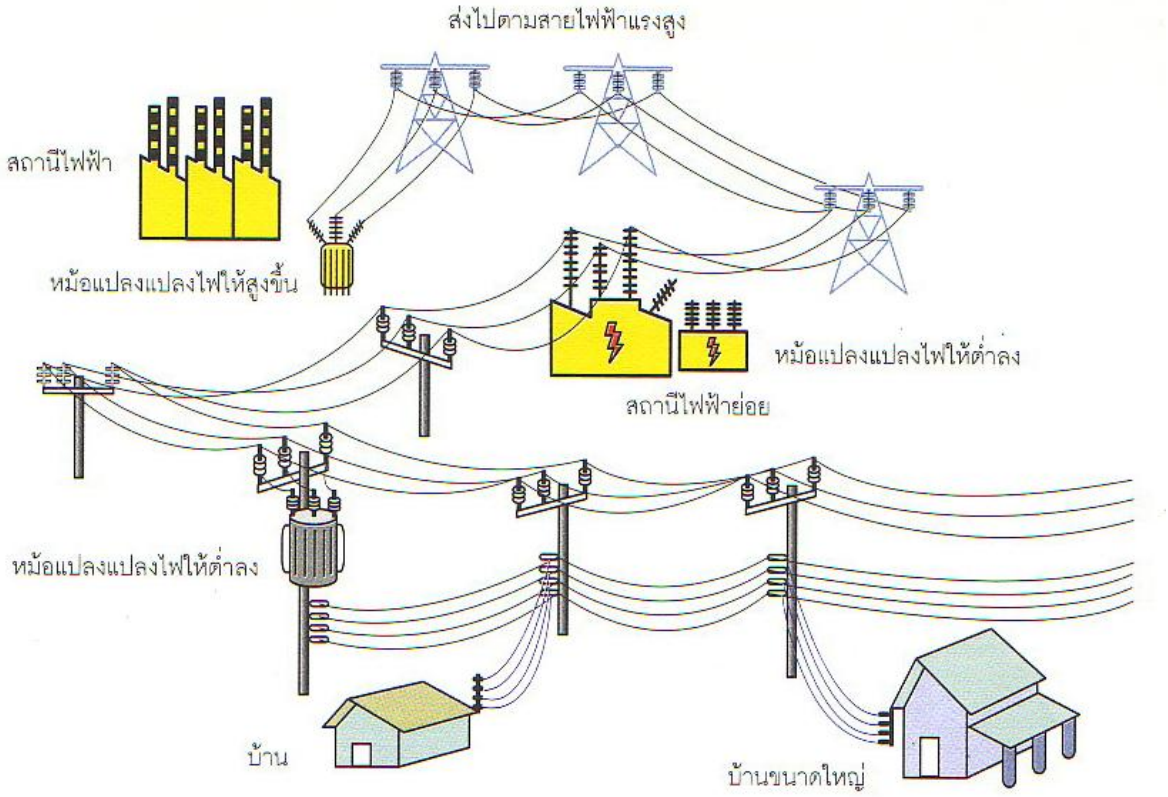
ภาพประกอบ 1 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

จากภาพประกอบแสดงให้เห็นถึงวงจรไฟฟ้าที่มีการปิดและเปิดสวิตช์ไฟฟ้า ทำให้หลอดไฟฟ้าดับและติด ซึ่งถือได้ว่าเป็นการต่อครบวงจรไฟฟ้า โดยมีสวิตช์ไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไฟฟ้าไปยังหลอดไฟ เมื่อสวิตช์อยู่ในสถานะปิดจะเป็นการ

เปิดวงจรไฟฟ้าไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังหลอดไฟฟ้า และเมื่อสวิตช์ไฟฟ้าอยู่ในสถานะเปิดจะเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังหลอดไฟฟ้า เป็นผลทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างขึ้นได้ หรือในกรณีที่เปลี่ยนจากหลอดไฟฟ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าก็จะทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้เมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าได้รับกระแสไฟฟ้าได้เช่นกัน

2.2 การจ่ายกระแสไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้า

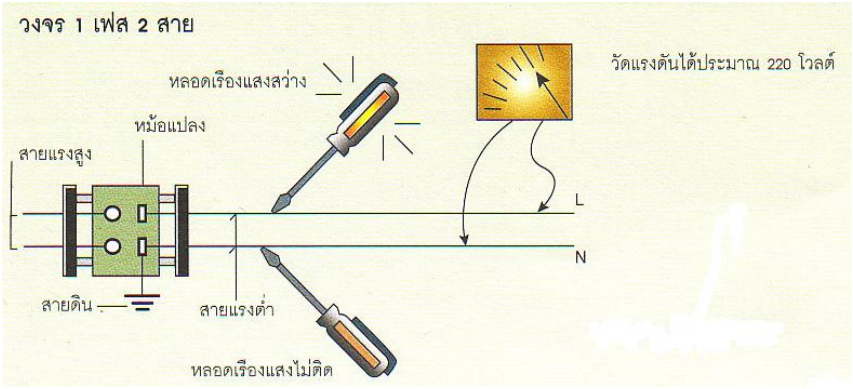
ระบบไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฯส่งจ่ายไปยังบ้านเรือนทั่วไปนั้นเราเรียกว่า ระบบแรงดันต่ำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระบบด้วยกันซึ่งในการใช้งานนั้น การไฟฟ้าฯ จะพิจารณาให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าว่าจะใช้เป็นระบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส โดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประเภทและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านเรือนหรืออาคาร



ภาพประกอบ 2 การจ่ายกระแสไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้า

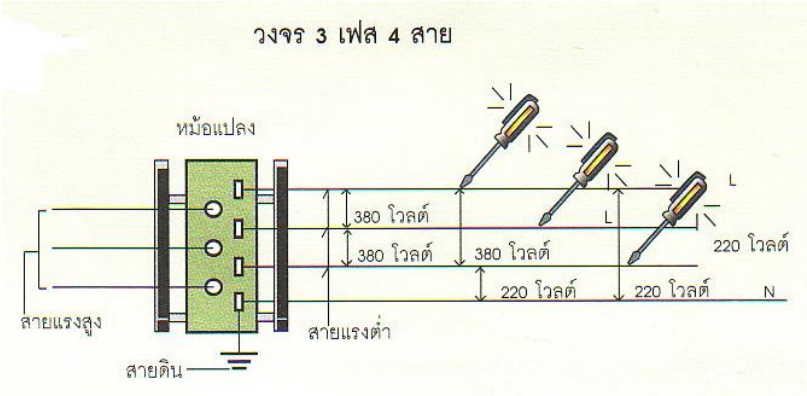
ระบบไฟฟ้า 1 เฟส คือ ระบบไฟฟ้าที่มีสาย 2 เส้น คือ สายเส้นที่มีไฟหนึ่งเส้นเรียกว่าสายเส้นที่มีไฟ เขียนแทนตัวอักษรย่อว่า L หรือ P และอีกเส้นที่เหลือไม่มีไฟเรียกว่า สายนิวทรัล (Neutral) หรือสายศูนย์เขียนแทนด้วยอักษรย่อว่า N ทดสอบได้โดยใช้ไขควงวัดไฟ เมื่อใช้ไขควงวัดไฟแตะสายเส้นเฟสหรือเส้นไฟ หลอดไฟเรืองแสงที่ภายในไขควงจะติด สำหรับสายนิวทรัลจะ

ไม่ติด อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยใช้ขนาดแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ โดยเป็นแบบระบบไฟฟ้า 1 เฟส ที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ โดยใช้สำหรับบ้านอยู่อาศัยทั่วไปที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก เช่น มีเครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องปรับอากาศ 2-3 เครื่อง ซึ่งการจ่ายไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าจะเริ่มจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดสามเฟส และทำการแปลงขนาดของแรงดันให้ลดลงจาก 230 กิโลวัตต์ เป็น 115 กิโลโวลต์ และแปลงลดลงมาอีกเป็น 69 กิโลโวลต์ , 11 กิโลโวลต์ และ 3.5 กิโลโวลต์ ตามลำดับจนกระทั่งเป็น 380 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ที่ใช้กันในบ้านพักอาศัย



ภาพประกอบ 3 วงจรระบบไฟฟ้า 1 เฟส

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส เป็นระบบที่มีสายเส้นไฟจำนวน 3 เส้น และมีสายนิวทรัลเพิ่มขึ้นมาอีก หนึ่งเส้น จึงมีสายรวม 4 เส้น ระบบ 3 เฟส สามารถต่อใช้งานเป็นระบบ 1 เฟสได้ โดยการต่อจากเฟสใดเฟสหนึ่งและสารนิวทรัลอีกหนึ่งเส้น แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสเส้นใดเส้นหนึ่งกับสายนิวทรัลมีค่า 220 โวลต์ และแรงดันระหว่างสายเส้นเฟสด้วยกันมีค่า 380 โวลต์ ระบบนี้จึงเรียกว่าระบบ 3 เฟส 4 สาย 220/380 โวลต์ระบบนี้มีข้อดีคือ สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้มากกว่า 1 เฟส ถึง 3 เท่า จึงเหมาะกับสถานที่ที่ต้องการใช้ไฟมากๆ เช่น อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เป็นต้น สถานที่ที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าเป็นระบบแรงสูง ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าต้องติดหม้อแปลงเองเพื่อปรับแรงดันให้ได้ตามที่ต้องการใช้งาน



ภาพประกอบ 4 วงจรระบบไฟฟ้า 3 เฟส

3. เครื่องมือสำหรับปฏิบัติงานไฟฟ้า

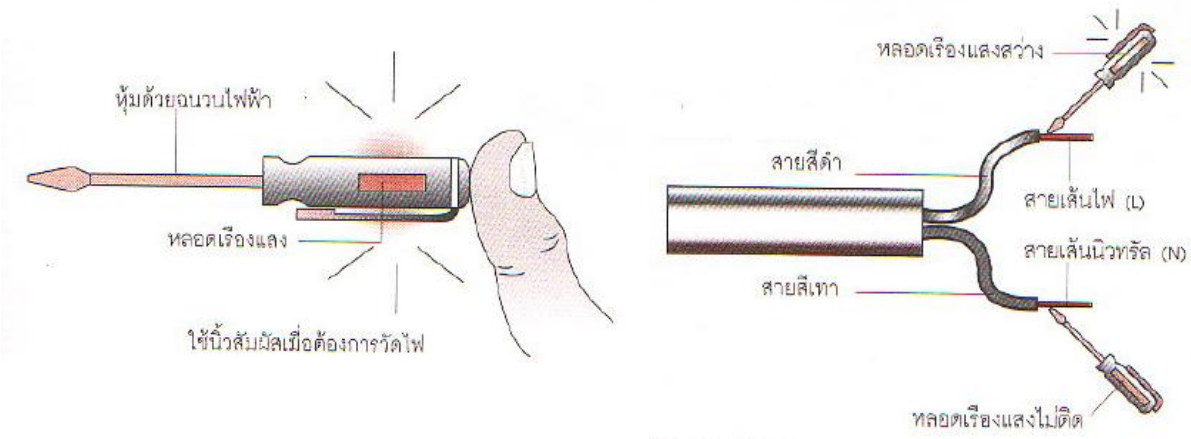
ในการปฏิบัติงานไฟฟ้า จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือช่วยเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย เพื่อช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพและปลอดภัยยิ่งขึ้น เครื่องมือและอุปกรณ์เบื้องต้นที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าที่ควรศึกษาและใช้ได้อย่างถูกวิธีได้แก่

3.1 หลอดไฟฟ้าและไขควงทดสอบไฟฟ้า

หลอดไฟฟ้าและไขควงทดสอบไฟฟ้า นับเป็นเครื่องมือที่จำเป็นที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้าควรที่จะเอาไว้ เพราะเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากและราคาถูก ใช้สำหรับตรวจสอบหาจุดบกพร่องในวงจรไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว สำหรับหลอดไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบไฟฟ้านั้น วิธีการใช้งานก็คือ ใช้ปากคีบ คีบปลายด้านหนึ่งเข้ากับสายไฟสายหนึ่ง โดยทั่วไปมักจะคีบสายนิวตรอนหรือสายดิน ส่วนอีกปลายหนึ่งก็จะตรวจสอบโดยแตะไปตามจุดต่างๆ ในวงจรที่ต้องการตรวจสอบ เพื่อหาจุดบกพร่องในวงจร

ภาพประกอบ 5 การทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วยหลอดทดสอบ

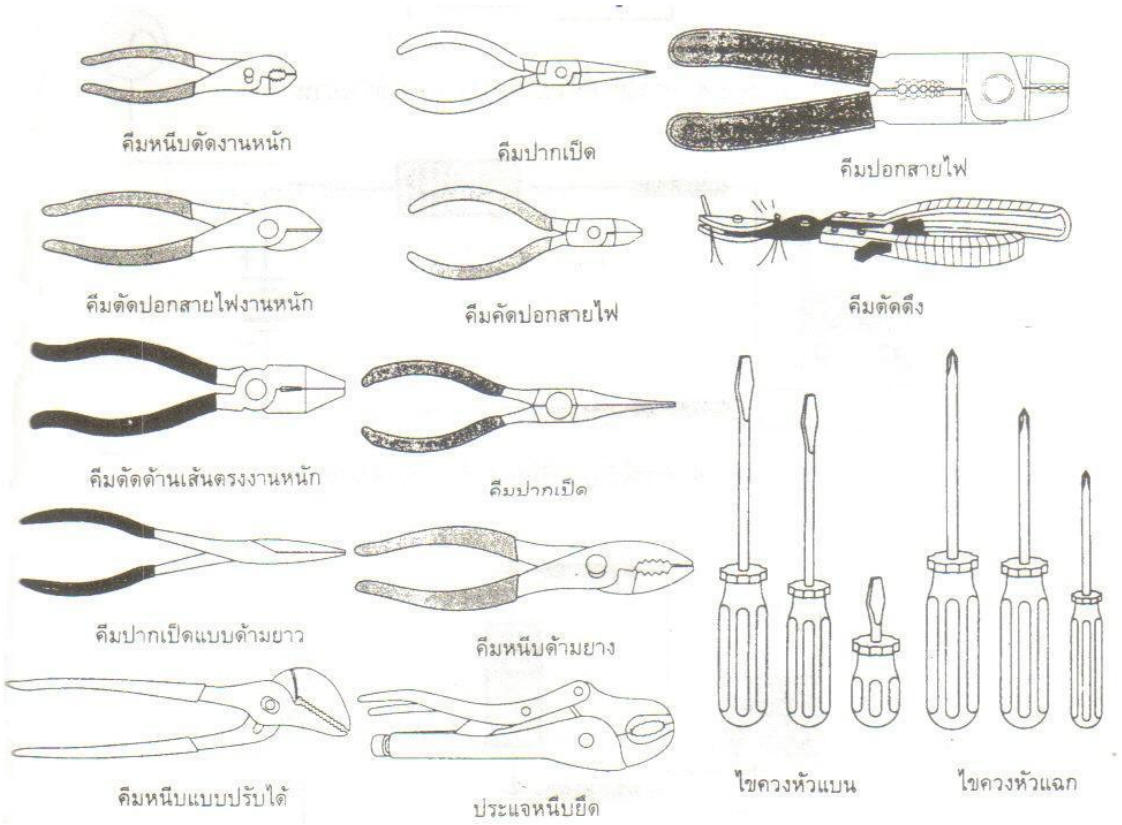
สำหรับไขควงทดสอบไฟฟ้านั้นมีลักษณะคล้ายกับไขควงแบนธรรมดาทั่วไป แต่จะมีส่วนที่แตกต่างไปก็คือ ที่แกนของไขควงซึ่งเป็นส่วนโลหะนั้น จะต่อยื่นเข้าไปด้านในด้ามพลาสติกซึ่งภายในกลวง และมีหลอดนีออนเล็ก ๆ ต่ออนุกรมกับตัวต้านทานไว้ และต่อกับโลหะท้ายด้ามของไขควงไฟฟ้าการใช้งานก็โดยการใช้ปลายไขควงแตะตามจุดต่างๆ ในวงจรไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบ แล้วใช้นิ้วมือแตะที่ท้ายด้ามของไขควง จุดใดที่มีแรงดันไฟฟ้า หลอดนีออนภายในด้ามของไขควงก็จะสว่างขึ้นแต่ถ้าจุดใดไม่มีแรงดันไฟฟ้า หลอดนีออนภายในด้ามของไขควงก็จะไม่สว่าง



ภาพประกอบ 6 การวัดไฟด้วยไขควงวัดไฟ

3.2 เครื่องมือสำหรับตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า

ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้านั้น จะต้องมีการตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือสำหรับตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่หลายชนิด ได้แก่



ภาพประกอบ 7 เครื่องมือสำหรับตัด ปอก และต่อสายไฟฟ้า

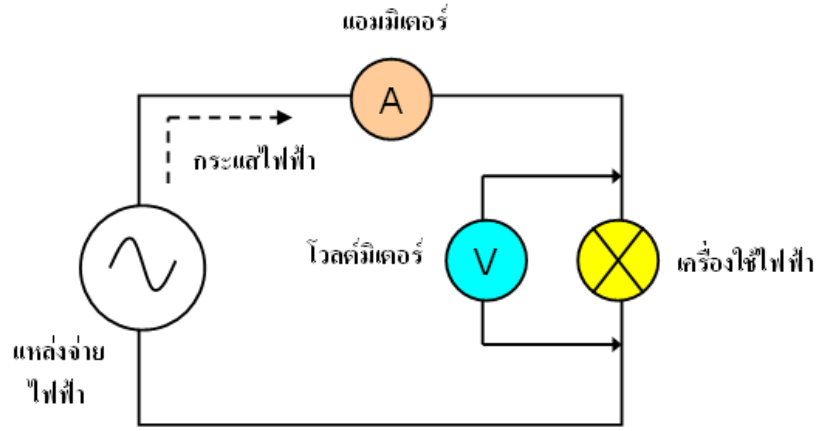
3.3 เครื่องวัดไฟฟ้า

เครื่องวัดไฟฟ้า เป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า เพราะเครื่องมือวัดไฟฟ้าสามารถวัดและตรวจสอบค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า เช่น กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า เป็นต้น อันจะช่วยให้ผู้ที่ปฏิบัติงานสามารถทราบและวิเคราะห์วงจรได้อย่างถูกต้อง

ภาพประกอบ 8 มัลติมิเตอร์

แรงดันไฟฟ้า หรือ ศักย์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) คืองานที่เกิดจากการเคลื่อนประจุ ในสนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าที่ A สูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ B เพราะว่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ A สูงกว่าที่ B ศักย์ไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ศักย์ไฟฟ้าบวก เป็นศักย์ของจุดที่อยู่ในสนามของประจุบวก และศักย์ไฟฟ้าลบ เป็นศักย์ของจุดที่อยู่ในสนามของประจุลบ

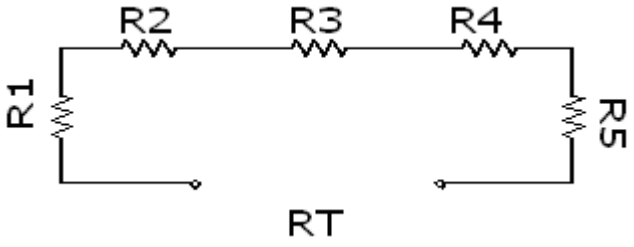
กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A) กระแสไฟฟ้าคือ ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เลื่อนไหลในวงจรไฟฟ้าต่อหน่วยวินาที เรียกว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้าไหล แอมแปร์ คือประจุไฟฟ้า 1 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของขดลวดในเวลา 1 วินาที



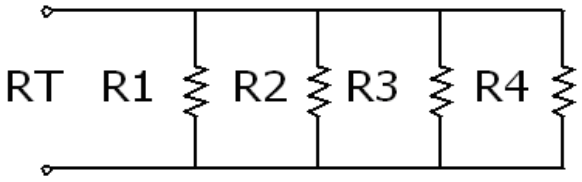
ภาพประกอบ 9 การวัดค่าไฟฟ้าของแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์

ความต้านทานไฟฟ้า คือ หน่วยวัดปริมาณความต้านทาน กระแสไฟฟ้าของวัตถุ วัตถุที่มีความต้านทานต่ำจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย เรียกว่า ตัวนำไฟฟ้า ในขณะที่ ฉนวนไฟฟ้ามีความต้านทานสูงมากและไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ค่าความต้านทานไฟฟ้าใช้สัญลักษณ์ R มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) มีค่าเป็นส่วนกลับของ ความนำไฟฟ้า (Conductivity) หน่วยซีเมนส์ กฎของโอห์มเขียน ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันไฟฟ้า (V) , กระแสไฟฟ้า (I) และความต้านทาน (R) ไว้ดังนี้: $R = V / I$ จากการวัดกับวัสดุต่างๆ ที่สภาวะต่างๆ กัน มักปรากฏว่าความต้านทาน ไม่ขึ้นกับปริมาณกระแสไฟฟ้า หรือ แรงดันไฟฟ้า กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มีค่าความต้านทานคงที่ วงจรของความต้านทานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ วงจรอนุกรม โดย RT = R1 + R2 + R3 ... และวงจรขนาน

$$RT = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}}$$



ภาพประกอบ 10 การต่อวงจรแบบอนุกรม



ภาพประกอบ 11 การต่อวงจรแบบขนาน

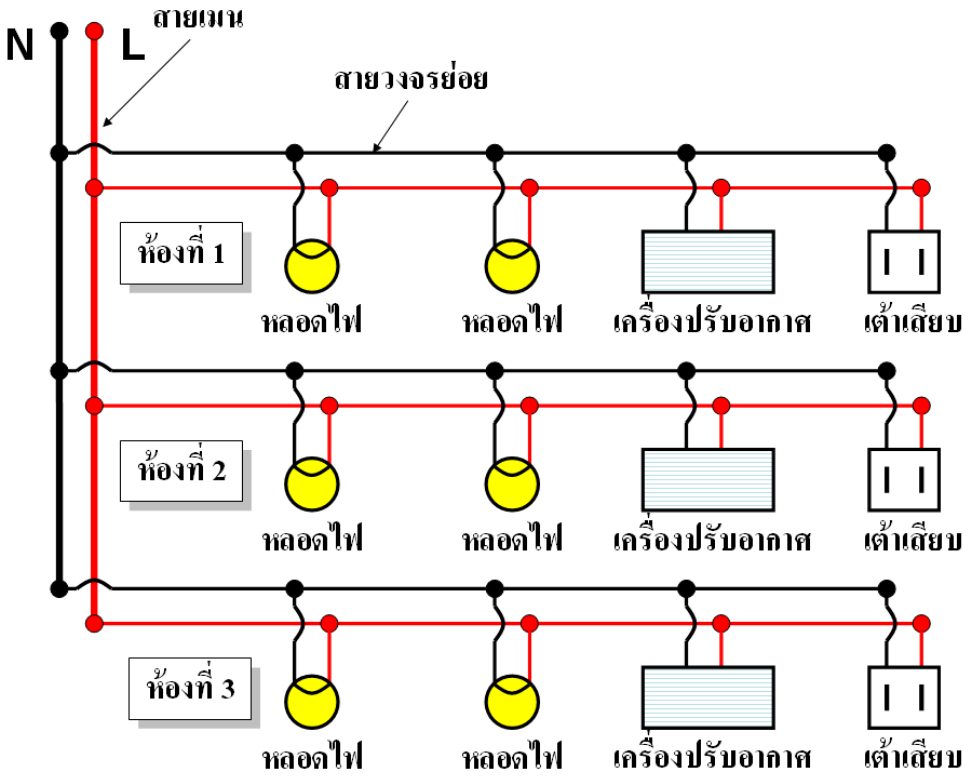
4. การแบ่งและกำหนดขนาดวงจร

ไฟฟ้าจากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯมายังเมนสวิตซ์จะถูกแบ่งออกเป็นวงจรย่อยๆ หลายวงจรเพื่อความสะดวกในการใช้งาน และเพื่อไม่ให้โหลดในแต่ละวงจรมากเกินไป การแบ่งเป็นวงจรย่อยต่างๆ สามารถแบ่งได้หลายแบบตามความต้องการ

4.1 แบ่งตามลักษณะของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น แสงสว่าง เต้ารับ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศเป็นต้น

4.2 แบ่งตามพื้นที่ วิธีนี้จะแบ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกันเป็นวงจรเดียวกัน เช่น ชั้นบน ชั้นล่าง ห้องครัว ห้องนอน ห้องรับแขก และไฟสนาม เป็นต้น

4.3 แบบผสม เป็นการนำสองแบบข้างต้นมาผสมกัน โดยทั่วไปจะแยกตามพื้นที่ก่อน เช่น ชั้นบนกับชั้นล่างจะแยกวงจรกัน แต่จะรวมเต้ารับกับแสงสว่างไว้ด้วยกันและแยกวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ หรือที่มีการใช้งานพิเศษออกต่างหาก เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องสูบน้ำ เป็นต้น

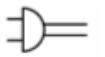
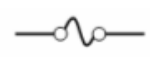
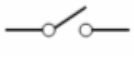
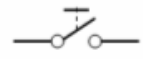
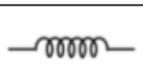


ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการแบ่งวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร

5. สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับทางไฟฟ้าที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน้าที่การทำงาน
	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ	จ่ายกระแสไฟฟ้า
	โหลด หรือ เครื่องใช้ไฟฟ้า	เครื่องใช้ไฟฟ้า
	หลอดไฟฟ้า	แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่าง
	โวลต์มิเตอร์	วัดค่าแรงดันไฟฟ้า
	แอมมิเตอร์	วัดค่ากระแสไฟฟ้า
	สายดิน	จุดต่อลงสายดิน , ป้องกันอันตรายจากไฟรั่ว
	เต้าเสียบ	จุดต่อสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้า
	ปลั๊กเสียบ	จุดต่อสำหรับรับกระแสไฟฟ้า
	ฟิวส์	อุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจร
	สวิตช์	เปิด - ปิด วงจรไฟฟ้า
	สวิตช์แบบกด	เปิด - ปิด วงจรไฟฟ้า (แบบกด)
	จุดต่อ	จุดต่อวงจรไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
	จุดข้าม	จุดข้ามไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัน
	ขดลวด	ขดลวดความร้อน / ขดลวดภายในเครื่องใช้ไฟฟ้า
	หม้อแปลงไฟฟ้า	ลด-เพิ่ม ขนาดของแรงดันไฟฟ้า
	สายไฟฟ้า	ตัวกลางนำกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า
	สายไฟฟ้า (ฝังผนัง)	ตัวกลางนำกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

แบบทดสอบทักษะการเขียนวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

ให้ผู้เรียนเขียนวงจรไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการติดตั้งภายในห้องพัก 2 ห้อง ซึ่งแต่ละห้องจะมีห้องน้ำภายใน โดยรายละเอียดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการติดตั้งในแต่ละห้องมีดังต่อไปนี้

ห้องพัก

แผงควบคุมไฟฟ้า 1 ชุด

เครื่องปรับอากาศ 1 เครื่อง

หลอดไฟฟ้าแบบฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอด

หลอดไฟแบบไส้ 2 หลอด

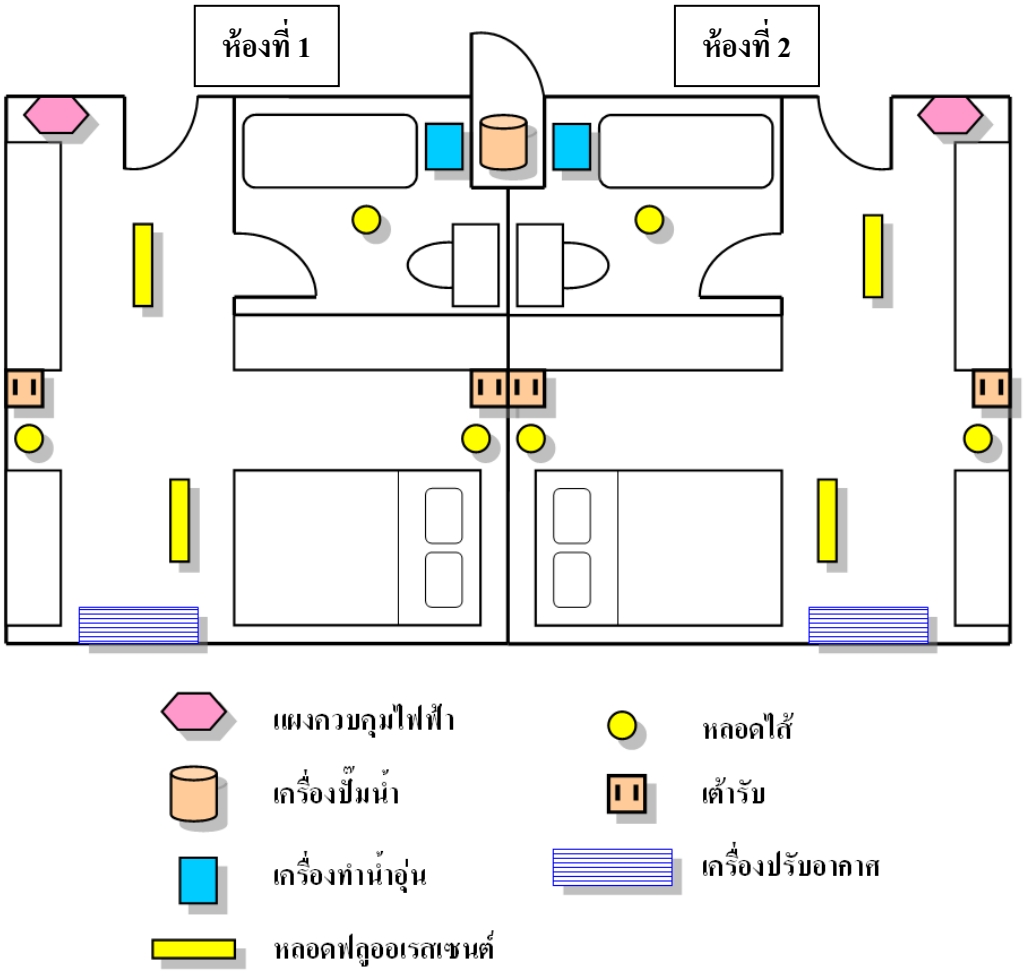
เต้ารับ 2 ตัว

ห้องน้ำ

เครื่องทำน้ำอุ่น 1 เครื่อง

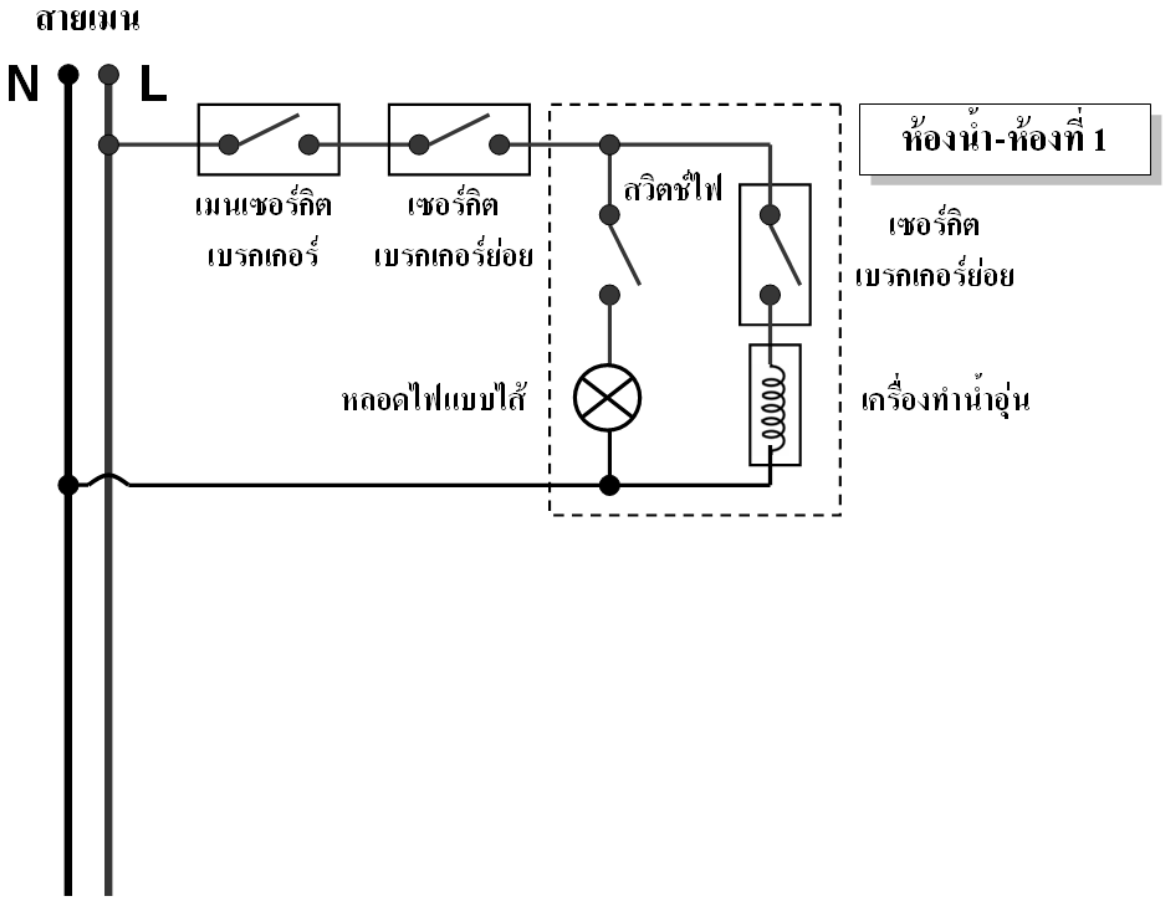
หลอดไฟแบบไส้ 1 หลอด

เครื่องปั๊มน้ำ 1 เครื่อง โดยจะใช้ร่วมกันทั้ง 2 ห้อง



แบบทดสอบการเขียนวงจรไฟฟ้า

ตัวอย่าง วงจรไฟฟ้าสำหรับห้องน้ำของห้องที่ 1



แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 3

เรื่อง การเดินสายไฟภายในอาคาร เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ และทักษะการเดินสายไฟภายในอาคาร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายเทคนิคและเครื่องมือสำหรับการเดินสายไฟภายในอาคารได้
2. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเดินสายไฟภายในอาคารได้อย่างถูกต้อง
3. ปฏิบัติการเกี่ยวกับการตัดต่อสายไฟและการเดินสายไฟภายในอาคาร

เนื้อหา

การเดินสายไฟภายในอาคาร

1. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการเดินสายไฟ
2. การแบ่งวงจรไฟฟ้า
3. การเดินสายไฟแบบใช้คลิปรัดสาย
4. การเดินสายไฟโดยใช้ท่อพีวีซี
5. การเดินสายไฟโดยใช้ช่องเดินสายไฟ
6. การตัดต่อสายไฟรูปแบบต่างๆ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ผู้เรียนศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการเดินสายไฟจากอุปกรณ์จริง
3. ผู้สอนทำการสาธิตการเดินสายไฟแบบต่างๆ
4. ผู้เรียนปฏิบัติงาน การเดินสายไฟแบบคลิปรัดสาย ท่อพีวีซี ช่องเดินสายไฟ และการตัด

   ต่อสายไฟรูปแบบต่างๆ
5. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 3
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ เครื่องมือการเดินสายไฟ และการตัดต่อสายไฟ
5. สายไฟชนิดต่างๆ
6. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

1. ตรวจแบบทดสอบ
2. ประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

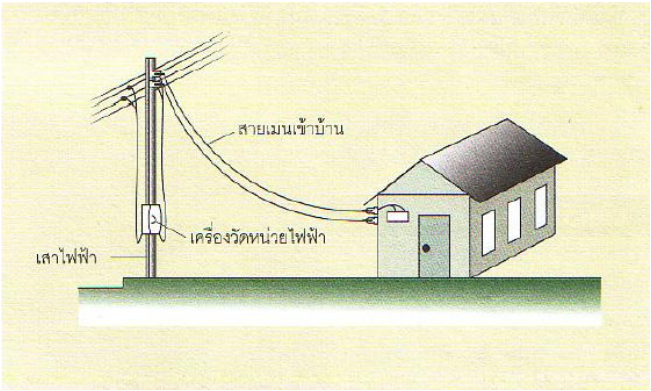
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง การเดินสายไฟภายในอาคาร

การเดินสายไฟ

1. การเดินสายไฟภายนอกเข้าสู่อาคาร

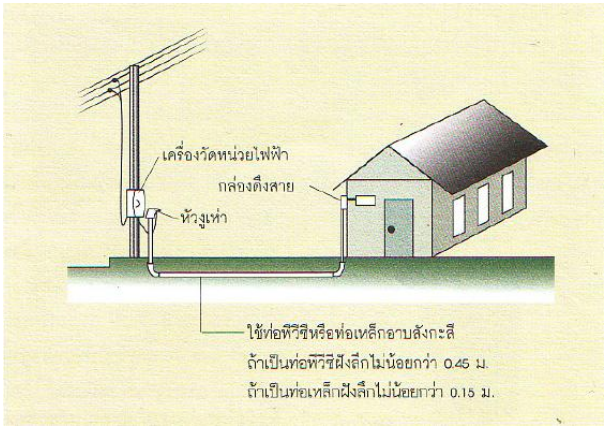
การโยงสายไฟเข้ามายังอาคารที่นิยมปฏิบัติกันก็มี 2 แบบ คือ

1.1 เดินสายไฟลอยในอากาศ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมากในแถบเอเชีย การติดตั้งแบบนี้จะมีมิเตอร์ติดอยู่ที่เสาไฟฟ้า และตัวรับไฟเข้าสู่อาคารยึดติดอยู่ทางด้านนอกของอาคารส่วนแผงควบคุมไฟเรียกว่า เมนสวิตช์ จะอยู่ภายในอาคารใกล้กับจุดรับไฟมากที่สุด



ภาพประกอบ 1 การเดินสายไฟลอยในอาคาร

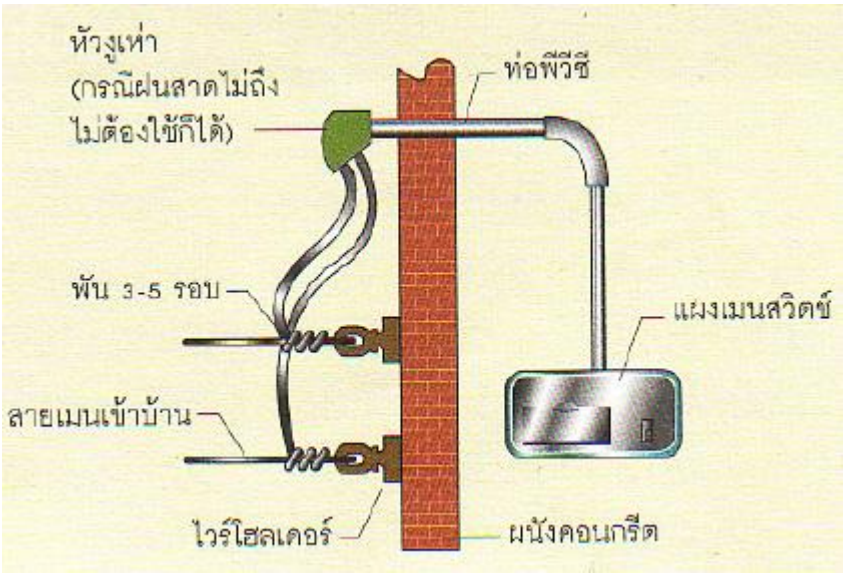
1.2 ฝังสายใต้ดินมายังอาคาร โดยเดินสายไฟไว้ในท่อโลหะหรือท่ออโลหะฝังไว้ใต้ดิน เพื่อป้องกันการชำรุดของสายไฟ และช่วยให้ไม่ต้องใช้เสาและสายไฟให้เกะกะ อย่างไรก็ตาม ควรเลือกชนิดของสายไฟให้เหมาะสมด้วย



ภาพประกอบ 2 การเดินสายไฟโดยฝังสายใต้ดิน

จุดที่ต่อสายไฟเข้าบ้าน สายไฟที่ดึงมาที่ตัวบ้านจะยึดด้วยไวร์โฮสเดอร์ (Wire Holder) จากนั้นจึงเดินเข้าแผงเมนสวิตซ์ ซึ่งสามารถเดินด้วยวิธีร้อยท่อหรือรัดคลิปก็ได้

กรณีเดินด้วยท่อ หากปล่อยปลายท่อด้านนอกอาคารอยู่ในตำแหน่งที่ฝนสาดไม่ถึง จะไม่ใช่หัวงูเห่าก็ได้



ภาพประกอบ 3 จุดต่อสายไฟฟ้าเข้าภายในบ้าน

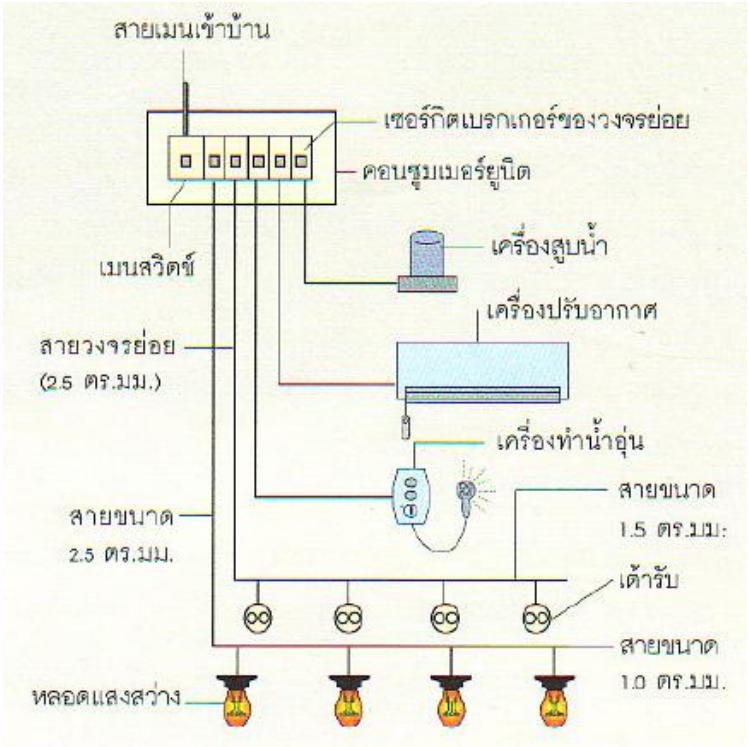
2. การเดินสายไฟฟ้าภายในบ้าน

2.1 การแบ่งและกำหนดขนาดวงจร ไฟฟ้าจากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ มายังเมนสวิตซ์จะถูกแบ่งออกเป็นวงจรย่อยๆ หลายวงจรเพื่อความสะดวกในการใช้งาน และเพื่อไม่ให้โหลดในแต่ละวงจรมากเกินไป การแบ่งเป็นวงจรย่อยต่างๆสามารถแบ่งได้หลายแบบตามความต้องการ

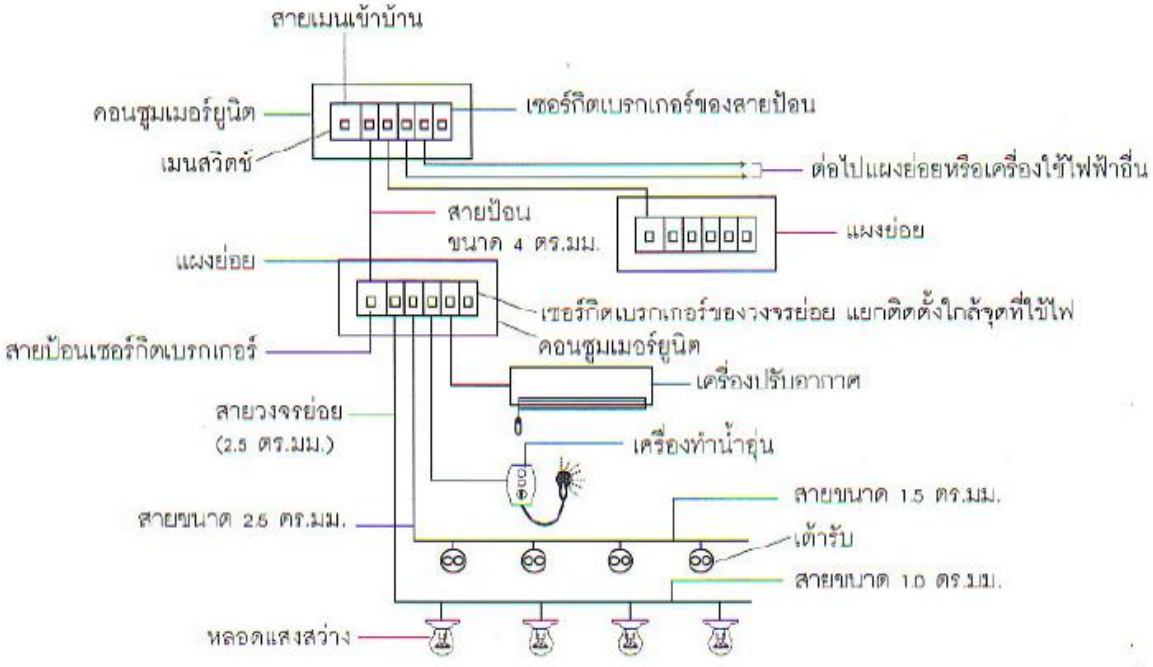
2.1.1 แบ่งตามลักษณะของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น แสงสว่าง เต้ารับ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศเป็นต้น

2.1.2 แบ่งตามพื้นที่ วิธีนี้จะแบ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกันเป็นวงจรเดียวกัน เช่น ชั้นบน ชั้นล่าง ห้องครัว ห้องนอน ห้องรับแขก และไฟสนาม เป็นต้น

2.1.3 แบบผสม เป็นการนำสองแบบข้างต้นมาผสมกัน โดยทั่วไปจะแยกตามพื้นที่ก่อน เช่น ชั้นบนกับชั้นล่างจะแยกวงจรกัน แต่จะรวมเต้ารับกับแสงสว่างไว้ด้วยกันและแยกวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ หรือที่มีการใช้งานพิเศษออกต่างหาก เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องสูบน้ำ เป็นต้น



ภาพประกอบ 4 การแบ่งวงจรไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก



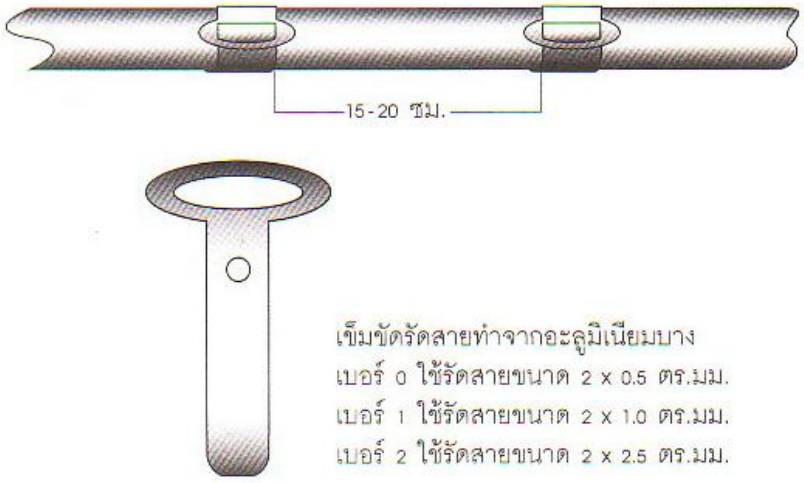
ภาพประกอบ 5 การแบ่งวงจรไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่

2.2 วิธีการเดินสายภายในบ้าน

ขั้นตอนการเดินสายไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในบริเวณต่างๆภายในบ้านนั้น จะต้องมีการจัดวางผังเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสวยงามและสอดคล้องกับแผนผัง การก่อสร้าง กล่าวคือ ต้องเดินสายให้มีระยะทางสั้นที่สุด เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และช่วยลดโหลดการเดินทางของกระแสไฟฟ้าอีกด้วย

การเดินสายไฟฟ้าเพื่อส่งกระแสไฟฟ้าไปยังพื้นที่ใช้สอยที่ต้องการนั้นจะมีวิธีการปฏิบัติได้หลายวิธี โดยในอาคารหลังหนึ่งๆอาจใช้หลายวิธีรวมกันไปตามความเหมาะสม โดยเฉพาะด้านความสวยงาม เช่น ใช้ท่อเดินบนฝ้าเพดานและเดินเกาะผนังข้างเต้ารับหรือสวิตช์ด้วยการรัดคลิปหรือใช้ช่องเดินสาย เป็นต้น วิธีการเดินสายที่นิยมในบ้านอยู่อาศัยและทำได้เองมีดังนี้

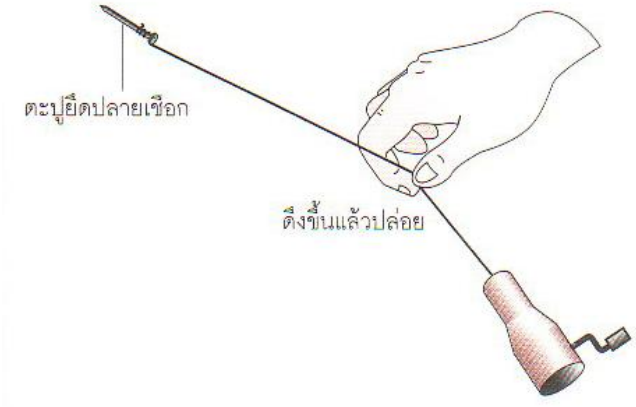
2.2.1 การเดินสายด้วยวิธีรัดคลิป คลิปรัดสายหรือเข็มขัดรัดสาย เมื่อใช้งานดอกตะปูให้คลิปติดกับผนังหรือเพดานส่วนที่ต้องการเดินสายก่อน ระยะห่างระหว่างคลิปประมาณ 15-20 เซนติเมตร การต่อสายนิยมต่อสายในกล่องต่อสายหรือตลับต่อสายเพื่อความสวยงาม หรือเดินสายไปต่อในกล่องสวิตช์หรือกล่องเต้ารับเลยก็ได้อย่างไรก็ตาม การเดินสายควรตีเส้นเสียก่อนเพื่อให้เดินสายได้ตรง



ภาพประกอบ 6 การเดินสายด้วยคลิปรัดสาย

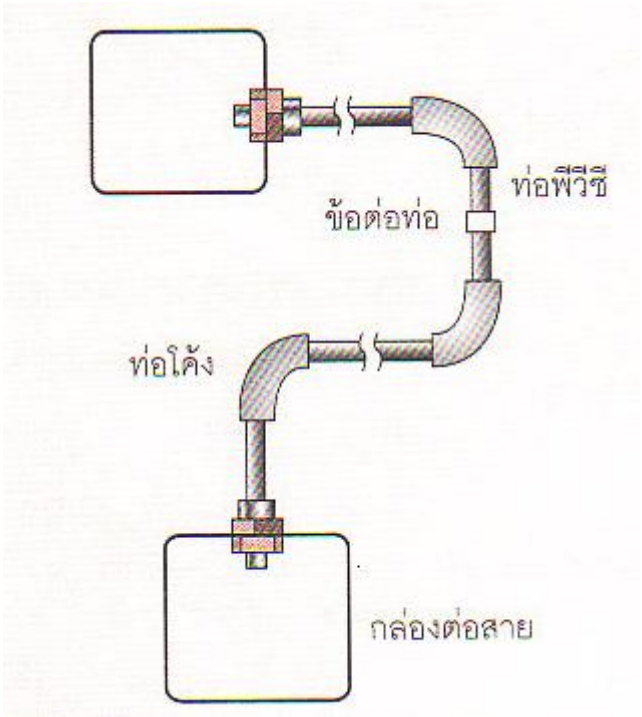
การตีเส้นบนผนังเพื่อเดินสาย เชือกตีเส้นมีขายตามร้านขายอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปท้องตลาดเรียกว่า “บักเต้า” เชือกตีเส้นนี้จะม้วนอยู่ในลูกรอก เมื่อดึงออกมาจะมีฝุ่นสีแดงติดมาด้วย การตีเส้นให้ยึดปลายสายเข้ากับตะปู ดึงเชือกให้ตึงแล้วใช้มือดึงเชือกไปกระทบกับผนังอาคาร

หมายเหตุ ผนังคอนกรีตมักมีปัญหาเรื่องการตอกตะปูยึดคลิปรัดสาย แก้ไขด้วยการตอกนำด้วยตะปูคอนกรีตก่อน



ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการตีเส้นบนผนังเพื่อเดินสาย

2.2.2 การเดินสายด้วยท่อพีวีซีนิยมเดินบนฝ้าเพดานหรือฝังในผนัง ขนาดท่อที่ใช้คือ ½ และ ¾ นิ้ว ระหว่างกล่องต่อสายห้ามเลี้ยวฉากเกิน 360 องศา เพราะจะทำให้ลากสายไม่ได้

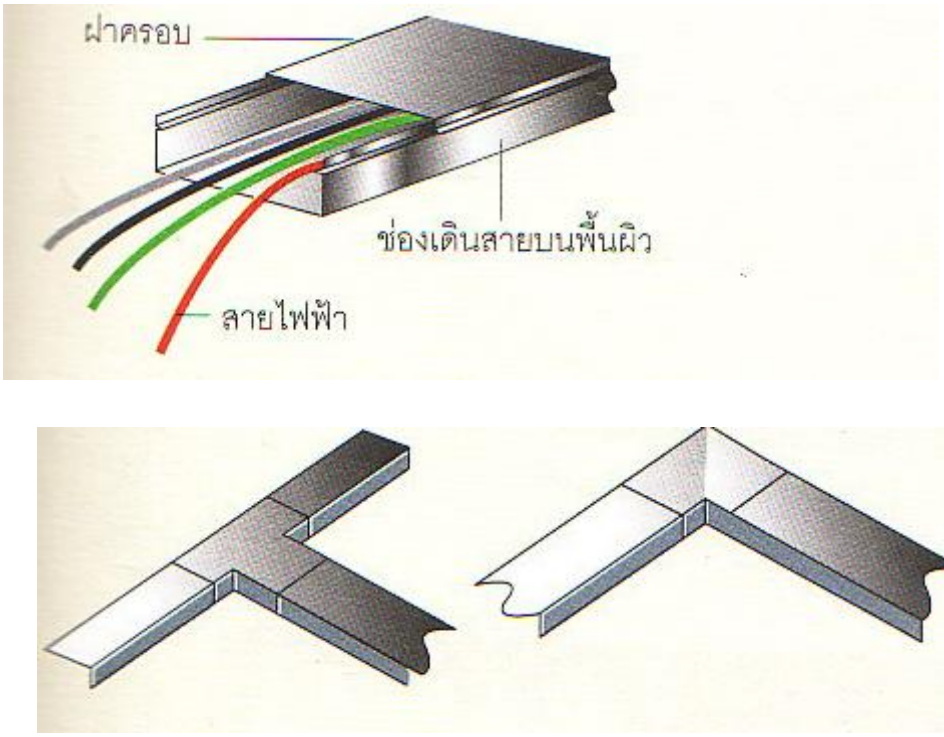


ภาพประกอบ 8 การเดินสายด้วยท่อพีวีซี

2.2.3 การเดินสายด้วยช่องเดินสายบนพื้นผิว

อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเดินสายในรางเหล็กหรือพลาสติก ตัวรางมีฝาปิดขนาดกว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตรขึ้นไปปัจจุบันมีชนิดสีเทาและสีขาว การติดตั้งทำได้ง่ายและสะดวก โดยเฉพาะเมื่อมีการติดตั้งเพิ่มเติมเล็กๆน้อยๆซึ่งสามารถทำได้เอง สายไฟฟ้าจะใช้สายทีเอลดับเบิ้ลยู (สายเดี่ยว) ซึ่งทำงานได้สะดวก และมีราคาถูกกว่าสายวีเอเอฟ (ถ้าไม่มีจะใช้สายวีเอเอฟแทนก็ได้)

การติดตั้งสามารถทำได้ด้วยการตัดช่อเดินสายให้ได้ความยาวพอดีแล้วเปิดฝาครอบออก โดยดึงด้วยมือหรืองัดด้วยไขควงปากแบน จะสังเกตเห็นที่ตัวรางจะมีรูเจาะเอาไว้แล้ว ใช้สำหรับยึดด้วยสกรูได้ สามารถทำได้โดยทำเครื่องหมายบนผนังคอนกรีตให้ตรงกับรูของช่องเดินสายแล้วใช้สว่านคอนกรีตเจาะ เมื่อติดตั้งช่องเดินสายแล้วจึงใส่สายลงไปแล้วปิดฝาโดยใช้มือกดลงไปแรงๆ โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์อื่นช่วย ซึ่งทำได้สะดวก รวดเร็ว และดูสวยงามกว่ารัดด้วยคลิป สำหรับการต่อแยกหรือการเลี้ยวมุมจะมีอุปกรณ์โดยเฉพาะ แต่อาจหาซื้อยาก ในทางปฏิบัติจึงอาจทำโดยการตัดรางเป็นมุม 45 องศา แล้วต่อแยกโดยการชนเข้าด้วยกัน

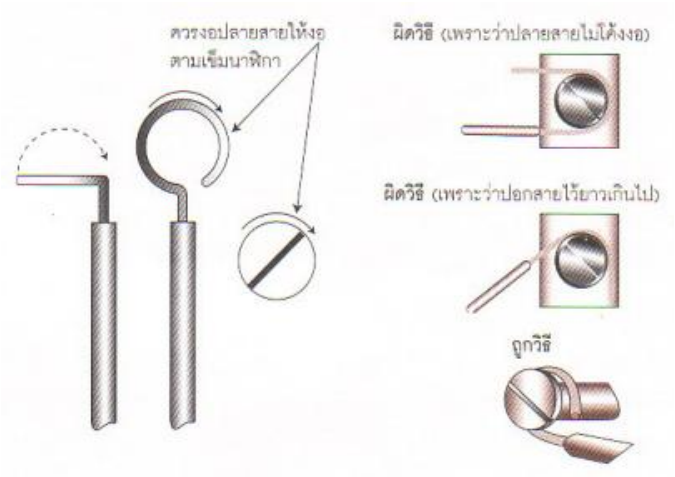


ภาพประกอบ 9 ช่องเดินสายไฟบนพื้นผิว

2.3 การต่อสาย

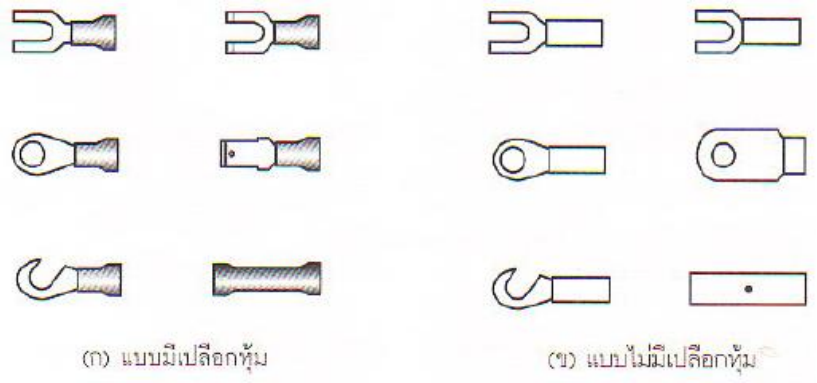
การต่อสายเข้าขั้วต่อสาย อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าบางเครื่องจะมีรูไว้สำหรับต่อสายไฟฟ้า เช่น เซอร์กิต เบรกเกอร์ สวิตซ์ไฟฟ้า และเต้ารับในการใช้งานก็เพียงแต่เอาสายใส่เจ้าในรู แล้วขันสกรูให้แน่น แต่เครื่องใช้ไฟฟ้าบางตัวจะเตรียมสกรูไว้สำหรับต่อสาย การต่อสายเข้าสกรูสามารถทำได้ 2 แบบ คือ การพันสายรอบสกรูโดยตรง และการใช้หางปลา

2.3.1 การพันสายรอบสกรู วิธีนี้เหมาะสมสำหรับสายขนาดเล็กๆ การพันสายรอบสกรูต้องทำให้ถูกต้อง มิฉะนั้นสายอาจหลุดขณะใช้งานได้



ภาพประกอบ 10 การพันสายรอบสกรู

2.3.2 การใช้หางปลา หางปลาจะทำหน้าที่ต่อระหว่างสายไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้การต่อสายแน่นหนาเสะดวกในการถอดปละใส่บ่อยๆ หางปลามีทั้งที่ใช้กับสายขนาดเล็กและขนาดใหญ่การต่อสายเข้าหางปลาต้องมีเครื่องมือประกอบ คือ คีมย้ำหางปลา การเลือกใช้หางปลาต้องเหมาะสมกับขนาดสายไฟฟ้าที่จะต่อ ขนาดคีมย้ำหางปลาจะต้องเหมาะสมกับขนาดหางปลาด้วย



ภาพประกอบ 11 ขั้วต่อสายแบบหางปลา

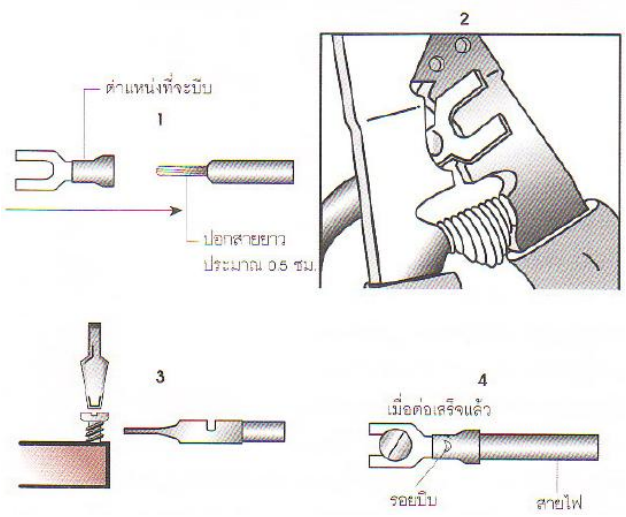
วิธีต่อสายเข้าหางปลา

1. นำหางปลาสวมทับกับปลายสายโดยดันเข้าไปจนสุดตำแหน่งที่จะบีบปอกสายยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร

2. ใช้คีมบีบที่หางปลาจนแน่น

3. ในกรณีที่หางปลามีสกรู ให้คลายสกรูที่จะต่อกับหางปลาออก แล้วเสียบหางปลาเข้าไปจนสุด แล้วขันสกรูให้แน่น แต่ถ้าหางปลาปลายเจาะรู(ไม่ใช่ชนิดเปิด) จะต้องคลายสกรูออกมาทั้งตัวก่อนจึงจะใส่สายได้

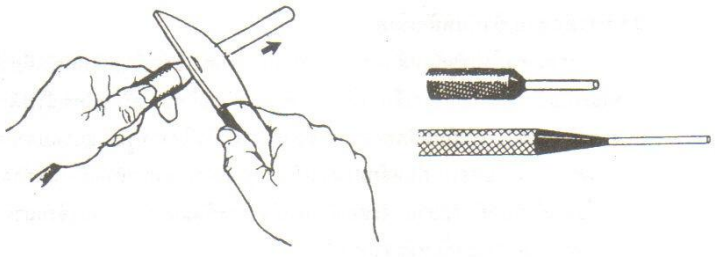
4. หางปลาเมื่อต่อสายไฟเสร็จแล้ว



ภาพประกอบ 12 วิธีต่อสายเข้ากับหางปลา

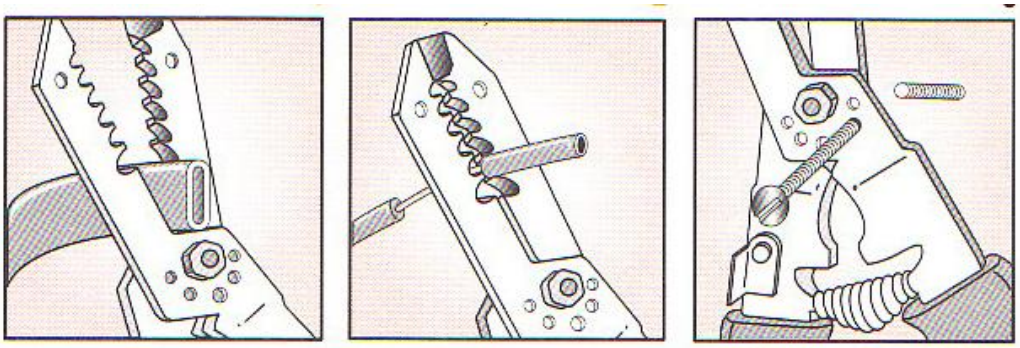
2.4 การปอกสายไฟฟ้า

2.4.1 การปอกสายด้วยมีด เป็นการใช้เครื่องมือพื้นฐานที่มีใช้ทั่วไป เช่น มีดบางๆ คัทเตอร์ หรือมีดปอกสายโดยเฉพาะ วิธีนี้ผู้ปอกสายต้องมีความชำนาญพอสมควร เนื่องจากมีดอาจไปตัดบางส่วนของทองแดงทำให้เป็นรอย และอาจหักขาดได้ขณะทำการต่อสายการปอกสายจะทำในลักษณะของการเหลาดินสอ และต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้มีดเฉือนถูกเส้นทองแดงชำรุด



ภาพประกอบ 13 การปอกสายไฟด้วยมีด

2.4.2 การปอกด้วยเครื่องมือ การปอกอาจใช้คีมสำหรับปอกสายหรือคีมตัดสายที่มีรูสำหรับใช้ปอกสาย แต่การปอกแบบนี้จะใช้กับสายขนาดไม่ใหญ่นักและต้องเลือกขาดให้เมาะสมกับขนาดของเส้นทองแดงด้วย



ภาพประกอบ 14 การใช้เครื่องมือคีมปอกสายไฟ

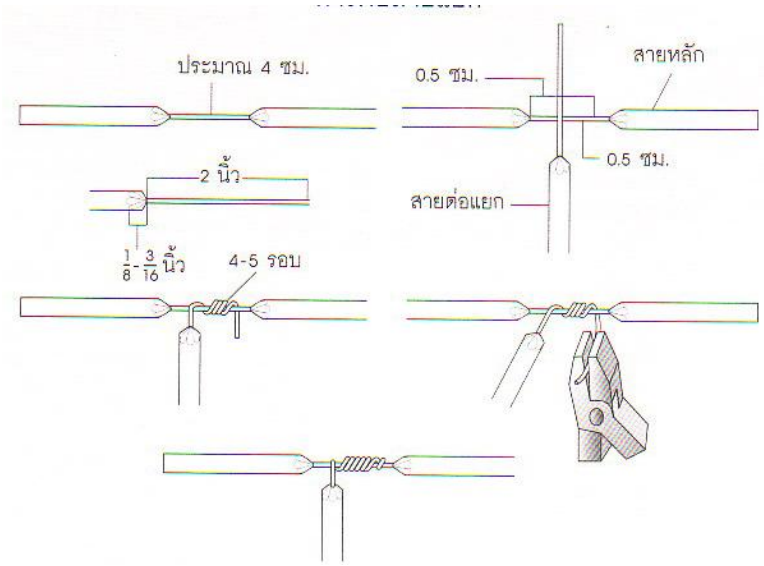
2.5 การต่อระหว่างสาย

วิธีนี้สำหรับการต่อเพื่อเพิ่มความยาวของสายและการต่อแยกสาย การต่ออาจใช้ไฟฟ้าพันเกลียวกันโดยตรง หรือโดยการใช้อุปกรณ์ต่อสาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การต่อสายแบบหางเปียหรือหางหมู
(เหมาะสำหรับต่อสายที่มีขนาดเท่ากัน)

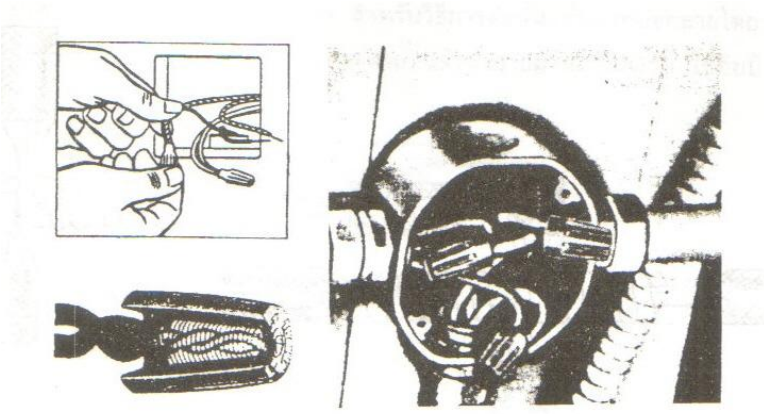
ภาพประกอบ 15 การต่อสายแบบหางเปีย

2.5.1 การต่อสายแยก ใช้สำหรับกรณีที่ต้องการต่อสายไฟฟ้าเพื่อแยกไปใช้กับอุปกรณ์อื่นๆ สามารถทำได้โดยไม่ต้องตัดสายเส้นหลัก มีข้อดีตรงที่สายหลักจะไม่ต้องมีการต่อปกติ สายต่อแยกจะมีขนาดไม่ใหญ่กว่าสายหลัก



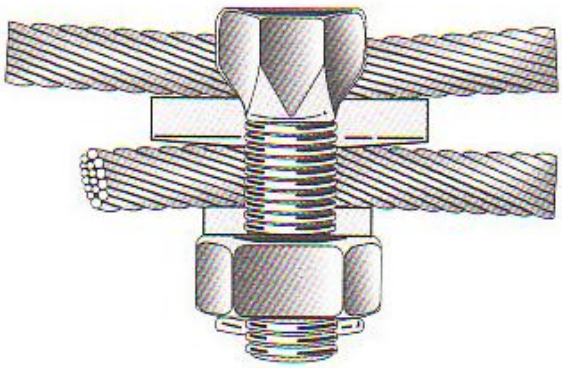
ภาพประกอบ 16 การต่อสายแยก

2.5.2 การต่อสายโดยใช้ไวร์นัท (WIRENUT) เป็นการต่อสายที่ไม่ต้องรับแรงดึง ปกติจะใช้ต่อในกล่องต่อสาย ส่วนใหญ่จุดต่อจะอยู่ในกล่องหรือตลับแยกสาย วิธีการใช้ก็โดยการปอกปลายสายที่จะต่อยาวพอประมาณ โดยกะว่าเมื่อใส่ในไวร์นัทแล้วจะไม่โผล่ทองแดงออกมานอกไวร์นัท จับปลายสายที่ปอกแล้วนั้นมาชิดและขนานกัน จากนั้นขันไวร์นัทเข้าไป สายจะพันกันเอง คล้ายการต่อหางเปีย



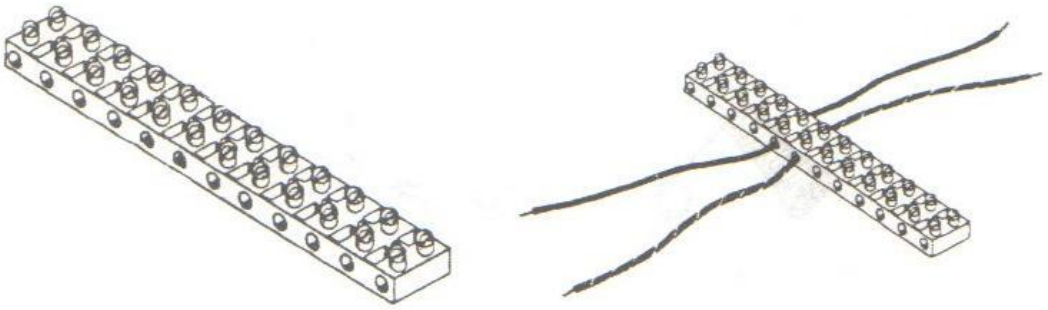
ภาพประกอบ 17 การต่อสายด้วยไวร์นัท

2.5.3 การต่อวายด้วยสปลิตโบลต์ (SPLITBOLT) มีลักษณะเป็นโบลต์ที่ต้องผ่าร่องตามความยาวไว้เพื่อใส่สายลงไป และจะมีนอตขันเกลียวลงไปให้แน่น เหมาะสำหรับต่อสายที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การต่อสายจะเอาส่วนที่ปอกแล้ววางลงในร่องแล้วขันให้แน่น



ภาพประกอบ 18 การต่อสายด้วยสปลิตโบลท์

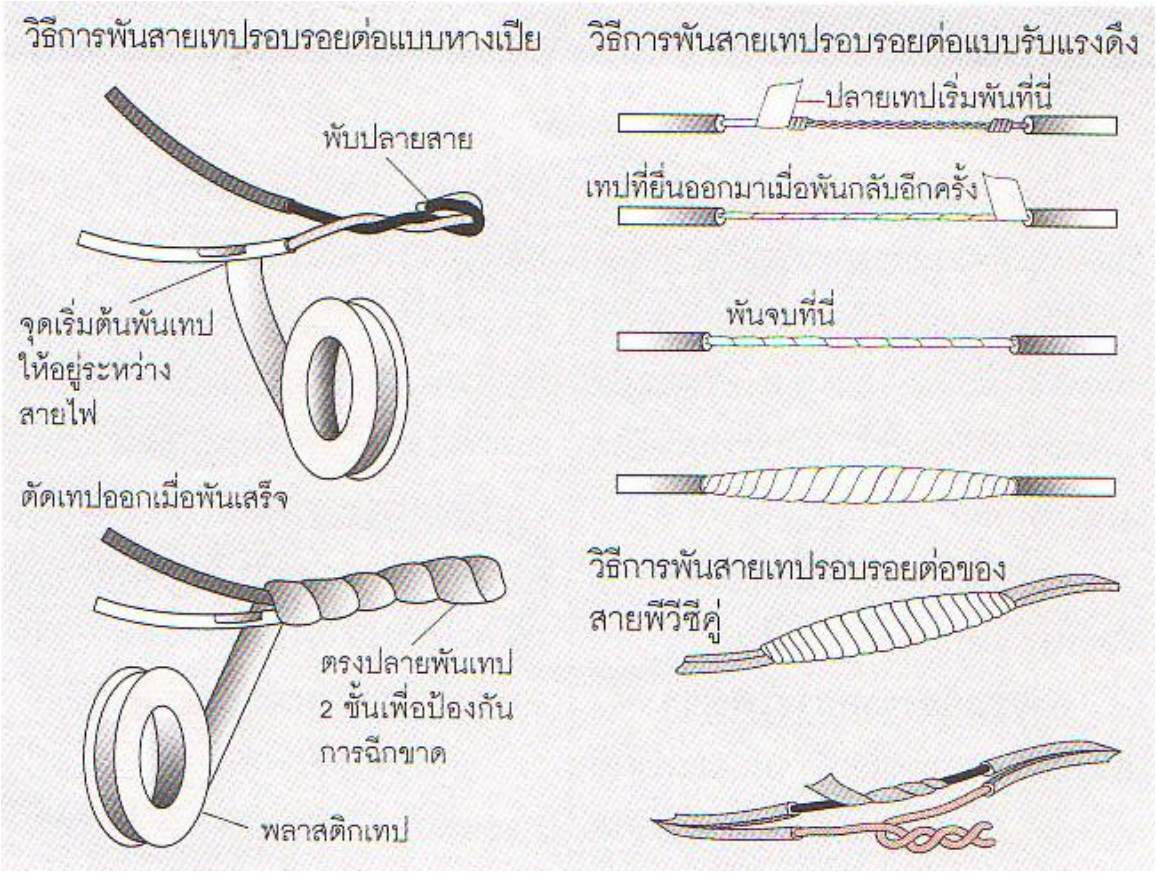
2.5.4 การต่อสายด้วยลูกเต๋า ปกติลูกเต๋าสำหรับต่อสายจะทำเป็นหลายหลายตัวยาวติดกันเป็นแผง การใช้งานจะตัดออกให้เหลือตามจำนวนที่ต้องการใช้จริงๆ ลูกเต๋าเหมาะสำหรับการต่อสายจำนวนสองเส้นเพื่อเพิ่มความยาว หรือใช้กับการต่อสายขนาดเล็ก สายจะยึดติดกับลูกเต๋าด้วยสกรูขนาดเล็กที่ติดมากับลูกเต๋า ถึงแม้ลูกเต๋าจะทำเป็นแผงยางติดต่อกัน แต่ว่าลูกเต๋าแต่ละลูกจะไม่ต่อถึงกันในทางไฟฟ้า วิธีใช้ก็เพียงแต่ปอกปลายสายไฟออกพอประมาณสอดสายเข้าไปในช่องของลูกเต๋า แล้วขันสกรูให้แน่น ถ้าเป็นสายอ่อนก็ควรรวบปลายสายแล้วบิดให้เป็นเกลียวก่อน



ภาพประกอบ 19 การต่อสายด้วยลูกเต๋า

2.6 การหุ้มฉนวนสาย

เมื่อต่อสายแล้วจำเป็นต้องหุ้มจุดต่อสายด้วยฉนวนเพื่อป้องกันไฟรั่วหรือไฟดูด การหุ้มฉนวนนิยมใช้เทปพีวีซีซึ่งมีขายทั่วไป การพันเทปพีวีซี ควรดึงเทปให้ตึงพอสมควร แต่อย่าดึงจนเทปยืดออกมาก ควรพันให้เส้นเทปซ้อนกันประมาณหนึ่งส่วนสี่ของความกว้างแผ่นเทปและควรพันประมาณ 2-3 ชั้นเพื่อความมั่นใจ ในการหุ้มฉนวนสายต้องพันให้เลยทองแดงล้ำขึ้นไปบนฉนวนประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร



ภาพประกอบ 20 วิธีการหุ้มฉนวนสายไฟ

การปฏิบัติงาน

ให้ผู้รับการฝึกอบรมทำการปฏิบัติงานการเดินสายไฟและการตัดต่อสายไปตามรายการต่อไปนี้

- ดำเนินการเดินสายไฟแบบใช้คลิป
- ดำเนินการเดินสายไฟโดยใช้ท่อพีวีซี
- ดำเนินการเดินสายไฟโดยใช้ช่องเดินสายไฟ
- ดำเนินการตัดต่อสายไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 4

เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ และทักษะด้านการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายอุปกรณ์ไฟฟ้าและหลักการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้าได้
2. ตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้าได้
3. ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าบนแผงควบคุมไฟฟ้าได้

เนื้อหา

การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า

1.ชนิดและขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

2. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของแผงวงจรไฟฟ้า

3. การต่อวงจรไฟฟ้าภายในแผงควบคุมไฟฟ้า

4. การตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้า

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ผู้เรียนศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้าจากอุปกรณ์จริง
3. ผู้สอนทำการสาธิตการติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้า
4. ผู้เรียนปฏิบัติงานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าบนแผงควบคุมไฟฟ้า
5. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 4
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ เครื่องมือการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงควบคุมไฟฟ้า
5. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

1. ตรวจแบบทดสอบ
2. ประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

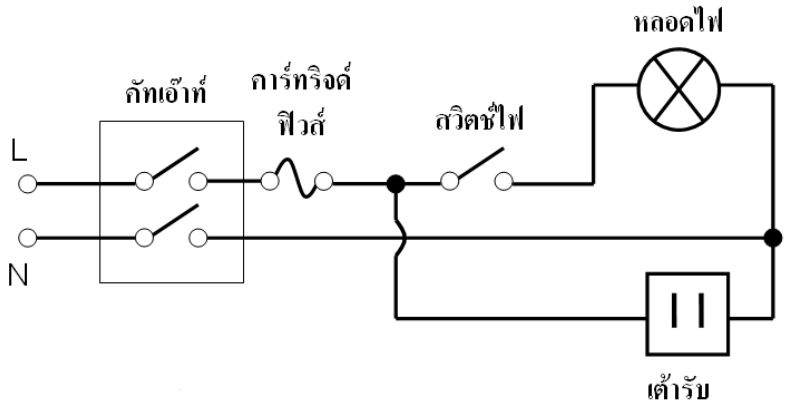
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า

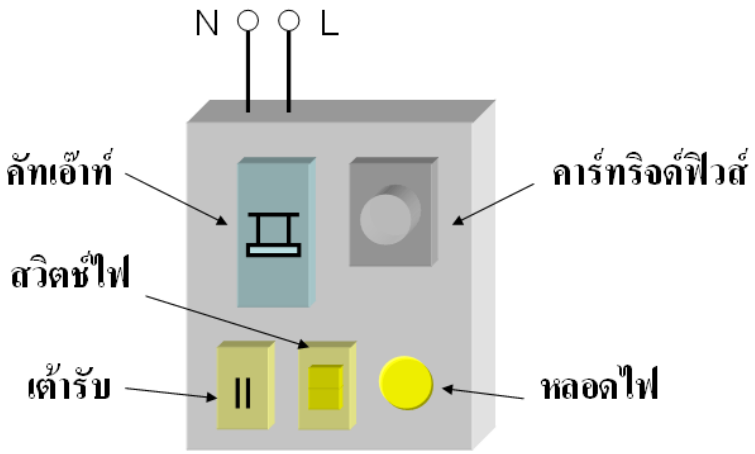
การบรรยายเนื้อหาสาระ

- ทบทวนเนื้อหาทางด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นในการใช้งาน
- อธิบายการปฏิบัติงาน พร้อมกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งจริง

การปฏิบัติงาน

- ดำเนินการปฏิบัติต่อวงจรแผงควบคุมไฟฟ้า
- ทำการทดลองใช้งานแผงควบคุมไฟฟ้าที่ได้ต่อขึ้น
- ทำการตรวจสอบระบบการไหลของกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือวัดและไขควงวัดไฟ





มาตรฐานตัวนำประธาน สายป้อน วงจรย่อย

(ที่มา: มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

บทที่ 3 ตัวนำประธาน สายป้อน วงจรย่อย

ในการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าในระบบแรงดันต่ำ วงจรย่อยถือเป็นส่วนสำคัญที่ต้องตรวจสอบข้อมูลโหลดตามลักษณะการใช้งาน เพื่อคำนวณและออกแบบกำหนดขนาดตัวนำ การป้องกันกระแสเกิน และต้องทำการป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่บริเวณใช้งานด้วย สำหรับสายป้อน ค่าดีมานด์แฟกเตอร์จะนำไปใช้คำนวณโหลดของสายป้อน เพื่อกำหนดขนาดตัวนำและการป้องกันกระแสเกินของสายป้อนให้มีขนาดเหมาะสมและใช้งานได้เพียงพอ ทั้งนี้ตัวนำประธานและบริภัณฑ์ปราน ได้มีข้อกำหนดเพื่อให้ระบบไฟฟ้าดังกล่าวทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3.1 วงจรย่อย

3.1.1 ขอบเขต

ให้ใช้กับวงจรย่อยสำหรับไฟฟ้าแสงสว่างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือทั้งไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้ารวมกัน ยกเว้นวงจรย่อยสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

3.1.2 ขนาดพิกัดวงจรย่อย

ขนาดพิกัดวงจรย่อยให้เรียกตามขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้ตัดกระแสสำหรับวงจรนั้นๆ วงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปต้องมีขนาดไม่เกิน 50 แอมแปร์

ยกเว้น อนุญาตให้วงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปที่ไม่ใช่โหลดแสงสว่างมีพิกัดเกิน 50 แอมแปร์ได้เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีบุคคลที่มีคุณสมบัติคอยดูแลและบำรุงรักษา

3.1.3 ขนาดตัวนำของวงจรย่อย

ตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ ตามข้อ 3.1.6 และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยและกำหนดให้ขนาดตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

3.1.4 การป้องกันกระแสเกิน

วงจรย่อยต้องมีการป้องกันกระแสเกิน โดยขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องกับโหลดสูงสุดที่คำนวณได้

3.1.5 โหลดสำหรับวงจรย่อย

วงจรย่อยซึ่งมีจุดต่อไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป ลักษณะของโหลดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

3.1.5.1 วงจรย่อยขนาดไม่เกิน 20 แอมแปร์ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดพิกัดวงจรย่อย กรณีมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบรวมอยู่ด้วยโหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันและจะต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของขนาดพิกัดวงจรย่อย

3.1.5.2 วงจรย่อยขนาด 25 ถึง 32 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่ดวงโคม ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องมีขนาดไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดพิกัดวงจรย่อย

3.1.5.3 วงจรย่อยขนาดเกิน 32 ถึง 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร

3.1.5.4 วงจรย่อยขนาดเกินกว่า 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับโหลดที่ไม่ใช่แสงสว่างเท่านั้น

3.1.6 การคำนวณโหลดสำหรับวงจรย่อย

3.1.6.1 วงจรย่อยต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดทั้งบหมดที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น

3.1.6.2 โหลดแสงสว่างและโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบแน่นอนให้คำนวณตามที่ติดตั้งจริง

3.1.6.3 โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป ให้คำนวณโหลดจุดละ180 โวลต์แอมแปร์ทั้งชนิด เต้าเดี่ยว (single) เต้าคู่ (Duplex) และชนิดสามเต้า (Triplex)

3.1.6.4 โหลดของเต้ารับอื่นที่ไม่ได้ใช้งานทั่วไป ให้คำนวณดหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ

3.1.7 เต้ารับ

3.1.7.1 เต้ารับที่อยู่ในวงจรย่อยต้องเป็นแบบที่มีขั้วสายดิน และต้องต่อลงดิน

3.1.7.2 เต้ารับในสถานที่เดียวกันแต่ใช้แรงดันต่างกัน หรือเพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานต่างกัน ต้องจัดทำเพื่อให้เต้าเสียบไม่สามารถสลับกันได้

3.1.8 การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัย

3.1.8.1 ต้องมีการป้องกันที่วงจรไฟฟ้าหรือเต้ารับโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบริเวณดังนี้ ห้องน้ำ ห้องใต้ดิน ห้องครัว อ่าง (บริเวณพื้นที่เคาเตอร์ ที่มีการติดตั้งเต้ารับภายในระยะ 1.5 เมจร ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง) รวมทั้งการใช้ไฟฟ้าภายนอกอาคาร

3.1.8.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าดังต่อไปนี้ต้องติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว ได้แก่ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน ละอ่างน้ำวน

3.2 สายป้อน

3.2.1 ขนาดตัวนำของสายป้อน

สายป้อนต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้และไม่น้อยกว่าขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสายป้อน และกำหนดให้ขนาดตัวนำของสายป้อนต้องไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.

3.2.2 การป้องกันกระแสเกิน

สายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสเกิน โดยขนาดพิกัดเครื่องป้องกันประแสเกินต้องสอดคล้องกับโหลดสูงสุดที่คำนวณได้

3.2.3 การคำนวณโหลดสำหรับสายป้อน

โหลดของสายป้อนต้องคำนวณตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

3.2.3.1 สายป้อนต้องมีขนาดกระแสเพียงพอสำหรับการจ่ายโหลดและต้องไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจรย่อยเมื่อใช้ดีมานด์แฟกเตอร์

3.2.3.2 โหลดแสงสว่าง อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่3-1

3.2.3.3 โหลดของเต้ารับของสถานที่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 3-2 ได้เฉพาะโหลดของเต้ารับที่มีการคำนวณโหลดแต่ละเต้ารับไม่เกิน 180 โวลต์แอมแปร์

3.2.3.4 โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่3-3 ได้

3.2.3.5 เต้ารับในอาคารที่อยู่อาศัยที่ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทราบโหลดแน่นอนให้คำนวณโหลดจากเต้ารับที่มีขนาดสูงสุด 1 เครื่องรวมกับร้อยละ 40 ของขนาดโหลดในเต้ารับที่เหลือ

3.2.3.6 ดีมานด์แฟกเตอร์นี้ให้ใช้กับการคำนวณสายป้อนเท่านั้นห้ามใช้กับการคำนวณวงจรย่อย

ตารางที่ 3-1

ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	**ขนาดของไฟแสงสว่าง (โวลต์-แอมแปร์)**	**ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)**
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 2,000	100
	ส่วนเกิน 2,000	35
โรงพยาบาล*	ไม่เกิน 50,000	40
	ส่วนเกิน 50,000	20
โรงแรม รวมถึง ห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้*	ไม่เกิน 20,000	50
	20,001-100,000	40
	ส่วนเกิน 100,000	30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500	100
	ส่วนเกิน 12,500	50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

<u>หมายเหตุ</u>* ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับโหลดแสงสว่างในสถานที่บางแห่งของโรงพยาบาลหรือโรงแรม ซึ่งบางขณะจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมกัน เช่น ในห้องผ่าตัด ห้องอาหารหรือห้องโถง ฯลฯ

ตารางที่ 3-2

ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (คำนวณโหลดเต้ารับละ 180 VA)	**ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)**
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

ตารางที่ 3-3
ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทของโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1.อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 แอมแปร์ + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 แอมแปร์
	เครื่องทำน้ำร้อน	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
2.อาคารสำนักงานและร้านค้ารวมถึงห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา + ร้อยละ 60 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำน้ำร้อน	ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
3.โรงแรมและอาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำน้ำร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศประเภทแยกแต่ละห้อง	ร้อยละ 75

3.2.4 ขนาดตัวนำนิวทรัล

ขนาดตัวนำนิวทรัล ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้น และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าตามข้อ 4.20 กรณีระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ขนาดของตัวนำนิวทรัลมีข้อกำหนดดังนี้

3.2.4.1 กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดไม่เกิน 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของตัวนำนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่าขนาดกระแสของโหลดสมดุลสูงสุดนั้น

3.2.4.2 กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดมากกว่า 200 แอมแปร์ บวกด้วยร้อยละ 70 ของส่วนที่เกิน 200 แอมแปร์

3.2.4.3 ไม่อนุญาตให้คำนวณลดขนาดกระแสในตัวนำนิวทรัลในส่วนของโหลดไม่สมดุลที่ประกอบด้วยหลอดชนิดปล่อยประจุ(Electric Discharge) (เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นต้น) อุปกรณ์เกี่ยวกับการประมวลผลข้อมูล(Data Processing) หรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะคล้ายกันที่ทำให้เกิดกระแสฮาร์มอนิก (Harmonic) ในตัวนำนิวทรัล

หมายเหตุ 1) กระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดคือค่าสูงสุดที่คำนวณได้จากโหลด 1 เฟส (Single-phase load) ที่ต่อระหว่างตัวนำนิวทรัลและสายเส้นไฟเส้นใดเส้นหนึ่ง

2) ในระบบไฟ 3 เฟส 4 สาย ที่จ่ายให้กับระบบคอมพิวเตอร์ หรือ โหลดอิเล็กทรอนิกส์จะต้องเผื่อตัวนำนิวทรัลให้ใหญ่กว่าสายเส้นไฟ

3.3 การป้องกันสำหรับกระแสเกินสำหรับวงจรย่อยและสายป้อน

วงจรย่อยและสายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสเกิน และเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 เครื่องป้องกันกระแสเกินอาจเป็นฟิวส์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็ได้

3.3.2 ฟิวส์ เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือการผสมของทั้งสองอย่างนี้ จะนำมาต่อขนานกันไม่ได้

ยกเว้น เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต และเป็นแบบที่ได้รับความเห็นชอบเป็นหน่วย (Unit) เดียวกัน

3.3.3 ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมสำหรับดวงโคมหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ เครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมเหล่านี้ จะใช้แทนเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยไม่ได้และไม่จำเป็นต้องเข้าถึงได้ทันที

3.3.4 เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟและไม่ต้องติดตั้งในตัวนำที่มีการต่อสายลงดิน

ยกเว้น อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินในตัวนำที่มีการต่อลงดินได้ถ้าเครื่องป้องกันกระแสเกินนั้นสามารถตัดวงจรทุกเส้นรวมทั้งตัวนำที่มีการต่อลงดินได้พร้อมกัน

3.3.5 เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องไม่ติดตั้งในสถานที่ซึ่งทำให้เกิดความเสียหาย และต้องไม่อยู่ใกล้กับวัสดุที่ติดไฟง่าย

3.3.6 เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้อย่างมิดชิด (เฉพาะด้ามสับของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ยอมให้โผล่ออกมาข่างนอกได้)

ยกเว้น หากติดตั้งไว้ที่แผงสวิตซ์หรือแผงควบคุมซึ่งอยู่ในห้องที่ไม่มีวัสดุติดไฟง่ายและไม่มีความชื้น เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับบ้านอยู่อาศัยขนาดไม่เกิน 50 แอมแปร์หนึ่งเฟส ไม่ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้ก็ได้

3.3.7 กล่องหรือตู้ที่บรรจุเครื่องป้องกันกระแสเกิน ซึ่งติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้นต้องเป็นชนิดที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว และต้องมีช่องว่างระหว่างตู้กับผนังหรือพื้นที่รองรับไม่น้อยกว่า 5 มม.

3.3.8 เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้สะดวก มีที่ว่างและแสงสว่างอย่างพอเพียง บริเวณหน้าแผงต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน

3.3.9 ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกจุดต่อแยก

ข้อยกเว้นที่ 1 กรณีเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อนสามารถป้องกันสายที่ต่อแยกได้ไม่ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกจุดต่อแยก

ข้อยกเว้นที่ 2 สายยที่ต่อแยกจากสายป้อนเป็นไปตามทุกข้อดังนี้

2.1) ความยาวของสายที่ต่อแยกไม่เกิน 7.5 เมตร

2.2) ขนาดกระแสของสายที่ต่อแยกไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของขนาดกระแสสายป้อน

2.3) จุดปลายของสายต่อแยกมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน 1 ตัว

2.4) สายที่ต่อแยกต้องติดตั้งในท่อสาย

3.4 ตัวนำประธาน(Service Conductor)

ตัวนำประธานต้องมีขนาดพอเพียงที่จะรับโหลดทั้งหมดได้ และตัวนำประธานที่จ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารหลังหนึ่งๆ หรือผู้ใช้ไฟฟ้ารายหนึ่งต้องมีชุดเดียว ขนาดตัวนำนิวทรัล ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับประแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้นตามที่คำนวณได้ในข้อ 3.2.4.1 ถึง 3.2.4.3 และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้าตามข้อ 4.19 และไม่เล็กกว่าร้อยละ 4.19 และไม่เล็กกว่าร้อยละ 12.5 ของตัวนำประธานขนาดใหญ่ที่สุดแต่ไม่จำเป็นต้องใหญ่กว่าสายเฟสนอกจากเผื่อสำหรับปัญหาฮาร์มอนิก ยกเว้น ยอมให้มีตัวนำประธานมากกว่า 1 ชุดได้ โดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1) สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ซึ่งต้องการแยกระบบประธาน

2) สำหรับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบไฟฟ้าสำรอง

3) ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีอาคารมากกว่า 1 หลัง อยู่ในบริเวณเดียวกันและจำเป็นต้องใช้ตัวนำปรานแยกกันภายใต้เงื่อนไขดังนี้

3.1) อาคารทุกหลังต้องมีบริภัณฑ์ประธานโดยขนาดของเครือง่ป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธานรวมกันต้องไม่เกินขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

3.2) ตัวนำประธานจากเครื่องวัดถึงจุดแยกเข้าแต่ละอาคารต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าของเครื่องป้องกันกระแสเกินของอาคารทุกหลังรวมกัน

3.3) จุดต่อแยกตัวนำประธานไปยังอาคารหลังอื่นต้องอยู่ในบริเวณของผู้ใช้ไฟฟ้า

4) เป็นอาคารที่รับไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้ามากกว่า 1 ลูก

5) เมื่อต้องการตัวนำประธานที่ระดับแรงดันต่างกัน

6) เป็นอาคารชุด อาคารสูง หรือ อาคารขนาดใหญ่เป็นพิเศษ ที่จำเป็นต้องใช้ตัวนำประธานมากกว่า 1 ชุด โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯก่อน

ตอน ก. สำหรับระบบแรงต่ำ

3.4.1 ตัวนำประธานอากาศสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสมและต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมให้ใช้สายอะลูมิเนียมได้ แต่ทั้งนี้ขนาดต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

3.4.2 ตัวนำประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้ง และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

หมายเหตุ 1) การติดตั้งใต้ดิน ต้องมีแผนผังแสดงแนวสายไฟฟ้าใต้ดินไว้พร้อมที่จะตรวจสอบได้ และต้องทำป้ายระบุแนวของสายไฟฟ้าและบอกความลึกของสายบนสุด ป้ายต้องเห็นได้ชัดเจน ระยะห่างระหว่างป้ายไม่เกิน 50 เมตร

2) การติดตั้งใต้ดินที่มีหลายวงจร ที่ปลายสายและสายที่อยู่ในช่วงช่องเปิดของแต่ละวงจรจะต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นความแตกต่างติดอยู่อย่างถาวร

ตอน ข. สำหรับระบบแรงสูง

3.4.3 ตัวนำประธานอากาศสำหรับระบบแรงสูง เป็นสายเปลือยหรือสายหุ้มฉนวนก็ได้

3.4.4 ตัวนำประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งโดยจะต้องทำป้ายระบุแนวของสายใต้ดินและบอกความลึกของสายบนสุด ป้ายต้องเห็นได้ชัดเจน ระยะห่างระหว่างป้ายไม่เกิน 50 เมตร และต้องมีแผนผังแสดงแนวสายใต้ดินเก็บรักษาไว้พร้อมที่จะตรวจสอบได้

3.5 บริภัณฑ์ประธาน (Service Equipment)

อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างต้องติดตั้งบริภัณฑ์ประธานเพื่อปลดวงจรทุกสายเส้นไฟออกจากตัวนำประธาน บริภัณฑ์ประธานประกอบด้วยเครื่องปลดวงจร (Disconnecting Means) และเครื่องป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Protective Device) ซึ่งอาจประกอบเป็นชุดเดียวกันหรือเป็นตัวเดียวกันก็ได้

3.5.1 เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

รายละเอียดและข้อกำหนดการติดตั้งมีดังนี้

3.5.1.1 เครื่องปลดวงจรชนิดหนึ่งเฟสที่มีขนาดตั้งแต่ 50 แอมแปร์ขึ้นไปและชนิดสามเฟส ทุกขนาดต้องเป็นชนิดสวิตช์สำหรับตัดโหลด (Load-Break) ขนาดที่ต่ำกว่าที่กำหนดข้างต้นไม่บังคับให้เป็นชนิดสวิตช์สำหรับตัดโหลด

3.5.1.2 เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดวงจรทุกสายเส้นไฟ (สายเฟส) ได้พร้อมกัน และต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นว่าอยู่ในตำแหน่งปลดหรือสับ หรือตำแหน่งที่ปลด

หรือสับนั้นสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน กรณีที่สายตัวนำประธานมิได้มีการต่อลงดิน เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดเส้นไฟและสายนิวทรัลทุกเส้นพร้อมกัน

3.5.1.3 เครื่องปลดวงจรต้องมีพิกัดไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินมากที่สุดที่ใส่ได้หรือปรับตั้งได้

3.5.1.4 เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดวงจรได้สะดวกและไม่มีโอกาสสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า

3.5.1.5 อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องปลดวงจรได้ทั้งภายในหรือภายนอกอาคารแต่ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการติดตั้งและควรติดตั้งให้อยู่ใกล้กับแหล่งจ่ายไฟมากที่สุดและเข้าถึงได้โดยสะดวก

3.5.1.6 ห้ามให้ต่อบริภัณฑ์ไฟฟ้าทางด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจร

ยกเว้น เป็นการต่อเพื่อเข้าเครื่องวัด คาปาซิเตอร์ สัญญาณต่างๆ อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ วงจรระบบไฟฉุกเฉิน ระบบเตือนและป้องกันอัคคีภัย ระบบป้องกันกระแสรั่วลงดิน หรือเพื่อใช้ในวงจรควบคุมของบริภัณฑ์ประธานที่ต้องมีไฟเมื่อเครื่องปลดวงจรอยู่ในตำแหน่งปลด

3.5.1.7 ในอาคารที่มีผู้ใช้พื้นที่หลายราย ผู้ใช้แต่ละรายต้องสามารถเข้าถึงเครื่องปลดวงจรของตนเองได้โดยสะดวก

3.5.1.8 ต้องจัดให้มีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานที่เครื่องปลดวงจรได้อย่างพอเพียงและต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านหน้าไม่น้อยกว่าที่กำหนด

3.5.1.9 ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้เครื่องปลดวงจรเป็นสวิตช์สับเปลี่ยน (Transfer Switch) ด้วย ต้องจัดให้มีอินเตอร์ล็อค (Interlock) ป้องกันการจ่ายไฟชนกันจากหลายแหล่งจ่าย

3.5.2 เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธาน

แต่ละสายเส้นไฟที่ต่อออกจากเครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธานต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน

1) การไฟฟ้านครหลวง กำหนดพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินไว้ตามตารางที่ 3.-4
2) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กำหนดพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินไว้ตามตารางที่ 3.-5

3.5.2.1 ไม่อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินในสายที่มีการต่อลงดิน

ยกเว้น เครื่องป้องกันกระแสเกินที่เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ซึ่งตัดวงจรทุดสายของวงจรออกพร้อมกันเมื่อกระแสไหลเกิน

3.5.2.2 อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินต้องป้องกันวงจรและอุปกรณ์ทั้งหมดอนุญาตให้ติดตั้งทางด้านไฟเข้าของเครื่องป้องกันกระแสเกินเฉพาะวงจรของระบบฉุกเฉินต่างๆ เช่นเครื่องแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระบบสัญญาณป้องกันอันตราย เครื่องสูบน้ำดับเพลิง นาฬิกา เครื่องป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า คาปาซิเตอร์ เครื่องวัดฯ และวงจรควบคุม

3.5.2.3 เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจเกิดขึ้นที่จุดต่อไฟด้านไฟออกของเครื่องป้องกันกระแสเกินได้ โดยคุณสมบัติยังคงเดิม ทั้งนี้ค่าพิกัดกระแสลัดวงจรไม่ต่ำกว่า 10 กิโลแอมแปร์

ยกเว้น ในบางพื้นที่ที่การไฟฟ้าฯ กำหนดเป็นกรณีพิเศษ

3.5.2.4 การป้องกันกระแสเกิน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 3.3 สำหรับข้อที่นำมาใช้ได้ด้วย

3.5.2.5 อนุญาตให้ใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีคุณสมบัติตามข้อง 3.5.1 ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลดวงจรได้

3.5.2.6 กรณีระบบที่นิวทรัลของระบบวาย (wye) ต่อลงดินโดยตรง บริภัณฑ์ประธานแรงต่ำที่มีขนาดตั้งแต่ 1,000 แอมแปร์ขึ้นไป ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดินของบริภัณฑ์

ระบบป้องกันกระแสรั่วลงดินต้องมีการทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งครั้งแรก ณ ที่ติดตั้งโดยทดสอบตามคำแนะนำที่ให้มากับบริภัณฑ์ ผลการทดสอบนี้ต้องบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจตรวจสอบทราบ

ข้อยกเว้นที่ 1 ข้อบังคับตามข้อนี้ไม่ใช้กับเครื่องปลดวงจนประธานของกระบวนการทางอุตสาหกรรมแบบต่อเนื่อง ซึ่งหากมีการหยุดทำงานอย่างกะทันหันจะทำให้เกิดความเสียหายมาก

ข้อยกเว้นที่ 2 ข้อบังคับตามข้อนี้ไม่ใช้กับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ตอน ข. สำหรับระบบแรงสูง

3.5.3 สวิตช์แยกวงจร (Isolating Switches)

ต้องติดตั้งสวิตช์แยกวงจรทางด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจรด้วย เมื่อใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

ยกเว้น สำหรับสวิตช์ที่ใช้ก๊าซเป็นฉนวน (Gas-Insulated Switchgear) ไม่บังคับให้ติดตั้งสวิตช์แยกวงจรทางด้านไฟเข้า

สวิตช์แยกวงจรต้องมีรายละเอียดตามนี้ คือ

3.5.3.1 สวิตช์แยกวงจรต้องมีอินเตอร์ล็อกให้สับ-ปลดได้เฉพาะเมื่อบริภัณฑ์ประธานอยู่ในตำแหน่งปลด และต้องมีป้ายเตือนที่เห็นได้ชัดเจนไม่ให้สับ-ปลดขณะบริภัณฑ์ประธานอยู่ในตำแหน่งสับ

3.5.3.2 ทางด้านโหลดของสวิตช์แยกวงจรต้องมีอุปกรณ์สำหรับต่อลงดินเมื่อปลดวงจรออกจากแหล่งจ่ายไฟ

3.5.3.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดชักออก (Draw-Out) ถือว่ามีสวิตช์แยกวงจรอยู่แล้ว

ตารางที่ 3-4

พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (แอมแปร์)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	โหลดสูงสุด (แอมแปร์)
5(15)	16	10
15(45)	50	30
30(100)	100	75
50(150)	125	100
200	200	150
	250	200
400	300	250
	400	300
	500	400

หมายเหตุ พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (ประเภทที่ปรับค่าพิกัดได้ ให้ใช้ค่าสูงสุดเป็นเกณฑ์) มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในตารางได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้

ตารางที่ 3-5
ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตีสวิตช์ คัตเอาต์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์สำหรับตัวนำประธาน
(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (แอมแปร์)	โหลดสูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดตัวนำประธานเล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (ตร.มม.)		บริภัณฑ์ประธาน				
				เซฟตีสวิตช์หรือโหลดเบรกสวิตช์		คัตเอาต์ใช้ร่วมกันคาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิตเบรกเกอร์
		สายอะลูมิเนียม	สายทองแดง	ขนาดสวิตช์ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดคัทเอาท์ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดปรับตั้งสูงสุด (แอมแปร์)
5(15)	12	10	4	30	15	20	16	15-16
15(45)	36	25	10	60	40-50	60	35-50	40-50
30(100)	80	50	35	100	100	-	-	100

หมายเหตุ 1) สำหรับตัวนำประธานภายในอาคารให้ใช้สายทองแดง

2) สำหรับวิธีการเดินสายแบบ ค. ตามตารางที่ 5-11 ให้ใช้ขนาดตัวนำประธานที่รับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดตามตาราง

3.5.4 เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

3.5.4.1 เครื่องปลดวงจรต้องปลดสายเส้นไฟทั้งหมดพร้อมกันได้และต้องสับวงจรได้ขณะที่เกินกระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจเกิดขึ้น เมื่อติดตั้งฟิวส์สวิตช์หรือฟิวส์ประกอบกัน ฟิวส์นั้นจะต้องมีคุณสมบัติที่สามารถตัดกระแสลัดวงจรขณะที่สับเครื่องปลดวงจรได้โดยเครื่องปลดวงจรนี้ไม่เสียหาย

3.5.4.2 กรณีที่ใช้ฟิวส์จำกัดกระแส (Current Limiting Fuse) ทำหน้าที่บังคับให้สวิตช์สำหรับตัดโหลดปลดวงจรออกทั้งสามเฟสเมื่อฟิวส์เส้นใดเส้นหนึ่งขาด พิกัดกระแสขณะตัดวงจร (Breaking Current) ของสวิตช์สำหรับตัดโหลด ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 7 เท่าของพิกัดกระแสฟิวส์ (ตามมาตรฐาน IEC 60420)

3.5.4.3 กรณีที่เครื่องปลดวงจรเป็นชนิดคัตเอาต์พร้อมฟิวส์ (Fuse Cutout) ชนิดฟิวส์ขาดตก (Drop Out) ติดตั้งบนเสาไฟฟ้าหรือโครงสร้างอื่นที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับเสาไฟฟ้าไม่บังคับให้ปลดวงจรทุกสายเส้นไฟได้พร้อมกัน นอกจากการไฟฟ้าฯจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

3.5.5 เครื่องป้องกันกระแสเกิน

คุณสมบัติเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องเป็นดังนี้

3.5.5.1 ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินในสายเส้นไฟทุกเส้น

3.5.5.2 เมื่อบริภณฑ์ประธานติดตั้งในห้องสวิตช์เกียร์ หรือเป็นตู้สวิตช์เกียร์โลหะ เครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจรต้องเป็นดังต่อไปนี้

3.5.5.2.1 สวิตช์น้ำมันชนิดไม่อัตโนมัติ คัตเอาท์ชนิดฟิวส์ใช้น้ำมันหรือสวิตช์สำหรับตัดโหลดชนิดใช้อากาศ (Air-Load-Interrupter Switch) ต้องใช้ฟิวส์ ความสามารถในการปลดวงจรของสวิตช์ดังกล่าวต้องไม่น้อยกว่าขนาดกระแสใช้งานต่อเนื่องของฟิวส์

3.5.5.2.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีพิกัดกระแสและพิกัดตัดกระแสวงจรที่เหมาะสมกับการใช้งาน

3.5.5.3 เมื่อบริภัณฑ์ประธานไม่ได้ติดตั้งในห้องสวิตช์เกียร์หรือไม่ได้เป็นตู้สวิตช์เกียร์โลหะ เครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจรต้องเป็นดังต่อไปนี้

3.5.5.3.1 สวิตช์ตัดกระแสโหลดชนิดใช้อากาศ หรือสวิตช์อื่นที่สามารถตัดกระแสโหลดที่กำหนดของวงจรได้ ต้องใช้ร่วมกับฟิวส์ที่ติดอยู่บนเสาหรือบนโครงสร้างที่ยกขึ้นให้สูงและอยู่ภายนอกอาคาร และสวิตช์นี้ต้องสับ-ปลดโดยบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

3.5.5.3.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีพิกัดกระแสและพิกัดตัดกระแสลัดวงจรที่เหมาะสมและถ้าต้องติดตั้งไว้ภายนอกอาคารให้ติดใกล้กับจุดที่ตัวนำประธานเข้าอาคารมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3.5.5.4 ฟิวส์ ต้องมีพิกัดตัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่ากระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจเกิดขึ้นที่จุดต่อสายด้านไฟออก โดยต้องมีค่าพิกัดกระแสต่อเนื่องไม่เกิน 3 เท่าของขนาดกระแสของตัวนำ

3.5.5.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ทำหน้าที่เป็นบริภัณฑ์ประธานที่ต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด และต้องมีพิกัดตัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่ากระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจจะเกิดขึ้นที่จุดต่อสายด้านไฟออก โดยต้องมีขนาดปรับตั้งการตัดสูงสุดไม่เกิน 6 เท่าของขนาดกระแสของตัวนำ

3.5.5.6 เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องสามารถทำงานสัมพันธ์กับอุปกรณ์ป้องกันของการไฟฟ้าฯ

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 5

เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ และเข้าใจด้านความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายข้อควรปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าได้
2. บอกสาเหตุและหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าได้
3. อธิบายวิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าได้

เนื้อหา

ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า

1.หลักปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน

2. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

3.การใช้เครื่องมือตรวจสอบวงจรไฟฟ้า

4. ไฟฟ้าดูด ไฟฟ้ารั่ว และระบบสายดิน

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ผู้รับการฝึกอบรมศึกษาความรู้จากอุปกรณ์การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า
3. ผู้สอนสาธิตตัวอย่างอันตรายและการป้องกันอันตรายที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า
4. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 5
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า
5. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

ตรวจแบบทดสอบ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า

ความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องไฟฟ้า

1. หลักการปฏิบัติในการทำงานทางด้านไฟฟ้า

ในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้าต้องปลดวงจรไฟฟ้าตรงจุดที่จะทำงานออก และต้องทดสอบโดยใช้ไขควงวัดไฟก่อนเพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีไฟฟ้า แล้วจึงปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้มั่นใจว่าจะมีความปลอดภัยจากไฟฟ้าดูดที่แท้จริงจึงต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล เลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและปฏิบัติงานตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ปลดวงจรไฟฟ้า ในการทำงานจะปลดวงจรไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่จะปฏิบัติงานออก เพื่อให้ส่วนอื่นๆยังคงมีไฟฟ้าใช้ในการทำงานจึงจำเป็นต้องทราบว่าบริเวณที่จะปฏิบัติงานต่อมาจากที่ไหน การปลดทำได้โดยการยกคัทเอ๊าท์ เซฟตี้สวิตซ์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่อยู่บนเมนสวิตซ์ซึ่งจ่ายไฟให้วงจรที่กำลังปฏิบัติงาน

1.2 แขวนป้ายหรือล็อคกุญแจ การแขวนป้ายจะช่วยบอกผู้ที่จะปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแผงไฟไม่ให้ยุ่งเกี่ยวกับวงจรที่กำลังทำงานอยู่ บางท่านเห็นว่าไฟดับและไม่ทราบว่ามีผู้ปฏิบัติงานอยู่เมื่อมาพบว่าที่แผงสวิตซ์มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดวงจรอยู่ อาจสับเซอร์กิตเบรกเกอร์เข้าไปก้ได้ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดอันตรายได้ สำหรับแผงสวิตซ์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์บางชนิดจะมีรูสำหรับคล้องกุญแจมาให้ การล็อคกุญแจก็จะเพิ่มความปลอดภัยมากขึ้นกว่าการแขวนป้าย

1.3 ตรวจว่ามีไฟหรือไม่ เพื่อให้มั่นใจว่าปลดวงจรไฟฟ้าถูกต้อง จึงตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่ามีไฟหรือไม่ วิธีทดสอบง่ายๆคือ ไขควงวัดไฟแตะกับสายไฟฟ้าส่วนที่เป็นทองแดงหรือตรงจุดปกติจะต้องมีไฟฟ้า หรือถ้าจะให้มั่นใจก็ทดสอบทุกจุดที่เราใช้มือจับ ถ้าหลอดไฟเรืองในไขควงไม่ติดแสดงว่าไม่มีไฟ ปกติสายเส้นที่มีไฟจะเป็นสายสีดำ แต่ควรทดสอบสายสีเทาด้วย เนื่องจากในตอนติดตั้งอาจต่อไม่ถูกต้องตามสีที่กำหนดก็ได้ ก่อนจะนำไขควงวัดไฟไปตรวจสอบวงจรไฟฟ้าควรทดสอบดูก่อนว่าไขควงยังคงใช้งานได้ตามปกติ โดยการแหย่เข้าในเต้ารับที่มีไฟอยู่ ถ้าหลอดเรืองแสงติดก็แสดงว่าไขควงนั้นใช้งานได้

1.4 ใช้เครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคลเครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคลพื้นฐานที่ใช้กันทั่วไป คือ ถุงมือยาง หรือบางคนเรียกว่าถุงมือกันไฟ และสวมรองเท้ายาง การใช้ถุงมือยางและรองเท้ายางจะช่วยป้องกันไฟฟ้าดูด เนื่องจากไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ถุงมือยางอาจหาซื้อยากและอาจทำให้ปฏิบัติงานไม่สะดวก จึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้ การใช้รองเท้ายาง ก็ต้องระวังไม่ให้ส่วนหนึ่ง

สวนใดของร่างกายไปสัมผัสกับโครงสร้างอื่นๆ เพราะจะถูกไฟดูดได้ เช่นกัน และถ้าสามารถทำได้ควรยืนบนแผ่นยางอีกทีหนึ่ง

1.5 ใช้เครื่องมือหุ้มด้วยฉนวน เครื่องมือสำหรับช่างไฟฟ้าที่ด้ามจับจะหุ้มด้วยฉนวน เช่น คีมและไขควง เป็นต้น ในการใช้งานต้องจับบนด้ามฉนวนและระวังอย่าให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายไปสัมผัสส่วนที่เป็นโลหะ

ในการทำงานจริงควรทำหลายวิธีพร้อมๆกัน โดยเฉพาะการใช้เครื่องมือที่เป็นฉนวน และการใส่เครื่องป้องกันและถึงแม้จะปลดวงจรไฟฟ้าแล้วก็ตามต้องทดสอบว่ามีไฟหรือไม่ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติงานทุกครั้ง

2. การปฏิบัติตนเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินทางไฟฟ้า

2.1 การขัดข้องจากการไฟฟ้าฯ

ตามปกติทางการไฟฟ้าฯ มักจะแจ้งให้ทราบล่วงหน้า แต่ก็มีบางกรณีที่เกิดไฟดับเพียงชั่วครู่ ที่อาจจะเกิดจากไฟตกหรือหม้อแปลงไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากบ้านเรือนหรืออาคารใกล้เคียง ในกรณีเช่นนี้ต้องทำการแจ้งเหตุให้ทางการไฟฟ้าฯ ทราบเพื่อดำเนินการแก้ไข เมื่อเกิดเหตุควรปิดสวิตช์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดให้หมดเพื่อป้องกันการกระชากของเครื่องเมื่อกระแสไฟฟ้าติด รวมทั้งอย่าเปิดตู้เย็นโดยไม่จำเป็น เพราะจะทำให้ความเย็นลดลง และควรเปิดสวิตช์หลอดไฟไว้สักหนึ่งดวง เพื่อเป็นสัญญาณเมื่อกระแสไฟฟ้าใช้งานได้แล้ว

2.2 การใช้ไฟเกิน

เกิดขึ้นเนื่องจากมีการใช้ไฟเกินกว่าขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟเกินขนาดของฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ ซึ่งทำให้มีการปลดวงจรไฟฟ้า อาการนี้สังเกตได้คือ จะเกิดหลังจากที่ได้เปิดสวิตช์ไฟฟ้าหรือเสียบเต้าเสียบได้สักครู่หนึ่ง การแก้ไขดำเนินการดังนี้

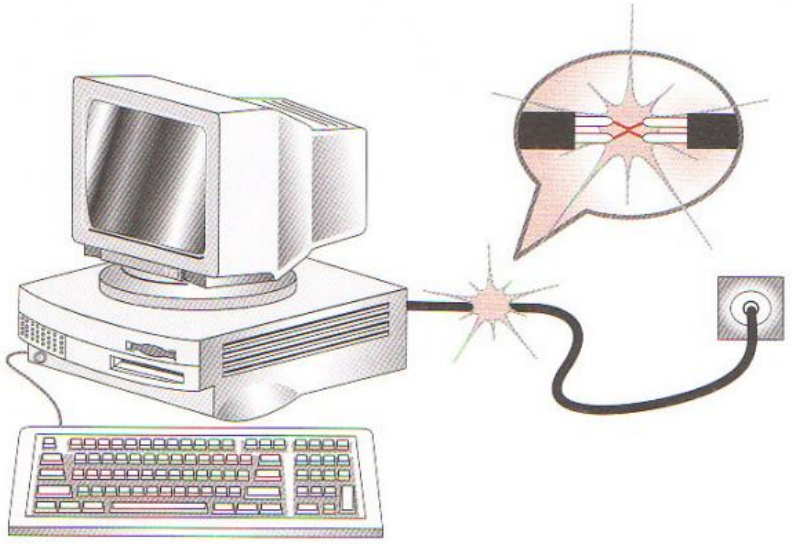
- ตรวจสอบดูว่าได้มีการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มหรือไม่ ถ้ามีการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่ม จำเป็นต้องมีการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และต้องตรวจสอบสายไฟฟ้าด้วยว่ามีขนาดเหมาะสมหรือไม่

- ตรวจสอบจุดต่อสายเข้าเครื่องป้องกันกระแสเกิน จุดต่ออาจหลวม ทำให้เกิดความร้อนที่บริเวณใกล้กับจุดต่อและตัวเครื่องป้องกันกระแสเกินจะร้อนขึ้น ทำการแก้ไขด้วยการขัน
สกรูให้แน่นขึ้น

2.3 ไฟฟ้าลัดวงจร

ไฟฟ้าลัดวงจรหรืออาจเรียกได้ว่า ไฟฟ้าช็อต หมายถึงการที่ไฟฟ้าไหลผ่านจากสายไฟฟ้าเส้นหนึ่งไปยังอีกเส้นหนึ่งโดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากฉนวนของ

สายไฟฟ้าชำรุด หรือจากการสัมผัสกันโดยบังเอิญผลจากไฟฟ้าลัดวงจรจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในปริมาณสูง และจะมีความร้อนสูงขึ้นด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังจะมีประกายไฟ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ได้ จะต้องทำการหาจุดเกิดเหตุให้พบแล้วทำการแก้ไข ส่วนใหญ่เกิดการลัดวงจรจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุดและที่จุดต่อสาย

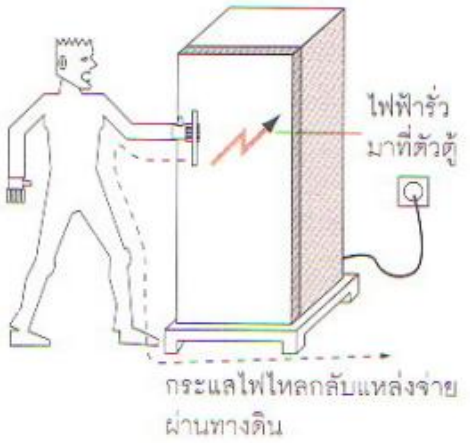


ภาพประกอบ 1 การเกิดไฟฟ้าลัดวงจร

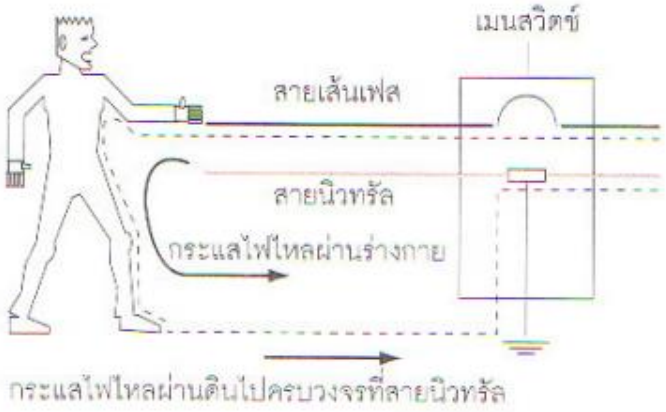
2.4 ไฟฟ้าดูด

ไฟฟ้าดูด คือการที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย เรียกอีกอย่างว่าไฟฟ้าช็อค เมื่อกระแสไหลผ่านร่างกายจะเกิดอาการกล้ามเนื้อเกร็ง หัวใจทำงานผิดจังหวะและเต้นอ่อนลงจนหยุดเต้นและเสียชีวิตในที่สุด ความรุนแรงของอันตรายจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน และระยะเวลาที่สัมผัส ไฟฟ้าดูดเกิดขึ้นได้หลายกรณี เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้ามีการชำรุด ทำให้มีกระแสไฟฟ้ารั่วออกมา เมื่อมีการสัมผัสกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านร่างกายลงสู่เท้าที่สัมผัสกับพื้นทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร , เกิดจากการสัมผัสกับสายไฟฟ้าที่มีการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้า

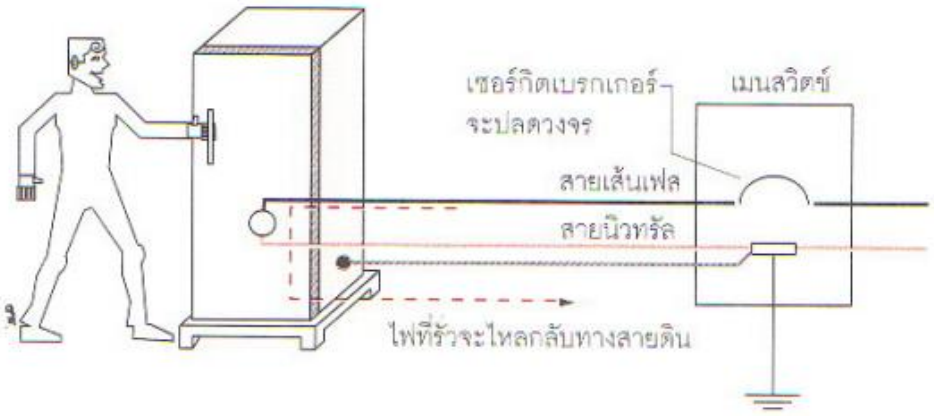
เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดูดขึ้น สิ่งแรกที่ควรทำก็คือการตัดกระแสไฟฟ้าให้เร็วที่สุด ด้วยการถอดปลั๊ก ปิดเมนสวิตช์ และทำการปฐมพยาบาลผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ แนวทางการป้องกันไฟฟ้าดูดคือหมั่นตรวจสอบเครื่องใช้และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ หากพบว่ามีการชำรุดเสียหายควรรีบทำการแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ หรือทำการติดตั้งระบบสายดิน



ภาพประกอบ 2 ไฟฟ้าดูดที่เกิดจากไฟฟ้ารั่ว



ภาพประกอบ 3 ไฟฟ้าดูดเมื่อสัมผัสกับสายไฟฟ้า



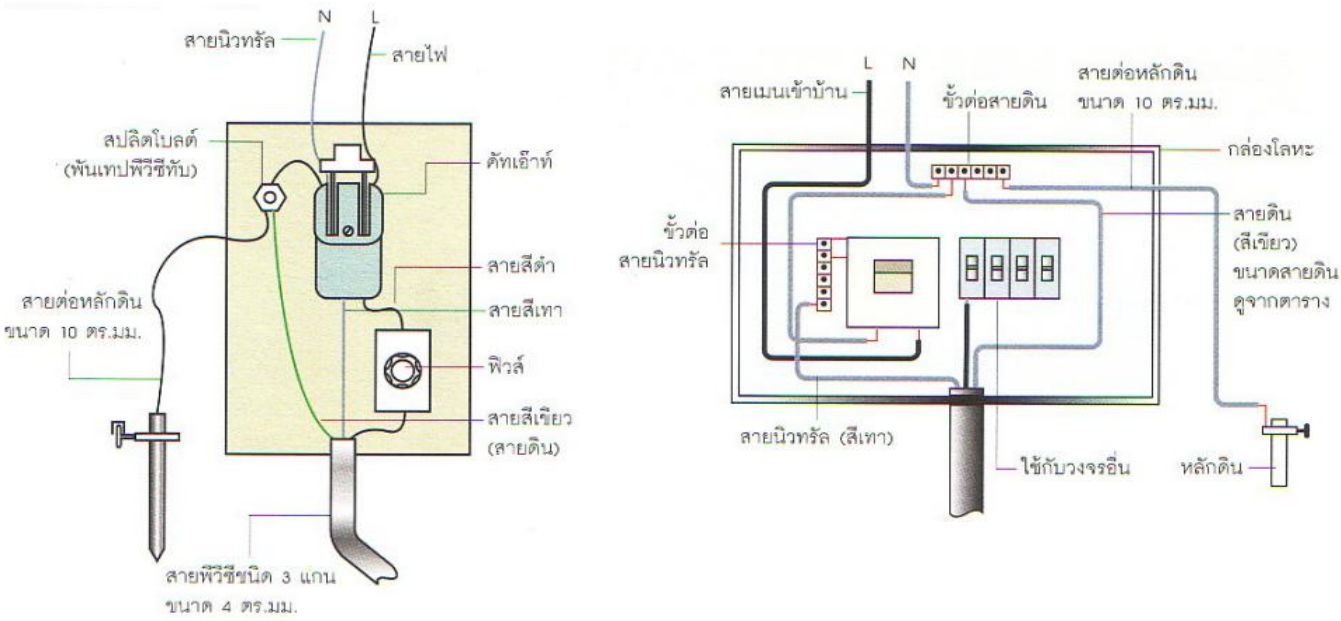
ภาพประกอบ 4 การไหลของกระแสไฟฟ้าเมื่อเกิดไฟฟ้ารั่วและมีการติดตั้งสายดิน

3. ระบบสายดิน

สายดินเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันอันตรายไฟฟ้าดูดจากการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดชำรุดขณะที่เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานในสภาพปกติ เครื่องใช้ไฟฟ้าแม้แต่ส่วนที่เป็นโลหะจะสัมผัสได้โดยไม่มีอันตราย การต่อลงดินแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน

3.1 การต่อลงดินที่เมนสวิตช์

การต่อลงดินที่เมนสวิตช์ที่เมนสวิตช์จะต้องต่อสายนิวทรัลลงดิน ที่แผงเมนคอนซูมเมอร์ยูนิตจะมีขั้วสำหรับต่อลงดินไว้ สายไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร



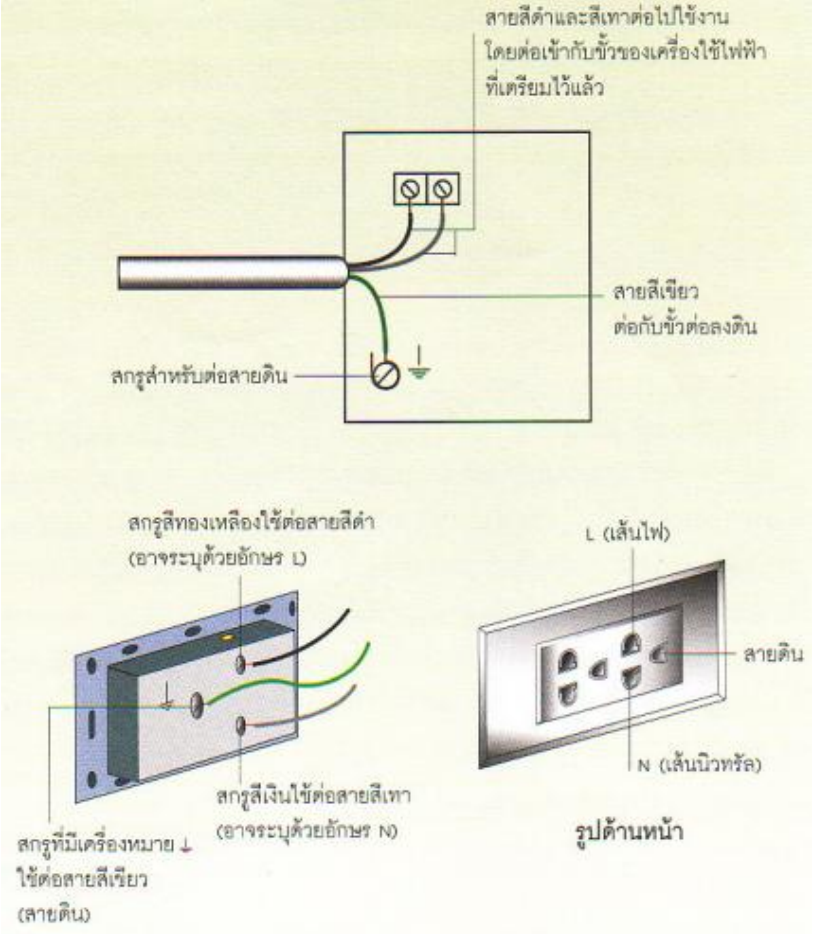
ภาพประกอบ 5 แสดงการต่อสายดินที่เมนสวิตช์

3.2 การต่อลงดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า

เป็นการต่อสายไฟฟ้าจากจุดต่อลงดินที่เปลือกโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าเดินกลับไปต่อลงดินที่เมนสวิตช์ โดยใช้หลักดินแท่งเดียวกับสายนิวทรัล สายเส้นนี้เรียกว่า สายดิน สายดินจะรวมกันไปด้วยกันกับสายวงจรที่จ่ายให้เครื่องใช้ไฟฟ้า

ตารางที่ 1 แสดงขนาดสายไฟที่ใช้กับสายดิน

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์หรือฟิวส์ (แอมแปร์)	ขนาดสายไฟฟ้า (ตร.มม.) เมื่อใช้สายแบน (วีเอเอฟ)	ขนาดสายดิน (ตร.มม.)
1 0	2.5	1.5
1 5	2.5	1.5
2 0	4	4
3 0	6	6

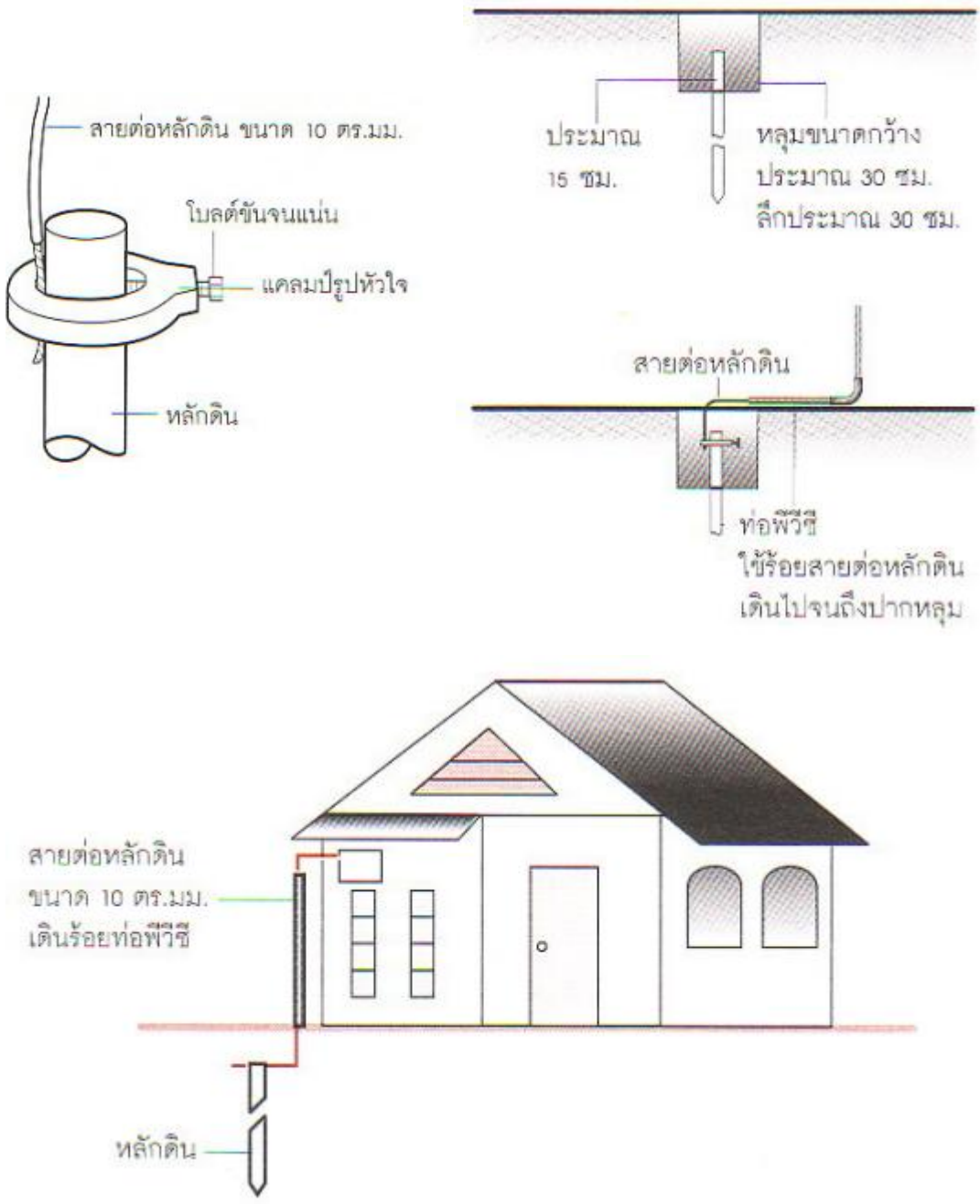


ภาพประกอบ 6 การต่อสายดินเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า

หลักดินคือแท่งโลหะที่ฝังลงในดิน โดยทั่วไปใช้เหล็กที่หุ้มด้วยทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5/8 นิ้ว การติดตั้งสายต่อลงดินสายต่อหลักดินไม่ควรต่อระหว่างทาง ในการติดตั้งจึงควรกะความยาวให้พอที่จะต่อไปถึงหลักดินการติดตั้งสายต่อลงดินมีขั้นตอนดังนี้

1. ขุดหลุมตรงตำแหน่งที่ปักหลักดินแล้วตอกหลักลงดินจนปลายบนของหลักอยู่สูงจากดินก้นหลุมประมาณ 15 เซนติเมตร

2. ปอกปลายสายต่อหลักดินยาวประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วใช้แคลมป์รูปหัวใจต่อกับหลักดิน เมื่อขันโบลต์แน่นแล้วจึงกลบดินให้เรียบร้อย



ภาพประกอบ 7 การติดตั้งหลักดิน

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 6

เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
2 อธิบายส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
3. เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

เนื้อหา

หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

1. การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. การแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆ
3. การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ผู้รับการฝึกอบรมศึกษาความรู้จากเครื่องใช้ไฟฟ้าจริง
3. ผู้สอนสาธิตตัวอย่างการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าจริง
4. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 6
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. เครื่องใช้ไฟฟ้า
5. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

ตรวจแบบทดสอบ

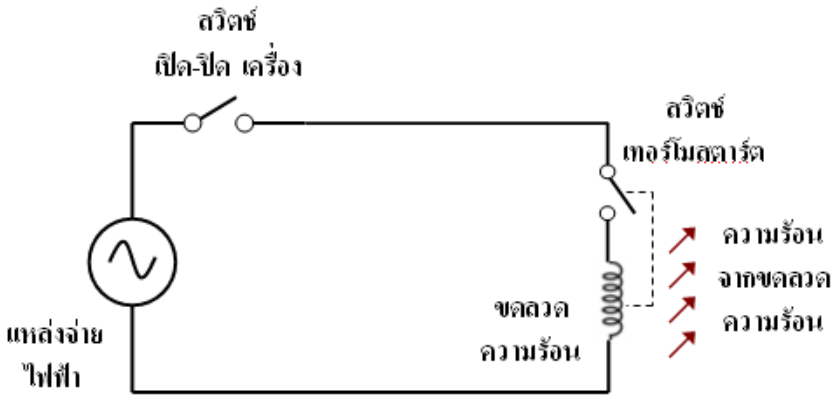
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไปเป็นการ สามารถแยกประเภทตามรูปแบบของการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. **เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน**

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน เป็นเครื่องใช้ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน โดยใช้หลักการคือ เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดตัวนำที่มีความต้านทานสูงๆ ลวดตัวนำนั้นจะร้อนจนสามารถนำความร้อนออกไปใช้ประโยชน์ได้ โดยมีการใช้เทอร์โมสตาร์ตเป็นตัวสวิตช์ควบคุมความร้อนเมื่ออุณหภูมิความร้อนถึงจุดที่ได้ทำการปรับตั้งไว้ เนื่องจากเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนมาก จึงสิ้นเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามากเมื่อเปรียบกับการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ เมื่อใช้ในเวลาที่เท่ากัน ฉะนั้นขณะใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าให้พลังงานความร้อนจึงควรใช้ด้วยความระมัดระวัง ตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน เช่น เตารีด หม้อหุงข้าว กระทะไฟฟ้า
กาต้มน้ำ เครื่องต้มกาแฟ เตาไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น

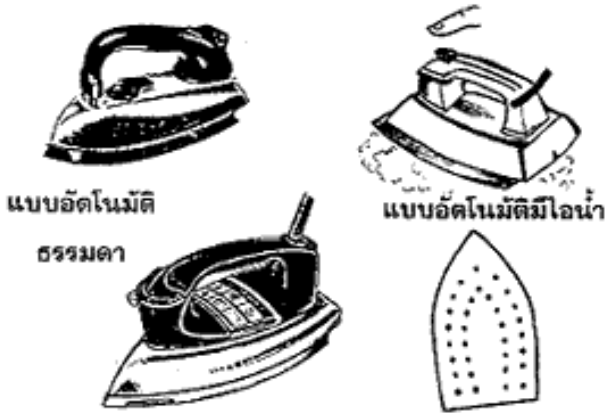


ภาพประกอบ 1 วงจรไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน

1.1 เตารีดไฟฟ้า

เตารีดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน โดยใช้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดนิโครม เพื่อทำให้เกิดความเหนี่ยวนำและทำให้เกิดความร้อนขึ้น และส่งผ่านความร้อนไปยังแผ่นเหล็กเรียบด้านล่างเพื่อการใช้งาน การใช้งานเตารีดไฟฟ้าจะใช้ในการ

รีดเสื้อผ้าให้เรียบโดยอาศัยความร้อน ซึ่งขนาดของเตารีดไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยมีขนาดตั้งแต่ 800 วัตต์ – 1,500 วัตต์ ความร้อนของเตารีดไฟฟ้าสามารถปรับระดับได้ตามการใช้งาน โดยมีสวิตช์ควบคุมความร้อนและใช้เทอร์โทสตาร์ตในการตัดและต่อวงจรไฟฟ้าภายใน ในกรณีที่มีความร้อนเกินที่ตั้ง ค่าไว้



ภาพประกอบ 2 เตารีดไฟฟ้า

1.2 หม้อหุงข้าวไฟฟ้า

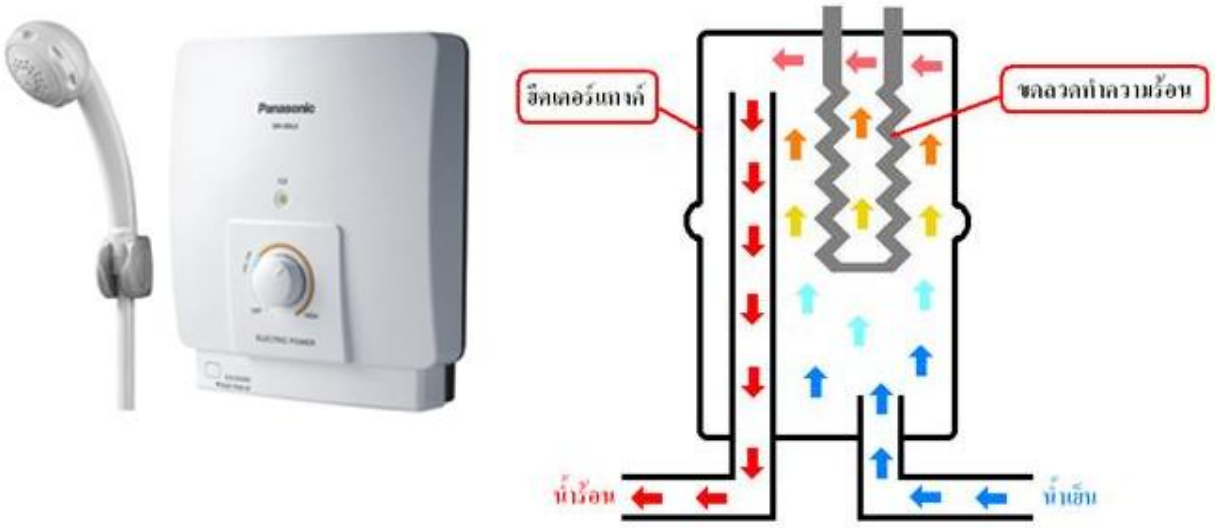
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า มีหลายแบบแตกต่างกันไปตามบริษัทผู้ผลิต ส่วนประกอบของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า มีดังนี้ หม้อชั้นนอก , หม้อชั้นใน , แผ่นความร้อน , แผ่นอุ่น , แผงไฟแสดงผล และสวิตช์หุงข้าว หลักในการทำงานหม้อหุงข้าวไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ให้ความร้อน ประกอบไปด้วยแผ่นโลหะที่มีความต้านทานสูง และจุดหลอมเหลวสูง และส่วนควบคุมอุณหภูมิหรือเทอร์โมสตาร์ต ประกอบด้วยโลหะที่มีความจุความร้อนต่างกัน 2 แผ่นประกบติดกันอยู่

การทำงานเมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในหม้อหุงข้าว ไฟฟ้าจะทำให้แผ่นความร้อนส่งผ่านพลังงานความร้อนไปยังหม้อใน และเมื่ออุณหภูมิสูงจนถึงที่กำหนดไว้ เทอร์โมสตาร์ตก็จะตัดวงจร ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรที่ผ่านแผ่นความร้อน ในปัจจุบันได้มีการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการควบคุมการทำงานและช่วยให้การทำงานมีหลายรูปแบบมากขึ้น

ภาพประกอบ 3 หม้อหุงข้าวไฟฟ้า

1.3 เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

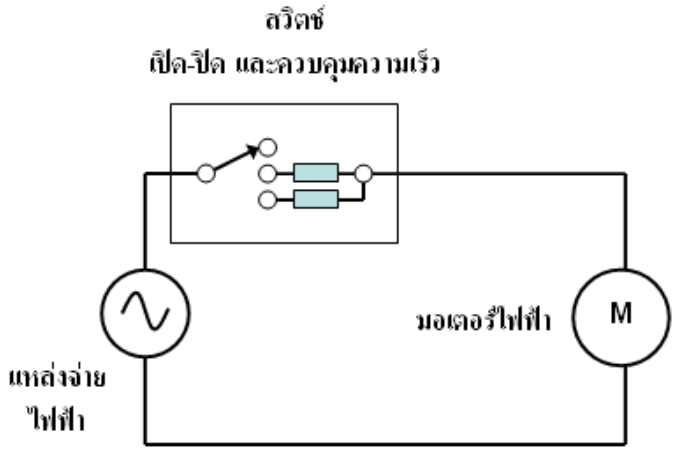
เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการใช้งานได้ 2 ประเภท คือ เครื่องทำน้ำอุ่นแบบทำน้ำอุ่นได้จุดเดียว และเครื่องทำน้ำอุ่นแบบทำน้ำอุ่นได้หลายจุด เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้น้ำร้อนขึ้นโดยอาศัยการพาความร้อนจากขดลวดความร้อน (Heater) ขณะที่กระแสน้ำไหลผ่าน ส่วนประกอบหลักของเครื่องทำน้ำอุ่น คือ ตัวถังน้ำ ขดลวดความร้อน และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Themosstat) โดยตัวถังน้ำ จะบรรจุน้ำซึ่งจะถูกทำให้ร้อน จากนั้นขดลวดความร้อน จะได้รับพลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนขึ้น ลวดความร้อนนี้โดยมากส่วนในสุดจะเป็นลวดนิโครม ส่วนที่อยู่ตรงกลางจะเป็นผงแมกนีเซียมออกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนอุณหภูมิสูง ชั้นนอกสุดจะเป็นท่อโลหะที่ทำด้วยทองแดงหรือสแตนเลส ส่วนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ จะทำหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดความร้อนเมื่ออุณหภูมิของน้ำถึงระดับที่เราได้ตั้งไว้



ภาพประกอบ 4 เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล มีการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยอุปกรณ์ ที่เรียกว่า มอเตอร ์ และ เครื่องควบคุมความเร็ว ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล ตัวอย่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล เช่น เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น พัดลม เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นน้ำผลไม้ และเครื่องปั๊มน้ำ เป็นต้น



ภาพประกอบ 5 วงจรไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

2.1 พัดลมไฟฟ้า

พัดลมไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่พัดให้ลมเย็นด้วยพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย ใบพัด มอเตอร์ไฟฟ้า และสวิตช์ควบคุมความเร็วลม หลักการทำงานของพัดลมไฟฟ้าโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวเคลื่อนที่ ต่อเข้ากับใบพัดทำให้อากาศบริเวณใกล้ใบพัดเคลื่อนตัว เป็นผลทำให้มีการระบายอากาศ พัดลมไฟฟ้าจัดได้ว่าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าประจำบ้านในแถบภูมิภาคที่มีอากาศร้อนและราคาไม่สูงมากนัก ส่วนประกอบของพัดลมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ใบพัดลม ทำหน้าที่ดูดและเป่าอากาศ ใบพัดลมจะทำด้วยโลหะหรือพลาสติก ยึดกับแกนของมอเตอร์

2. มอเตอร์พัดลม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด แกนโรเตอร์ของมอเตอร์จะยึดต่อกับใบพัด

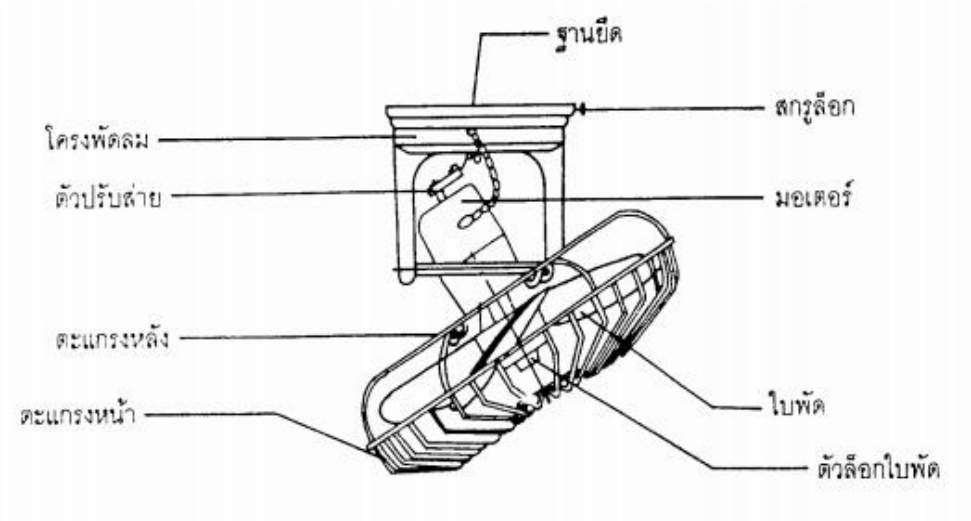
3. ตะแกรงพัดลม พัดลมเกือบทุกชนิดจะมีตะแกรงทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ตะแกรงพัดลมมีไว้สำหรับป้องกันอันตรายให้กับผู้ใช้พัดลมหรือป้องกันวัตถุ ไม่ให้ไปสัมผัสกับใบพัดลม

4. โครงของพัดลม จะยึดมอเตอร์กับอุปกรณ์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของมอเตอร์เข้ากับโครงของตัวพัดลม และฐานยึด

5. สวิตช์ควบคุมระดับความเร็ว เป็นสวิตช์ที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลม และขดลวดปรับระดับความเร็วเพื่อให้มอเตอร์พัดลมมีความเร็วตามที่ต้องการ

พัดลมที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมที่จะใช้งาน แบ่งได้ 4 แบบ คือ พัดลมตั้งโต๊ะ พัดลมแบบตั้งพื้น พัดลมแบบติดเพดาน และพัดลมแบบติดตั้งช่องหน้าต่าง

ภาพประกอบ 6 พัดลมตั้งโต๊ะ



ภาพปร

ะกอบ 7 พัดลมแบบติดตั้งเพดาน

2.2 เครื่องปั๊มน้ำ

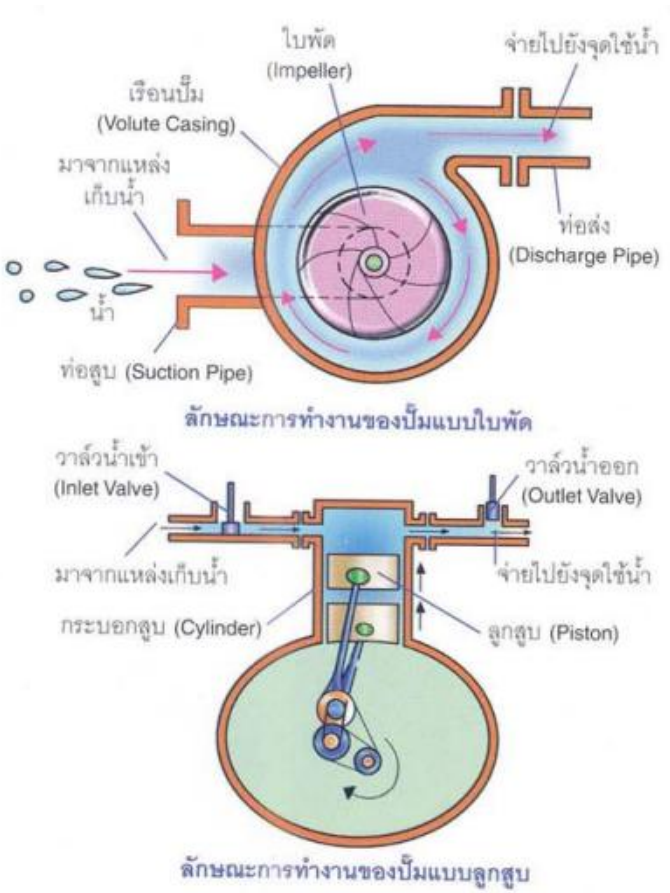
เครื่องปั๊มน้ำเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งที่ใช้มาก ในอุตสาหกรรมและตามบ้านเรือน โดยเฉพาะตามที่พักอาศัยซึ่งเป็นอาคารชุด ตามอาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์ต่างๆ หรือในบางพื้นที่ที่ต้องการสูบน้ำจากใต้ดินขึ้นมาใช้ ชนิดของเครื่องปั๊มน้ำสามารถแบ่งได้ตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้

- ปั๊มแบบใบพัด ปั๊มชนิดนี้ภายในเรือนปั๊ม (Volute Casing) จะมีใบพัด (Impeller) ทำหน้าที่สร้างความดันจากการหมุนที่ความเร็วรอบสูงและแรงดันทำให้น้ำไหลไปตามท่อที่ต่อไว้ได้ นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมและตามที่อยู่อาศัยทั่วไป เพราะการไหลของน้ำจะต่อเนื่องสม่ำเสมอ

- ปั๊มแบบลูกสูบ ปั๊มน้ำชนิดนี้เรือนปั๊มเป็นแบบกระบอกสูบ (Cylinder) ภายในจะมีลูกสูบ (Piston) ทำหน้าที่สร้างความดันจากการเคลื่อนของลูกสูบ ทำให้ปริมาตรของกระบอกสูบ

ลดลงเกิดเป็นความดันเพื่อขับดันน้ำให้ไหลไปได้ แต่การไหลของน้ำจะเป็นช่วงๆ ตามจังหวะการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ส่วนใหญ่นำไปใช้ในงานที่ต้องการความดันสูง

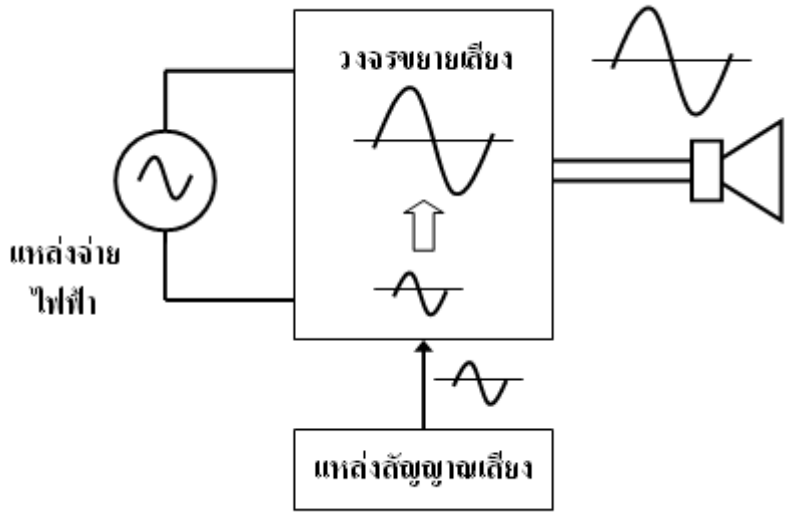
ภาพประกอบ 8 เครื่องปั๊มน้ำ



ภาพประกอบ 9 เครื่องปั๊มน้ำแบบใบพัดและแบบลูกสูบ

3. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง ได้แก่ เครื่องรับวิทยุ เครื่องขยายเสียง เครื่องบันทึกเสียง เป็นต้น พื้นฐานของการทำงานคือไฟฟ้าที่ได้จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะถูกนำไปใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อขยายสัญญาณเสียงที่มีขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และถูกส่งออกมาทางการสั่นสะเทือนที่ลำโพง เพื่อแปลงเป็นพลังงานเสียงออกมา



ภาพประกอบ 10 หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

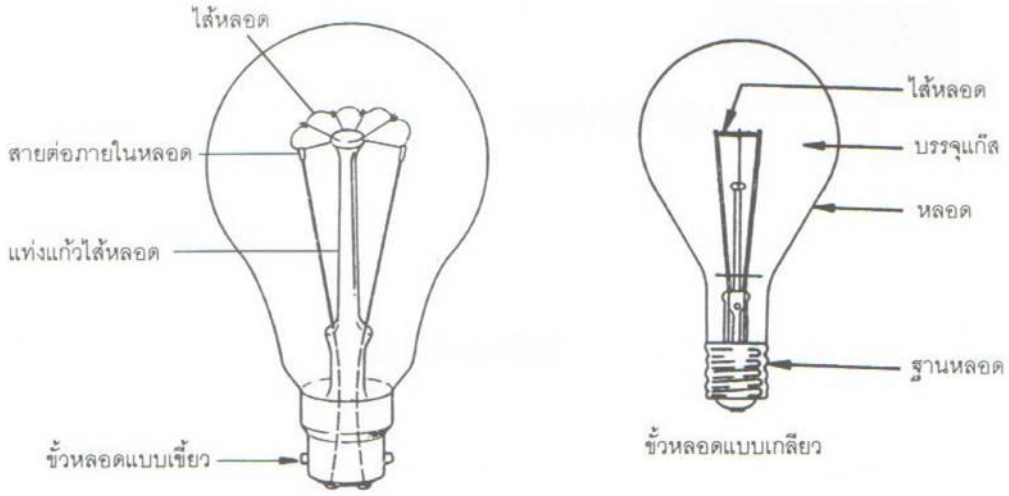
4. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่างนั้น โดยทั่วไปก็คือหลอดไฟฟ้า ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาชนิดของหลอดไฟหลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบก็มีหลักการทำงานที่แตกต่างกัน สามารถแยกเป็นประเภทและหลักการทำงานต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

4.1 หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP)

หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) เป็นหลอดชนิดที่ใช้ไส้หลอดเป็นตัวเปล่งแสง เมื่อหลอดไส้ขาดจะไม่มีแสงสว่างปรากฏออกมา หลอดชนิดนี้เป็นหลอดแก้ว (Bulb) ไส้หลอดที่เปล่งแสงสว่างออกมาทำด้วยทังสเตน ภายในหลอดจะบรรจุแก๊สไนโตรเจนและแก๊สอาร์กอนเข้าไปแทนที่หลังจากดูดอากาศจากภายในหลอดออกหมด แก๊สเฉื่อยที่บรรจุเข้าไปนี้จะทำให้หลอดมีคุณสมบัติการใช้งานนานขึ้น คือมีอายุประมาณ 1,000 ชั่วโมง ภายในหลอดไฟใช้แท่งแก้วเป็นตัวยึดไส้หลอดและมีสายต่อภายในหลอดมายังขั้วหลอดเพื่อรับกระแสไฟฟ้า ขั้วหลอดทำจากทองเหลือง มีทั้งขั้วแบบเขี้ยวและขั้วแบบเกลียว

หลอดไฟฟ้าชนิดไส้มีข้อดีที่แสงที่มีสีเป็นธรรมชาติและราคาถูก นิยมใช้งานในสถานที่ซึ่งมีการเปิด-ปิดบ่อยๆให้ความร้อนสูง ถ้าติดตั้งในห้องปรับอากาศความร้อนจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานมากขึ้นและสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า ขนาดของหลอดไส้กำหนดเป็นวัตต์ มีหลายขนาด เช่น 5,10,25,40,60 และ 100 วัตต์

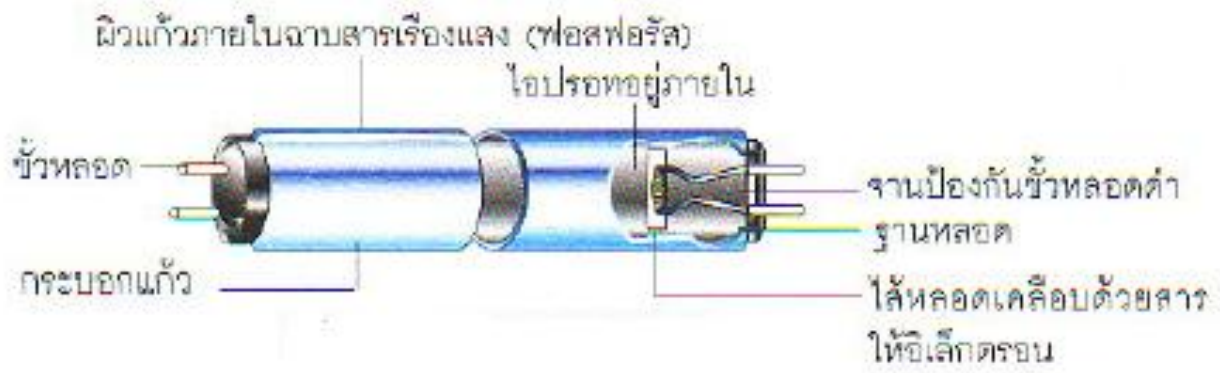


ภาพประกอบ 12 แสดงชนิดของหลอดไส้

วงจรการใช้งาน ที่ขั้วหลอดไส้จะมีจุดให้ต่อใช้งานอยู่สองจุด ในการใช้งานจะต่อสายเส้นไฟเข้าหนึ่งเส้นและสายนิวทรัลอีกหนึ่งเส้น แต่การต่อใช้งานหลอดไส้แบบขั้วเกลียว ควรให้สายเส้นไฟซึ่งต่อผ่านสวิตซ์ต่อกับขั้วที่อยู่ก้นหลอด ส่วนที่เป็นเกลียวของขั้วหลอดต่อกับสายนิวทรัล ทั้งนี้เพื่อลดอันตรายในการใช้งาน เช่นเมื่อต้องการเปลี่ยนหลอด สำหรับหลอดเขี้ยวจะต่อสายเส้นไฟผ่านสวิตซ์ แต่ที่ขั้วหลอดสามารถสลับกันได้

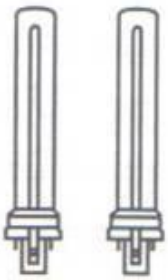
4.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์(FLUORESCENT)

หลอดฟลูออเรสเซนต์(FLUORESCENT) คนทั่วไปเรียกว่า “หลอดนีออน” แต่ความจริงแล้วเป็นคนละประเภทกับหลอดนีออน เพราะความหมายของหลอดนีออน คือ หลอดที่ติดตามป้ายโฆษณาต่างๆ ตัวหลอดแก้วดัดเป็นตัวหนังสือรูปต่างๆ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีขนาดเท่ากับหลอดไส้ จะให้ความสว่างมากกว่าหลอดไสประมาณ 4-5 เท่า หลอดแต่ละยี่ห้อจะกินไฟไม่เท่ากัน เนื่องจากค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์แตกต่างกันไปตามคุณภาพของแต่ละผู้ผลิต หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดชนิดคายประจุที่ใช้แก๊สเป็นตัวปล่อยแสง หลอดไฟที่เป็นรูปทรงกระบอกตรงมีขนาด 10 , 20 , 40 วัตต์ ความยาวของหลอดนั้นจะมีผลกับจำนวนวัตต์ที่ใช้ โดยมีหลอดฟลูออเรสเซนต์รูปทรงตัวยูมีขนาด 10 , 18 , 36 วัตต์ และแบบวงกลมที่ใช้กันมากคือขนาด 32 วัตต์



ภาพประกอบ 13 ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

รูปทรงกระบอก

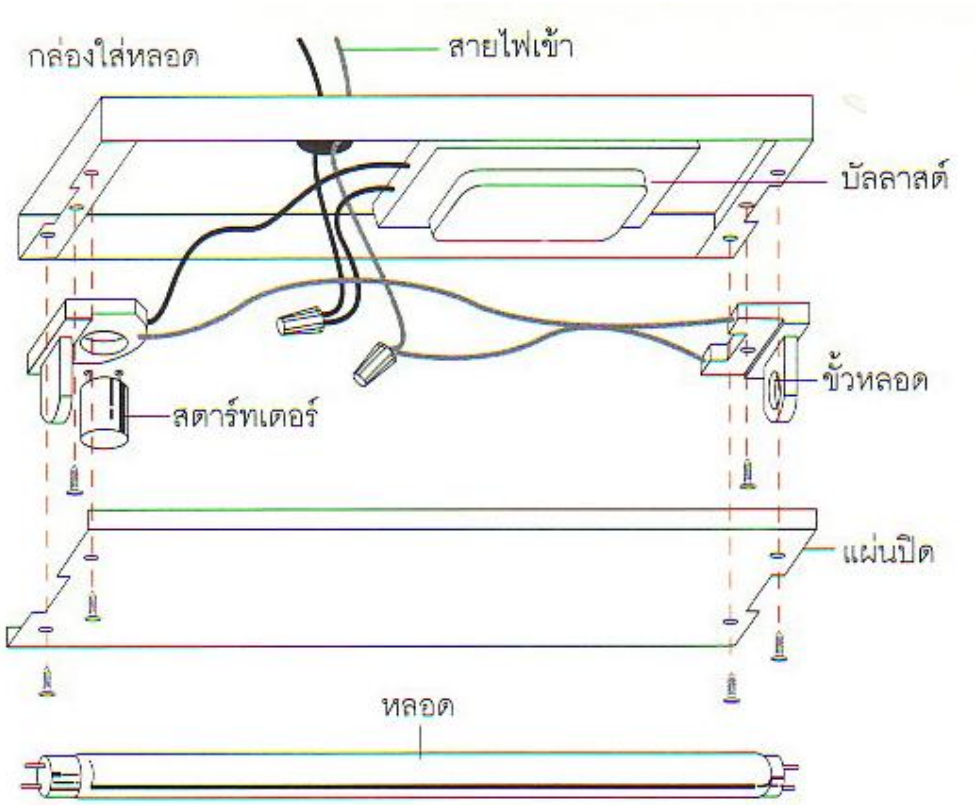


รูปตัวยู

รูปวงกลม

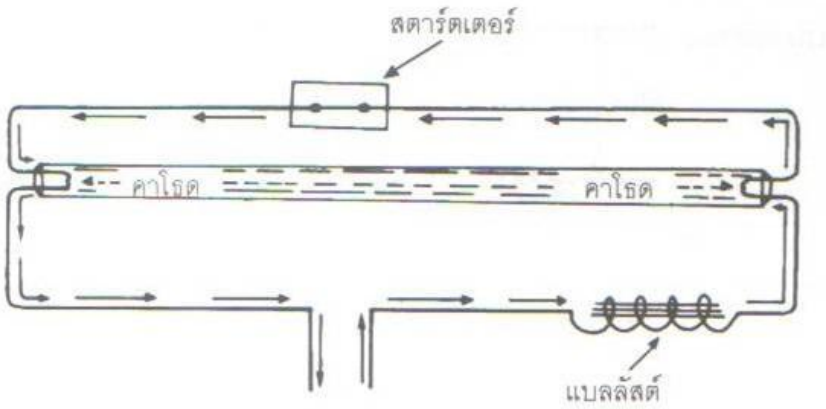
ภาพประกอบ 14 รูปแบบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปต้องมีบัลลาสต์(BALLAST) และสตาร์ทเตอร์ (STARTER)ใช้งานร่วมด้วย บัลลาสต์ ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันที่คร่อมหลอดเพื่อให้สามารถจุดติดได้ และยังทำหน้าที่จำกัดการไหลของกระแสไฟผ่านตัวหลอดอีกด้วย บัลลาสต์ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ ชนิดแกนเหล็กใช้งานเหมือนกัน แต่ชนิดอิเล็กทรอนิกส์จะมีข้อดีกว่าตรงที่มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำกว่าชนิดแกนเหล็กและแสงไฟไม่กระพริบ แต่ปัจจุบันราคาสูงกว่าชนิดแกนเหล็ก สตาร์ทเตอร์ ช่วยในการจุดติดของหลอดไฟ เมื่อเปิดสวิตซ์ กระแสไฟจะไหลผ่านไส้หลอดและไหลผ่านสตาร์ทเตอร์ เมื่อหลอดติดแล้วกระแสไฟจะไม่ไหลผ่านสตาร์ทเตอร์ จึงสามารถถอดสตาร์ทเตอร์ออกได้โดยหลอดไม่ดับแต่ถ้าปิดสวิตซ์แล้วจะเปิดอีกไม่ได้



ภาพประกอบ 15 การต่อสายหลอดฟลูออเรสเซนต์

วงจรใช้งาน การต่อใช้งานที่ถูกต้องจะต้องต่อสายไฟผ่านสวิตซ์ ผ่านไปยังบัลลาสต์ และต่อไปยังไส้หลอดตามที่แสดงในรูปวงจร เหตุผลเพื่อความสะดวกและความปลอดภัย ในการซ่อมแซมข้อควรสังเกตคือ ถ้าต่อสวิตซ์ในสายนิวทรัลแทนที่จะเป็นสายไฟ บางครั้งจะพบว่าเมื่อปิดสวิตซ์แล้วหลอดอาจเรืองแสงได้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดในเวลากลางคืนที่มืดสนิท



ภาพประกอบ 16 วงจรไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์

แสงสีของหลอด สีมีอิทธิพลต่อความรู้สึกและอารมณ์ของมนุษย์ แสงที่ส่องกระทบวัตถุสามารถทำให้สีของวัตถุเปลี่ยนได้ ถ้าเลือกสีได้ถูกต้องจะทำให้มองสีของวัตถุไม่ผิดเพี้ยน และยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการทำงานได้ด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงมีแสงสีต่างๆหลายสีเพื่อให้เลือกใช้ตรงกับความต้องการของงาน

หลอดเดย์ไลท์ (DAY LIGHT) แสงที่เรียกว่าเดย์ไลท์เป็นแสงที่มีสีใกล้เคียงกับสีของแสงแดด ทำให้การมองเห็นวัตถุที่ส่องด้วยแสงเดย์ไลท์เหมือนกับที่มองตอนกลางวัน ในบางประเทศที่ไม่ค่อยมีแสงแดดจะนิยมใช้หลอดชนิดนี้เพื่อให้ความรู้สึกว่ามีแสงแดด

หลอดวอร์มไวท์ (WARM WHITE) สีของแสงจะออกไปทางแดงปนเหลืองให้ความรู้สึกอบอุ่น ในประเทศหนาวนิยมใช้สีนี้ในบางสถานที่ เช่น ห้องนั่งเล่น เพื่อให้ความรู้สึกอบอุ่น ช่วยให้ลดความรู้สึกหนาวได้บ้าง วัตถุที่ส่องด้วยแสงสีนี้จะมีสีเพี้ยนไปบ้าง

หลอดคูลไวท์ (COOL WHITE) สีของแสงอยู่ระหว่างหลอดเดย์ไลท์กับหลอดวอร์มไวท์ ให้สีที่ค่อนข้างเป็นธรรมชาติ นิยมใช้งานทั่วไป เหมาะที่จะใช้ในสถานที่ทำงานต่างๆและในห้างสรรพสินค้า

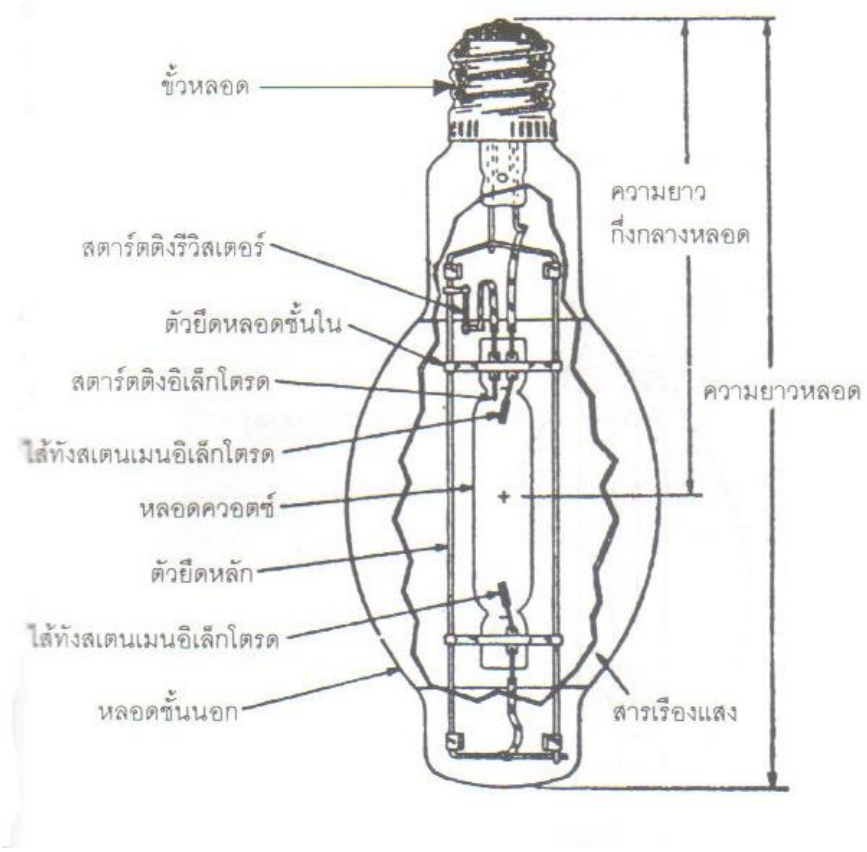
หลอดแบล๊คไลท์ (BLACK LIGHT) เป็นหลอดที่มีหลอดแก้วสีดำ ให้แสงที่ตามองไม่เห็น แต่เมื่อไปกระทบกับวัตถุสีขาวจะสะท้อนแสงนวลสวยงามนิยมใช้ตามร้านอาหาร ภัตตาคาร และสถานที่ที่มีการแสดงในเวลากลางคืน หลอดชนิดนี้จะแผ่รังสีไวโอเลตในปริมาณที่สูงซึ่งเป็นอันตรายต่อสายตาและผิวหนัง จึงไม่ควรใช้เป็นเวลานานๆ

เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดที่ได้พัฒนาด้านประสิทธิภาพและรูปร่างไปจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไป ปัจจุบันมีรู)ทรงหลายแบบ หลอดคอมแพ็คท์ส่วนใหญ่มีขั้วเป็นแบบเกลียวสามารถใช้กับขั้วเกลียวของหลอดไส้ได้ จึงสะดวกในการใช้งาน

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างหลอดคอมแพ็คท์ฟลูออเรสเซนต์

4.3 หลอดไอปรอท

หลอดไอปรอทเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า หลอดแสงจันทร์ เป็นหลอดชนิดคายประจุความเข้มสูง (High Intensity Dischagre) หลอดไอปรอทมีขนาดตั้งแต่ 100 – 3,000 วัตต์ แต่ขนาด 175 – 400 วัตต์เป็นขนาดที่ใช้กันมากที่สุด (สุวรรณ บุญทิพย์. 2543 : 150) สำหรับการจุดติดของหลอดไอปรอทนั้น เมื่อเริ่มเปิดไฟ หลอดจะสว่างขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งหลอดมีความสว่างเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 3 – 5 นาที เวลาช่วงนี้เรียกว่า ช่วงอุ่นหลอด หลังจากนั้นหลอดจะค่อยๆ สว่างจนเต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลา 7 – 10 นาที และถ้าปิดไฟ แล้วเปิดใหม่ทันทีอีกครั้งหนึ่ง หลอดจะไม่ติด ต้องรอให้หลอดเย็นก่อนจนกระทั่งแก๊สต่างๆ ในหลอดคืนตัวสู่สภาพเดิมเสียก่อน ช่วงนี้เรียกว่า ช่วงคืนตัว หลอดจะติดใหม่อีกครั้ง โดยใช้เวลาประมาณ 7 นาที



ภาพประกอบ 18 ส่วนประกอบของหลอดไอปรอท

5. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงาน 2 รูปพลังงานขึ้นไป

เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดขณะใช้งานจะมีการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่นได้พร้อมกันหลายรูปแบบ เช่น

- โทรทัศน์และคอมพิวเตอร์ เปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็น พลังงานแสง และ พลังงานเสียง ภายในโทรทัศน์ และคอมพิวเตอร์จะมีการใช้จอมอนิเตอร์ที่มีการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็น

พลังงานแสงเพื่อแสดงข้อมูลทางจอมอนิเตอร์ และมีการใช้ชุดขยายเสียงสำหรับขยายเสียงสัญญาณเพื่อให้ผู้ชมได้รับฟัง รวมทั้งได้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการใช้ควบคุมการทำงานภายในเครื่องอีกด้วย

- ไดร์เป่าผมเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และพลังงานความร้อน ภายในไดร์เป่าผมจะมีการติดตั้งพัดลมซึ่งแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และมีการใช้ขดลวดความร้อนที่ทำการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน เมื่อทั้ง 2 ส่วนทำงานพร้อมกันจะทำให้พัดลมผลิตแรงดันลมผ่านความร้อนที่ได้จากขดลวดไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสลมร้อนเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

ภาพประกอบ 19 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็น 2 รูปพลังงานขึ้นไป

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 7

เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง เวลา 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมมีความรู้ และทักษะสามารถปฏิบัติงานติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายส่วนประกอบของอุปกรณ์ส่องสว่างได้
2. บอกหน้าที่และการปฏิบัติในการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง
3. สามารถตรวจสอบการทำงานและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ส่องสว่างไม่ทำงานได้
4. ปฏิบัติการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่างภายในอาคารได้

เนื้อหา

การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง

1. การเลือกขนาดของอุปกรณ์ส่องสว่างให้เหมาะกับการใช้งาน
2. หลักการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ในอุปกรณ์ส่องสว่าง
3. การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง
4. การต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ส่องสว่าง
5. การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ส่องสว่าง

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ผู้เรียนศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง
3. ผู้สอนทำการสาธิตการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง
4. ผู้เรียนปฏิบัติงานติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง ชนิดหลอดไส้ และหลอดฟลูออเรสเซนต์
5. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 7
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ เครื่องมือการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง
5. แบบทดสอบการปฏิบัติงานติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง
5. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

1. ตรวจแบบทดสอบ
2. ประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

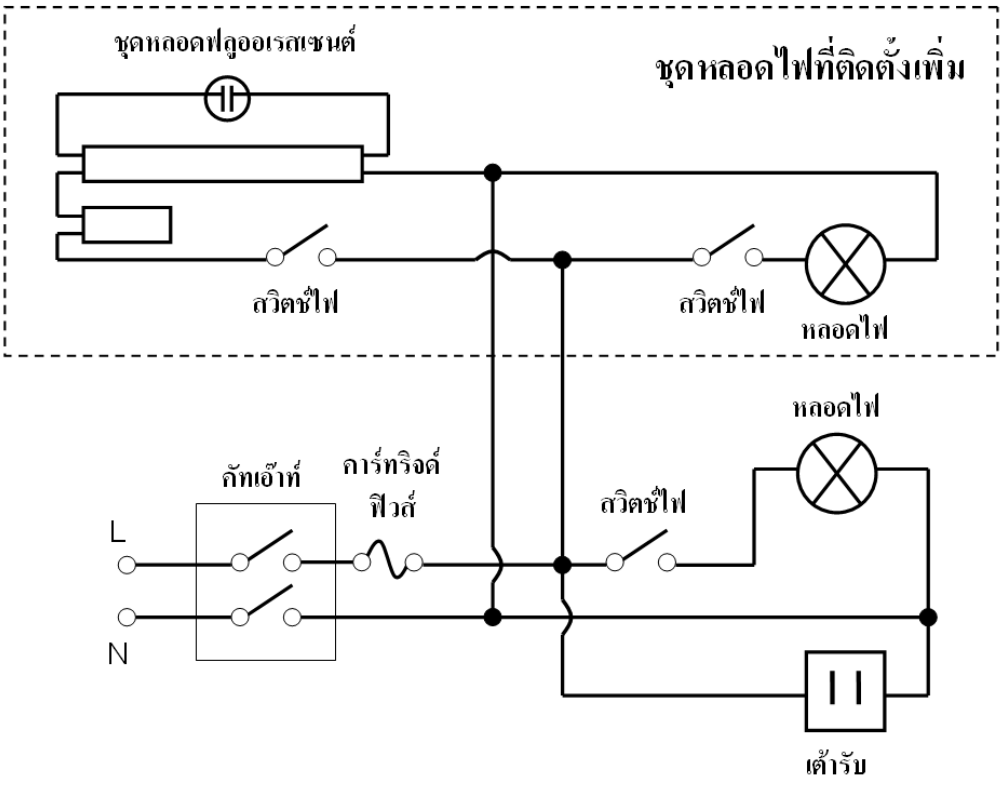
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7
เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง

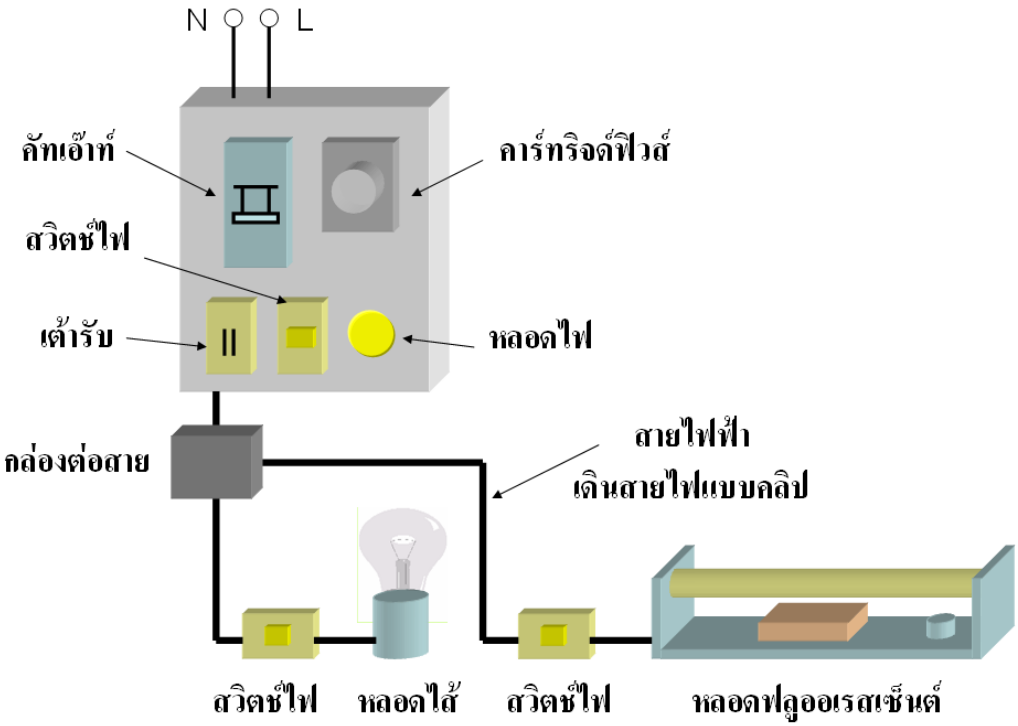
การบรรยายเนื้อหาสาระ

- ทบทวนเนื้อหาทางด้านหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ
- ทบทวนอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้ง

การปฏิบัติงาน

- ดำเนินการประกอบชุดหลอดไฟแบบหลอดไส้ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตามวงจร
- ประกอบเข้ากับแผงควบคุมวงจรไฟฟ้าที่ได้ทำไว้แล้ว โดยการเดินสายไฟฟ้าแบบคลิปบนแผงทดลอง
- ทำการทดลองใช้งานหลอดไฟฟ้าที่ได้ต่อขึ้น
- ทำการตรวจสอบระบบการไหลของกระแสไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือวัดและไขควงวัดไฟ




N
L
คัทเอ๊าท์
คาร์ทริจด์ฟิวส์
สวิตช์ไฟ
เต้ารับ
หลอดไฟ
กล่องต่อสาย
สายไฟฟ้า
เดินสายไฟแบบคลิป
สวิตช์ไฟ
หลอดไส้
สวิตช์ไฟ
หลอดฟลูออเรสเซ็นต์

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 8

เรื่อง การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ **เวลา 3 ชั่วโมง**

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้และทักษะด้านการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
2. อธิบายส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
3. เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
4. ปฏิบัติการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำได้

เนื้อหา

การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และการประเมินราคา

1. การเลือกชนิดและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ส่วนประกอบของเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำ
3. การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์
4. การตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์
5. การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์
6. การตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์
7. การต่อสายไฟเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้า

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ผู้เรียนศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำ
3. ผู้สอนทำการสาธิตการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำ
4. ผู้เรียนปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำ
5. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 8
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ เครื่องมือการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำ
5. แบบทดสอบการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำ
6. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

1. ตรวจแบบทดสอบ
2. ประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8
เรื่อง การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ

การบรรยายเนื้อหาสาระ

- ทบทวนเนื้อหาการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ
- ทบทวนอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้ง

การปฏิบัติงาน

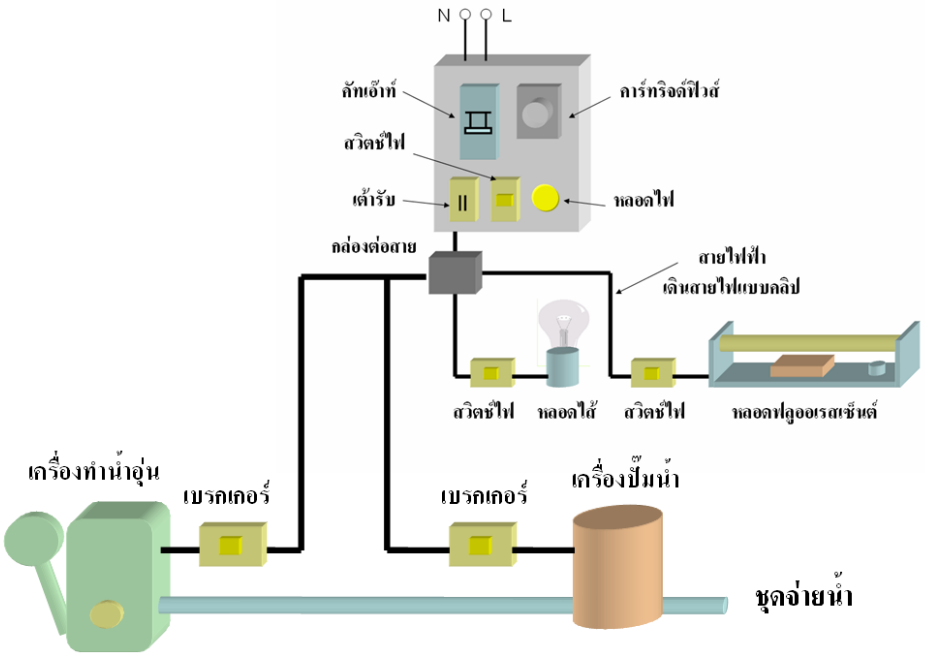
ในการปฏิบัติงานจะให้ผู้เรียนได้ทำการฝึกปฏิบัติ โดยทำการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำ และเครื่องทำน้ำอุ่น ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การฝึกปฏิบัติติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำ

- ดำเนินการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำ
- ต่อสายไฟเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้า
- ทดลองใช้งานเครื่องปั๊มน้ำที่ได้ทำการติดตั้ง

2. การฝึกปฏิบัติติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น

- ดำเนินการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น
- ต่อสายไฟเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้าและชุดจ่ายน้ำที่ได้จากเครื่องปั๊มน้ำ
- ทดลองใช้งานเครื่องทำน้ำอุ่นที่ได้ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว



มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าภายใน อาคารชุด อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ

(ที่มา: มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

บทที่ 9 อาคารชุด อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ

ข้อกำหนดในบทนี้เกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารชุด อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ สำหรับอาคารชุดการคำนวณโหลดจะพิจารณาจากชนิดของห้องชุดและพื้นที่ของห้องชุด

9.1 อาคารชุด

9.1.1 ทั่วไป

9.1.1.1 ให้ใช้กับอาคารชุดทุกประเภท ภายใต้ พ.ร.บ. อาคารชุด พ.ศ.2522 หรือที่จะแก้ไขเพิ่มเติมต่อไป ซึ่งกฎหมายรับรองกรรมสิทธิ์ในแต่ละห้องชุด

9.1.1.2 ให้ใช้กับอาคารประเภทอื่นๆ ที่ผู้ขอใช้ไฟฟ้าประสงค์จะให้มีการจ่ายไฟฟ้าและติดตั้งเครื่องวัดฯ แบบอาคารชุด

9.1.1.3 การเดินสายสำรองอาคารชุดให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดในบทนี้ กรณีที่ไม่ได้ระบุไว้ในบทนี้ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดของการเดินสาย

9.1.1.4 อาคารชุดที่เป็นอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ ต้องปฏิบัติตามข้อ 9.2 ด้วย

9.1.1.5 การคำนวณโหลดที่กล่าวในบทนี้เป็นค่าต่ำสุด หากการติดตั้งจริงมีโหลดมากกว่าที่คำนวณนี้ก็ต้องใช้ค่าตามที่ติดตั้งจริง

9.1.2 การคำนวณโหลด

ให้แบ่งการคำนวณโหลดออกเป็น 2 ส่วน คือ โหลดส่วนกลาง และโหลดห้องชุด ซึ่งโหลดที่คำนวณได้ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนด ดังต่อไปนี้

9.1.2.1 โหลดส่วนกลาง

หมายถึง ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบไฟฟ้าส่วนกลางทั้งหมด เช่น แสงสว่างห้องโถงทางเดิน ลิฟต์ เครื่องสูบน้ำ ระบบไฟฉุกเฉิน เป็นต้น โดยขนาดความต้องการใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณจากโหลดที่ติดตั้ง อนุญาตให้ใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ที่ระบุในบทที่ 3 หรือมาตรฐานอื่นที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ ในการคำนวณหาขนาดตัวนำประธานสายป้อน และหม้อแปลงไฟฟ้าได้

9.1.2.2 โหลดห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ขนาดความต้องการใช้ไฟฟ้าของห้องชุด ให้คำนวณจากขนาดพื้นที่ในห้องชุด ไม่รวมพื้นที่เฉลียง และห้ามใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น

9.1.2.2.1 ห้องชุดที่ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

โหลดของห้องชุดให้ใช้สูตรดังนี้

9.1.2.2.1.1 ห้องชุดที่มีพื้นที่ไม่เกิน 55 ตารางเมตร

[90 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 1,500 VA

9.1.2.2.1.2 ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 55 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 180 ตารางเมตร

[90 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 3,000 VA

9.1.2.2.1.3 ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 180 ตารางเมตร

[90 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 6,000 VA

9.1.2.2.2 ห้องชุดที่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

โหลดของห้องชุดให้ใช้สูตรดังนี้

9.1.2.2.2.1 ห้องชุดที่มีพื้นที่ไม่เกิน 55 ตารางเมตร

[20 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 1,500 VA

9.1.2.2.2.2 ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 55 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 180 ตารางเมตร

[20 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 3,000 VA

9.1.2.2.2.3 ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 180 ตารางเมตร

[20 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 6,000 VA

9.1.2.3 โหลดห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป

ขนาดความต้องการใช้ไฟฟ้าในห้องชุด ให้คำนวณจากขนาดพื้นที่ในห้องชุด (ไม่รวมพื้นที่เฉลียง) และห้ามใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น

9.1.2.3.1 ห้องชุดที่ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ให้ใช้ค่า 155 โวลต์แอมแปร์ต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตร

9.1.2.3.2 ห้องชุดที่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ให้ใช้ค่า 85 โวลต์แอมแปร์ต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตร

9.1.2.3.3 ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าหรือเพื่อการอื่นใดที่ใช้

ไฟฟ้ามากเป็นพิเศษ เช่น ห้องอาหาร ที่ใช้เตาไฟฟ้า หรือเครื่องทำความร้อนมาก และตู้แช่เย็นขนาดใหญ่ ต้องพิจารณาเป็นพิเศษตามสภาพที่จะใช้จริงและต้องแสดงรายการคำนวณโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะใช้ติดตั้งจริง

9.1.2.4 โหลดห้องชุดประเภทอุตสาหกรรม

ขนาดความต้องการใช้ไฟฟ้าของห้องชุด ให้คำนวณจากขนาดพื้นที่ในห้องชุด (ไม่รวมพื้นที่เฉลียง) และห้ามใช้ดีมานด์แฟกเตอร์โดยโหลดของห้องชุดให้ใช้ค่าไม่น้อยกว่า 220 โวลต์แอมแปร์ต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตร (ทั้งกรณีห้องชุดมีและไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง) หรือคำนวณโหลดตามที่ติดตั้งจริงโดยผู้ขอไฟฟ้าต้องแสดงรายการคำนวณโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งจริงให้การไฟฟ้าฯ พิจารณาเห็นชอบด้วย

หมายเหตุ ให้ถือว่าโหลดตามข้อ 9.1.2.2 ถึง 9.1.2.4 เป็นโหลดต่อเนื่อง

9.1.3 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด

9.1.3.1 ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ ให้ใช้ขนาดเครื่องวัดฯ ตามค่าความต้องการใช้ไฟฟ้า ที่คำนวณได้ตามข้อ 9.1.2 มากำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับห้องชุด โดยขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดในตารางที่ 9-1, 9-2, 9-3 หรือ 9-4 แล้วแต่กรณี และต้องแสดงรายการคำนวณโหลดของห้องชุด

9.1.3.2 ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูง ให้นำโหลด หรือค่าความต้องการใช้ไฟฟ้า ที่คำนวณได้ตามข้อ 9.1.2 มากำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับห้องชุด โดยผู้ขอใช้ไฟฟ้าต้องแสดงรายการคำนวณโหลดให้การไฟฟ้าฯ พิจารณาเห็นชอบ

9.1.3.3 การติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ

เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุด ต้องติดตั้งเป็นกลุ่มเครื่องวัดในแผงที่จัดเตรียมไว้เพื่อการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับห้องชุดโดยเฉพาะ ซึ่งอาจติดตั้งรวมกันบริเวณชั้นล่าง หรือแยกเป็นกลุ่มสำหรับห้องชุดในแต่ละชั้นก็ได้ โดยต้องสามารถให้เจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าฯ เข้าตรวจ ปฏิบัติงาน และอ่านหน่วยไฟฟ้าได้โดยสะดวก

9.1.3.4 การติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูง

เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูงอาจติดตั้งบนเสาไฟฟ้า หรือภายในห้องสำหรับการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูง โดยต้องสามารถให้เจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้า ฯ เข้าตรวจสอบ ปฏิบัติงานและอ่านหน่วยไฟฟ้าได้โดยสะดวก

9.1.4 การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

9.1.4.1 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ

ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง พิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของขนาดกระแสที่คำนวณจากขนาด

พื้นที่ห้องตามข้อ 9.1.2 หากขนาดที่คำนวณได้ไม่ใช่ขนาดมาตรฐานของผู้ผลิตให้ใช้ขนาดใกล้เคียงที่สูงขึ้นถัดไปแต่ต้องมีขนาดไม่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3-4 หรือ 3-5

ห้ามใช้วิธีการติดตั้งแบ็กอัฟฟิวส์ (Back up Fuse) เพื่อเพิ่มพิกัดกระแสลัดวงจร และห้ามใช้วิธีแคสเคดเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Cascade Circuit Breaker) ในส่วนของเซอร์กิตเบรกเกอร์ก่อนเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

อนุญาตให้ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดจำกัดกระแส (Current Limitting Circuit Breaker) เพื่อลดค่ากระแสลัดวงจรได้

9.1.4.2 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูง

เครื่องป้องกันกระแสเกินหน้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูงสำหรับห้องชุดแผงสวิตช์แรงสูงต้องเป็นชนิด SF6-Insulated switchgear ตามคำแนะนำการจัดเตรียมอุปกรณ์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ และตามที่กำหนดในข้อ 5.17

ตารางที่ 9-1
ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ
สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	30	15(45) A 1P
		150	75	30(100) A 1P
		180	100	50(150) A 1P
		180	30	15(45) A 3P
		483	75	30(100) A 3P
		666	100	50(150) A 3P
		1,400	200	200 A 3P
		2,866	400	400 A 3P
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	35	10	5(15) A 1P
		180	30	15(45) A 1P
		525	75	30(100) A 1P
		800	100	50(150) A 1P
		690	30	15(45) A 3P
		2,475	75	30(100) A 3P
		3,000	100	50(150) A 3P
		6,300	200	200 A 3P
		12,900	400	400 A 3P

หมายเหตุ 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย

3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

ตารางที่ 9-2
ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ
สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดของเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	36	15(45) A 1P
		150	80	30(100) A 1P
		180	36	15(45) A 3P
		483	80	30(100) A 3P
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	35	12	5(15) A 1P
		180	36	15(45) A 1P
		525	80	30(100) A 1P
		690	36	15(45) A 3P
		2,475	80	30(100) A 3P

หมายเหตุ 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

ตารางที่ 9-3
ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ
สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดของเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	30	15(45) A 1P
		105	75	30(100) A 1P
		140	100	50(150) A 1P
		125	30	15(45) A 3P
		320	75	30(100) A 3P
		425	100	50(150) A 3P
		850	200	200 A 3P
		1,700	400	400 A 3P
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	30	15(45) A 1P
		190	75	30(100) A 1P
		260	100	50(150) A 1P
		230	30	15(45) A 3P
		580	75	30(100) A 3P
		770	100	50(150) A 3P
		1,550	200	200 A 3P
		3,100	400	400 A 3P

หมายเหตุ 1) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย

3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

2) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 9-3 นี้ จะกำหนดขนาดของเครื่องวัดฯ เป็นรายๆ ไป

ตารางที่ 9-4
ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ
สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดของเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	36	15(45) A 1P
		105	80	30(100) A 1P
		125	36	15(45) A 3P
		320	80	30(100) A 3P
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	36	15(45) A 1P
		190	80	30(100) A 1P
		230	36	15(45) A 3P
		580	80	30(100) A 3P

หมายเหตุ 1) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย

3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

2) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 9-4 นี้ จะกำหนดขนาดของเครื่องวัดฯ เป็นรายๆ ไป

9.1.5 ตัวนำประธานเข้าห้องชุด

9.1.5.1 ขนาด

9.1.5.1.1 ตัวนำเฟส

ตัวนำประธานเข้าห้องชุดต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินตามข้อ 9.1.6 และต้องไม่เล็กกว่า 6 ตร.มม.

9.1.5.1.2 ตัวนำนิวทรัล

ขนาดตัวนำนิวทรัลต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 3.2.4 และห้ามแต่ละห้องชุดใช้ตัวนำนิวทรัลร่วม

9.1.5.2 วิธีการเดินสาย

ตัวนำประธานเข้าห้องชุด ต้องเป็นดังนี้

9.1.5.2.1 สายทองแดง ต้องเดินในช่องเดินสายโลหะ หรือยอมให้เดินในท่ออโลหะตามที่กำหนด แต่ต้องฝังในคอนกรีต หากเดินในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อโลหะบาง หรือท่ออโลหะ แต่ละเครื่องวัดฯ ต้องเดินท่อแยกจากกัน กรณีเดินในรางเดินสาย อนุญาตให้เดินสายรวมกันรางเดินสายได้

หมายเหตุ ไม่อนุญาตให้เดินเกาะผนัง เดินสายเปิดบนวัสดุฉนวน และรางเคเบิล

9.1.5.2.2 บัสเวย์ ให้ใช้ได้ทั้งชนิดตัวนำทองแดงและอะลูมิเนียมต้องเป็น
ชนิดปิดมิดชิดที่สามารถถอดเปลี่ยนส่วนที่ชำรุดได้โดยอิสระ

9.1.5.2.3 บัสทรังกิง (Bus Trunking) ต้องเป็นชนิดปิดมิดชิดและให้ใช้บัสบาร์ทำด้วยทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 เท่านั้น

9.1.6 บริภัณฑ์ประธาน

ต้องมีการติดตั้งบริภัณฑ์ประธานที่แต่ละห้องชุด พิกัดกระแสของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่บริภัณฑ์ประธานต้องไม่เกินพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามข้อ 9.1.4

9.1.6.1 เครื่องปลดวงจรประธานของห้องชุด สำหรับ 1 เฟส ต้องเป็นชนิดปลดสับ สายเส้นไฟ และสายนิวทรัล พร้อมกัน

9.1.7 สายป้อน (จากแผงสวิตช์รวมไปถึงแผงสวิตช์ของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด)

9.1.7.1 โหลดสำหรับสายป้อนห้องชุด ให้คำนวณจากผลรวมของโหลดในห้องชุด ตามข้อ 9.1.2 และใช้ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์ (Co-incidence Factor) ตามตารางที่ 9-5 และ 9-6 เพื่อคำนวณลดขนาดสายป้อนได้

9.1.7.2 สายป้อนสำหรับไฟส่วนกลางต้องแยกต่างหากจากสายป้อนของห้องชุด

9.1.7.3 สายป้อนต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินตามข้อ 9.1.9.3 และขนาดตัวนำนิวทรัลต้องเป็นไปตามข้อ 3.2.4

9.1.7.4 สายป้อนต้องเดินในช่องเดินสายโลหะ หรือบัสเวย์ หรือบัสทรังกิง

9.1.7.5 ในกรณีสายป้อนเดินในช่องสำหรับการเดินสาย ห้ามมีท่อของระบบอื่นที่ไม่ใช่ระบบไฟฟ้า เช่น ท่อก๊าซ ท่อประปา ท่อน้ำทิ้ง เดินร่วมกัน

9.1.8 หม้อแปลงและห้องหม้อแปลง

9.1.8.1 หม้อแปลงและห้องหม้อแปลงต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.4 หากติดตั้งภายในอาคารต้องเป็นชนิดแห้งหรือฉนวนไม่ติดไฟ ติดตั้งอยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่มีระดับการป้องกัน (Degree of Protection) ต้องไม่ต่ำกว่า IP 21 ตามข้อ 2.8 และฉนวนต้องไม่เป็นพิษต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อม

ห้ามติดตั้งหม้อแปลงชนิดฉนวนติดไฟได้ ภายในอาคาร ใต้อาคาร บนดาดฟ้า หรือบนส่วนยื่นของอาคาร

9.1.8.2 การคำนวณโหลดสำหรับหม้อแปลงให้คำนวณตามข้อ 9.1.2 และเฉพาะโหลดขอองห้องชุด อนุญาตให้ใช้ค่าโคอินซิเดนซ์แฟกเตอร์ ตามรางที่ 9-5 และ 9-6 ได้

ตารางที่ 9-5
ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
1-10	0.9
11-20	0.8
21-30	0.7
31-40	0.6
41 ขึ้นไป	0.5

หมายเหตุ ลำดับห้องชุดให้เริ่มจากห้องชุดที่มีโหลดสูงสุดก่อน

ตารางที่ 9-6
ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไปและประเภทอุตสาหกรรม

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
1-10	1.0
11 ขึ้นไป	0.85

หมายเหตุ ลำดับห้องชุดให้เริ่มจากห้องชุดที่มีโหลดสูงสุดก่อน

9.1.8.3 ขนาดของหม้อแปลงเมื่อไม่ใช้พัดลมเป่า (Forced Air Cooled) ต้องไม่เล็กกว่า 1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้จากข้อ 9.1.8.2

หมายเหตุ 1) การไฟฟ้านครหลวงแนะนำให้ใช้ขนาดสูงสุดไม่เกิน 2,000 เควีเอ

2) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแนะนำให้ใช้ขนาดสูงสุดไม่เกิน 1,000 เควีเอ

9.1.8.4 หม้อแปลงสำหรับจ่ายไฟส่วนของห้องชุด ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

9.1.8.4.1 สำหรับการไฟฟ้านครหลวง

9.1.8.4.1.1 พิกัดแรงดันของหม้อแปลง ต้องเป็นขนาด 12,000-416Y/240 โวลต์ 24,000-416Y/240 โวลต์ หรือ (12,000/24,000)-416Y/240 โวลต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่การจ่ายไฟของการไฟฟ้านครหลวง

9.1.8.4.1.2 แท็ปแรงสูง (High voltage tapping) ใช้เป็น 4x(-)2.5% ของพิกัดเต็มที่ด้านปฐมภูมิ (Full Capacity Primary Tap)

9.1.8.4.1.3 กำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมดของหม้อแปลงต้องไม่เกิน 1.5% ของพิกัดเต็มที่ของหม้อแปลง ที่ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.0

9.1.8.4.2 สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

9.1.8.4.2.1 พิกัดแรงดันของหม้อแปลง ต้องเป็นขนาด 22,000-400Y/230 โวลต์ สำหรับระบบ 22 เควี และ 33,000-400Y/230 โวลต์ สำหรับระบบ 33 เควี

9.1.8.4.2.2 BIL 125 เควี สำหรับระบบ 22 เควี และสำหรับระบบ 33 เควี ค่า BIL ของบุชชิงเท่ากับ 200 เควี และ BIL ของขดลวดเท่ากับ 170 เควี

9.1.8.4.2.3 แท็ปแรงสูงใช้เป็น (+/-) 2x2.5% ของพิกัดเต็มที่ด้านปฐมภูมิ

9.1.9 แผงสวิตช์แรงต่ำ (จากหม้อแปลงถึงเครื่องวัดหน่วยวัดไฟฟ้าของห้องชุด)

9.1.9.1 แผงสวิตช์แรงต่ำต้องเป็นไปตามข้อกำหนด 5.17 ระดับการป้องกันของตู้แผงสวิตช์แรงต่ำต้องไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามข้อ 2.8 และโครงสร้างของแผงสวิตช์แรงต่ำต้องสามารถรับแรงที่เกิดจากกระแสลัดวงจรได้

9.1.9.2 เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น ณ จุดนั้นได้โดยคุณสมบัติยังคงเดิม และต้องไม่ต่ำกว่า 10 กิโลแอมแปร์

9.1.9.3 เครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อนต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของผลรวมของโหลดที่คำนวณได้ตามข้อ 9.1.7.1

9.1.9.4 เครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อนไฟฟ้าส่วนกลาง อนุญาตให้มีได้ไม่เกิน 1 ตัว สำหรับหม้อแปลงแต่ละลูก และต้องสามารถล็อกกุญแจได้ในตำแหน่งปลด

ยกเว้น วงจรที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอัคคีภัย และวงจรช่วยชีวิต

9.1.9.5 เครื่องป้องกันกระแสเกินด้านแรงจต่ำของหม้อแปลง ต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของผลรวมของโหลดที่คำนวณได้ตามข้อ 9.1.2 และอนุญาตให้ใช้ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์ ตามตารางที่ 9-5 และ 9-6 ได้

คำอธิบาย ขนาดดปรับตั้งของเซอร์กิตเบรกเกอร์ แนะนำให้ใช้ค่าไม่เกินร้อยละ 125 ของกระแสด้านแรงต่ำของหม้อแปลง

9.1.10 ตัวนำประธานแรงต่ำจากหม้อแปลงไปยังแผงสวิตช์รวม

ตัวนำประธานแรงต่ำจากหม้อแปลงไปยังแผงสวิตช์รวมต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินตามข้อ 9.1.9.5 สำหรับขนาดตัวนำนิวทรัลต้องเป็นไปตามข้อ 3.2.4

9.1.11 แผงสวิตช์แรงสูง

แผงสวิตช์แรงสูงต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 5.17 และเพิ่มเติมดังนี้

9.1.11.1 เครื่องป้องกันกระแสเกินแรงสูงถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องเป็นชนิดฉนวนไม่ติดไฟหากใช้ชุดฟิวส์กำลัง (Power Fuse) ซึ่งต้องใช้ประกอบกับสวิตช์สำหรับตัดโหลด พิกัดกระแสของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องกับตารางที่ 6-5

9.1.11.2 ระดับการป้องกันของเครื่องห่อหุ้ม ต้องไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามข้อ 2.8

9.1.12 การต่อลงดิน

ต้องมีการต่อลงดินตามที่กำหนดในบทที่ 4 และเพิ่มเติมดังนี้

9.1.12.1 ห้องชุดทุกห้อง ต้องมีระบบสายดินเตรียมพร้อมไว้สำหรับต่อกับอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ และเต้ารับต้องเป็นชนิดมีสายดินและมีการต่อลงดิน

9.1.12.2 การต่อฝากสายดินเข้ากับตัวนำนิวทรัล ให้ต่อที่แผงบริภัณฑ์ประธานรวมแรงต่ำของอาคารชุดเท่านั้น และห้ามต่อฝากสายดินของบริภัณฑ์เข้ากับตัวนำนิวทรัลที่แผงสวิตช์ของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าและที่บริภัณฑ์ประธานของห้องชุด

9.1.12.3 การต่อตัวนำเข้ากับหลักดินให้ใช้วิธีการต่อเชื่อมด้วยความร้อน

9.1.12.4 การตอกฝังหลักดินลงในพื้นดิน ตำแหน่งของหลักดินจะต้องอยู่ห่างจากผนัง กำแพงหรือฐานรากของอาคารในรัศมีไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และปลายบนของหลักดินจะต้องอยู่ต่ำจากผิวดินไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

9.1.12.5 การต่อลงดินต้องจัดทำจุดทดสอบ สำหรับใช้วัดค่าความต้านทานของหลักดินกับดิน และจุดทดสอบนี้ต้องเข้าถึงได้โดยสะดวก

9.2 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ

9.2.1 ทั่วไป

9.2.1.1 ข้อกำหนดนี้ให้ใช้เป็นข้อกำหนดเพิ่มเติมจากที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น

9.2.1.2 ข้อกำหนดนี้ไม่บังคับใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม

9.2.2 วิธีการเดินสาย

ให้ใช้ข้อกำหนดการเดินสายในบทที่ 5 สำหรับสายที่เดินภายในอาคารห้ามใช้วิธีเดินสายบนผิว เดินเปิดหรือเดินลอยบนวัสดุฉนวน ในช่องเดินสายอโลหะและในรางเคเบิล

9.2.3 หม้อแปลงและห้องหม้อแปลง

หม้อแปลงและหม้อแปลงต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.4 หากติดตั้งภายในอาคารต้องเป็นชนิดแห้งหรือฉนวนไม่ติดไฟและฉนวนต้องไม่เป็นพิษต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อม ติดตั้งอยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่มีระดับการป้องกัน ไม่ต่ำกว่า IP 21 ตามข้อ 2.8

9.2.4 แผงสวิตช์แรงสูง

แผงสวิตช์แรงสูงต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 5.17 และเพิ่มเติมดังนี้

9.2.4.1 เครื่องป้องกันกระแสเกินแรงสูง ถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นชนิดฉนวนไม่ติดไฟ หากใช้ชุดฟิวส์กำลัง ต้องใช้ประกอบกับสวิตช์สำหรับตัดโหลด พิกัดกระแสของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องสอดคล้องกับตารางที่ 6-5

9.2.4.2 ระดับการป้องกันของเครื่องห่อหุ้มต้องไม่ต่ำกว่า IP -31 ตามข้อ 2.8

9.2.5 การต่อลงดิน

ต้องมีการต่อลงดินตามที่กำหนดในบทที่ 4 และเพิ่มเติมดังนี้

9.2.5.1 การต่อตัวนำเข้ากับหลักดินให้ใช้วิธีการต่อเชื่อมด้วยความร้อน

9.2.5.2 การตอกฝังหลักดินลงในพื้นดิน ตำแหน่งของหลักดินจะต้องอยู่ห่างจากผนัง กำแพงหรือฐานรากของอาคารในรัศมีไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และปลายบนของหลักดินจะต้องอยู่ต่ำจากผิวดินไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

9.2.5.3 การต่อลงดินต้องจัดทำจุดทดสอบ สำหรับใช้วัดค่าความต้านทานของหลักดินกับดิน และจุดทดสอบนี้ต้องเข้าถึงได้โดยสะดวก

แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยที่ 9

เรื่อง การประเมินราคา **เวลา 2 ชั่วโมง**

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้และทักษะด้านการการประเมินราคาของค่าใช้จ่ายสำหรับงานระบบไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถจัดทำรายการค่าใช้จ่ายได้
2. ประเมินค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ไฟฟ้าและค่าแรงสำหรับการติดตั้งได้

เนื้อหา

การประเมินราคา

1. การจัดทำรายการค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ
2. การคิดค่าแรงสำหรับการติดตั้ง
3. การประเมินราคาค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ฟังการบรรยายเนื้อหาสาระจากผู้สอน
2. ผู้เรียนปฏิบัติงานด้านการคำนวณและประเมินค่าใช้จ่าย
3. ทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. เอกสารหน่วยการเรียนรู้ที่ 9
2. โปรเจคเตอร์
3. คอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ เครื่องมือ ในการคิดคำนวณ
5. แบบทดสอบการปฏิบัติงานการประเมินราคา
6. แบบทดสอบ

วิธีการวัดและประเมินผล

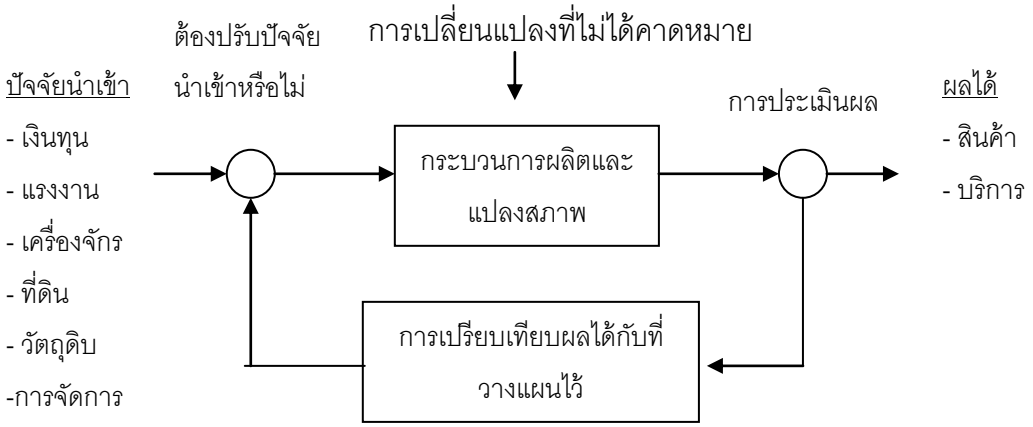
1. ตรวจแบบทดสอบ
2. ประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9
เรื่อง การประเมินราคา

การคำนวณค่าใช้จ่ายและการประเมินราคา

1. ระบบของการผลิต

ระบบของการผลิต ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วน ซึ่งได้แก่ปัจจัยนำเข้า (input) กระบวนการผลิตและแปลงสภาพ (Production or conversion process) ผลได้ (output) ส่วนป้อนกลับ (feedback) และผลกระทบจากภายนอกที่เปลี่ยนแปลงสภาพ (production or conversion process) ผลได้ (output) ส่วนป้อนกลับ (feedback) และผลกระทบจากภายนอกที่เปลี่ยนแปลงโดยไม่ได้คาดหมาย (random fluctuations) ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 1 องค์ประกอบของระบบการผลิต

1.1 ปัจจัยนำเข้า คือส่วนของทรัพยากรหรือสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการ ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วย เงินทุน แรงงาน เครื่องจักร ที่ดิน วัตถุดิบ และความรู้ความสามารถในด้านการจัดการ

1.2 กระบวนการผลิตและแปลงสภาพ คือส่วนที่ทำหน้าที่นำเอาปัจจัยนำเข้ามาผลิตและแปลงสภาพเพื่อให้ได้เป็นสินค้าหรือบริการตามที่ต้องการ กระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพประกอบด้วย วิธีการในการผลิตสินค้า วิธีการจัดลำดับการผลิต การวางแผนการผลิต การจัดสรรกำลังคนเพื่อการผลิต และอื่น ๆ

1.3 ผลได้ คือ สินค้าหรือบริการที่ต้องการ ในปริมาณและคุณภาพที่กำหนดและในเวลาที่ต้องการ

1.4 ส่วนป้อนกลับ คือส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของกระบวนการเพื่อให้การทำงานของระบบการผลิตบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ส่วนป้อนกลับนี้จะทำหน้าที่ประเมินผลได้ เช่น ปริมาณและคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ นำมาเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางแผนไว้ จากผลการเปรียบเทียบจะนำไปสู่การปรับปัจจัยนำเข้าหรือกระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพ เพื่อสร้างผลได้ตามที่ต้องการออกมา

1.5 การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมาย ระบบการผลิตใด ๆ เมื่อดำเนินการอยู่อาจมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมายแต่มีผลกระทบต่อการดำเนินการ โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงนี้จะมาจากภายนอกระบบหรือนอกองค์การ และอยู่นอกเหนือจากอำนาจการควบคุมของผู้บริหาร ตัวอย่างเช่น สภาพการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ อุบัติเหตุและภัยธรรมชาติ การขัดข้องเสียหายของเครื่องจักร เหล่านี้เป็นต้น

ในกรณีที่ต้องการจำแนกรายละเอียดของปัจจัยนำเข้า เพื่อเน้นให้เห็นถึงปัจจัยที่สำคัญ นิยามของผลผลิตอาจเขียนได้ดังสมการ

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{ผลได้}}{\text{แรงงาน} + \text{เงินทุน} + \text{วัตถุดิบ} + \text{พลังงาน}}$$

จากสมการ เรียกว่า ผลผลิตปัจจัยรวม (total factor productivity) ในบางครั้งเราอาจต้องการวัดผลผลิตของปัจจัยหลักเพียงบางปัจจัยนิยามของผลผลิตอาจเขียนได้ดังสมการ

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{ผลได้}}{\text{แรงงาน}}$$

หรือ

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{ผลได้}}{\text{แรงงาน} + \text{เงินทุน}}$$

ตามนิยามของผลผลิตในสมการ เรียกว่า ผลผลิตปัจจัยบางส่วน (partial factor productivity)

จากนิยามของผลผลิตจะเห็นได้ว่า การเพิ่มผลผลิตอาจทำได้ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ

1. เพิ่มผลได้หรือเอาต์พุตจากกระบวนการผลิตและการปฏิบัติการ โดยพยายามรักษาระดับของปัจจัยที่ใช้ในการผลิตให้มีค่าคงเดิม

2. ลดระดับของปัจจัยที่ใช้ในการผลิตลง เช่นการลดค่าใช้จ่าย หรือลดต้นทุนการผลิตลง แต่ยังคงระดับผลได้เอาไว้

3. เพิ่มผลได้ในอัตราที่สูงกว่าการเพิ่มขึ้นของปัจจัยที่ใช้ในการผลิต

4. ถ้าผลได้ลดลง จะต้องทำให้ปัจจัยในการผลิตลดลงด้วย และให้ปัจจัยในการผลิตลดลงในอัตราที่มากกว่าการลดลงของผลได้

2. การคิดค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า

การคิดคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับการประกอบอาชีพติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า องค์ประกอบของต้นทุนต่างๆ เป็นส่วนสำคัญซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการแจกแจงค่าใช้จ่าย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นค่าใช้จ่ายหลักได้ดังต่อไปนี้

2.1 ค่าแรง เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับผู้ปฏิบัติการติดตั้ง โดยค่าใช้จ่ายนี้จะสูงหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ปฏิบัติงาน และระยะเวลาในการติดตั้ง ในการคิดค่าแรงควรคิดเป็นค่าแรงต่อระยะเวลาต่อคน ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการคิดค่าแรงโดยรวมทั้งหมด

2.2 ค่าวัตถุดิบ เป็นค่าใช้จ่ายของวัตถุดิบส่วนเพิ่มที่จะต้องใช้ในการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ท่อน้ำสำหรับการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำ สายไฟสำหรับการติดตั้งพัดลมเพดาน หรือสวิตช์ไฟฟ้าและเต้าเสียบที่ทำการต่อเพิ่มในแต่ละจุด ค่าวัตถุดิบจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งานระยะทางของการติดตั้ง และคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้งาน

2.3 ค่าเครื่องมือ อุปกรณ์ จะเป็นค่าใช้จ่ายของค่าเสื่อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

2.4 ค่าขนส่ง เป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้สำหรับการจัดส่งหรือการขนส่งเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อทำการติดตั้ง สำหรับในกรณีที่จะต้องขนส่งเครื่องใช้ไฟฟ้าไปพร้อมกับการติดตั้ง ในปัจจุบันทางร้านค้าหรือผู้จำหน่ายจะให้บริการจัดส่งโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายในระยะทางที่กำหนด แต่ถ้าระยะทางไกลเกินที่ได้กำหนดไว้จึงจะทำการคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมตามระยะทาง โดยต้นทุนของค่าจัดส่งนี้เกิดจากค่าใช้จ่ายของพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง

หลักการคิดค่าใช้จ่ายและการคำนวณงบประมาณการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำได้โดยการคำนวณต้นทุนของแต่ละรายการทั้งหมดเสียก่อน จากนั้นจึงทำการคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายรวมต่อไปดังตัวอย่างต่อไปนี้

รายละเอียดของการติดตั้ง

ต้องการการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำขนาด 300 วัตต์ ท่อน้ำขนาด 1 นิ้ว โดยทำการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำไว้ที่ชั้น 2 ของอาคารเพื่อสูบน้ำเข้าถังเก็บน้ำ โดยระยะทางของการเดินท่อน้ำเพื่อเข้าเครื่องปั๊มน้ำมีระยะทาง 5 เมตร และระยะทางจากเครื่องปั๊มน้ำสู่ถังเก็บน้ำเท่ากับ 1.5 เมตร ถังน้ำมีความสูงจากพื้น 2 เมตร ทำการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์และเดินสายไฟเพิ่มเติมเป็นระยะทางรวม 4 เมตร จากข้อมูลการติดตั้งในกรณีนี้สามารถสรุปเป็นรายการค่าใช้จ่ายได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	ต้นทุนรวม (บาท)
1	ท่อน้ำพีวีซีขนาด 1.5 นิ้ว	9 เมตร	18	162
2	วาล์วเปิด - ปิดน้ำ	1 ตัว	40	40
3	ข้อต่อท่อน้ำพีวีซี	4 ตัว	5	20
4	คลิปล็อคท่อพีวีซี	5 ตัว	3	15
4	สายไฟ	4 เมตร	12	48
5	เซอร์กิตเบรกเกอร์	1 ตัว	220	220
6	คลิปรัดสายไฟ	1 กล่อง	20	20
7	ค่าแรง	2 คน	200	400
8	อื่นๆ	-	-	100
		ค่าใช้จ่ายรวม		**1,025**

แบบทดสอบทักษะการคิดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า

ให้ผู้เรียนทำการคิดค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องพักขนาด 5 x 8.5 เมตร ซึ่งภายในห้องแบ่งเป็นพื้นที่ห้องน้ำ ขนาด 2.5 x 3 เมตร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ห้องน้ำ - หลอดไฟแบบไส้ 1 หลอด

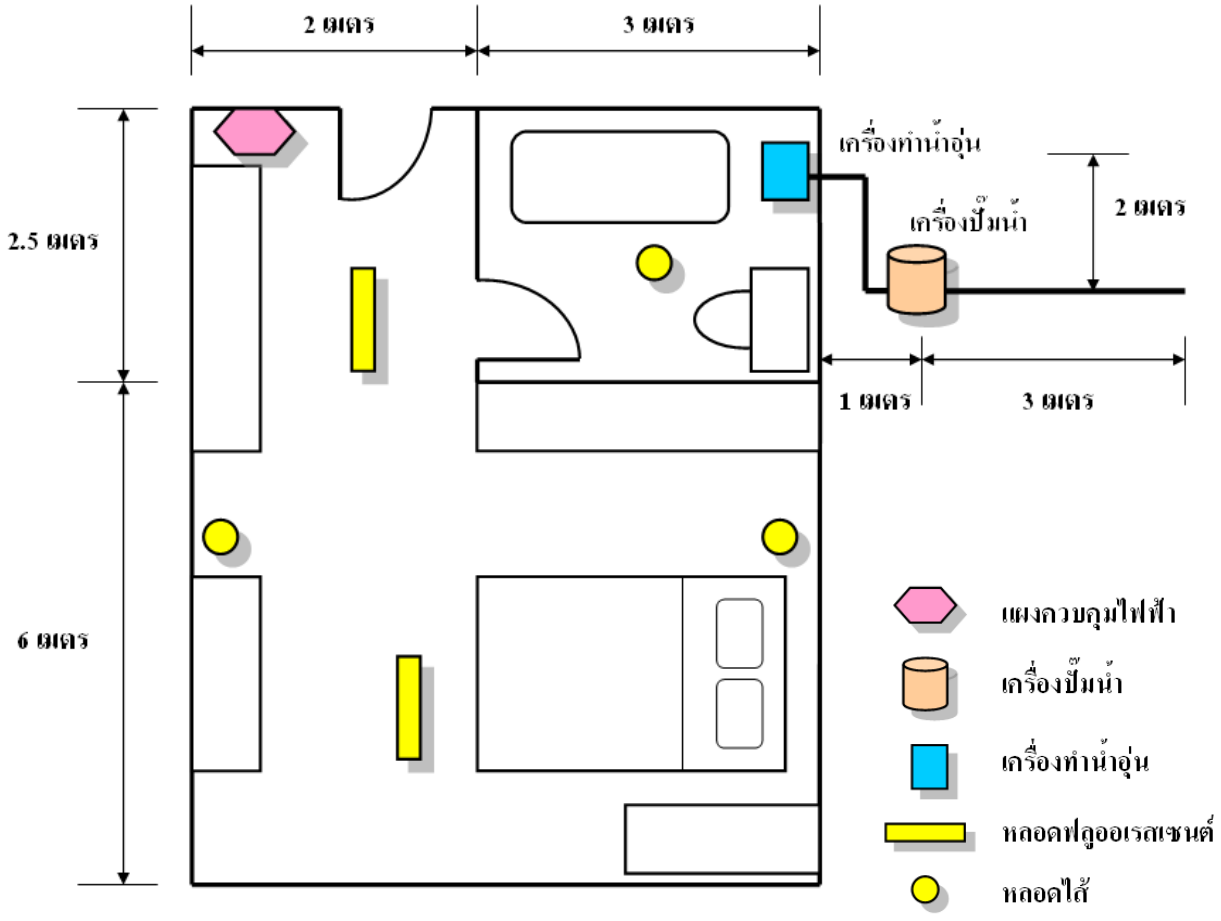
- เครื่องทำน้ำอุ่น 1 เครื่อง
- เครื่องปั๊มน้ำ 1 เครื่อง (ติดตั้งภายนอกห้องพัก)

ห้องพัก - หลอดไฟแบบไส้ 2 หลอด

- หลอดไฟแบบฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอด
- แผงควบคุมไฟฟ้า 1 ชุด

การเดินสายไฟฟ้าจะใช้คลิปรัดสาย สายไฟเมนจะต่อเข้ากับชุดแผงควบคุมไฟฟ้าที่มีชุดเซอร์กิตเบรกเกอร์ซึ่งแยกออกเป็นวงจรไฟฟ้าภายส่วนห้องพักและส่วนของห้องน้ำ และแต่ละหลอดไฟจะมีสวิตช์เปิด-ปิด ของแต่ละดวง เครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำจะมีการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์เพิ่มขึ้นสำหรับควบคุมเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำ

แผนผังแสดงขนาดและตำแหน่งที่ต้องการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องพัก



ตารางรายละเอียดราคาอุปกรณ์ต่อหน่วย

ลำดับ	รายการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)
1	สายไฟ VAF	12 บาท / เมตร
2	ท่อน้ำพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว	18 บาท / เมตร
3	ข้อต่อท่อน้ำพีวีซี	5 บาท / ตัว
4	คลิปล็อคท่อพีวีซี	3 บาท / ตัว
5	เซอร์กิตเบรกเกอร์	220 บาท / ตัว
6	คลิปรัดสายไฟ	0.25 บาท / ตัว
7	สวิตช์ เปิด-ปิด	25 บาท / ตัว
8	ชุดหลอดไฟแบบไส้ + โคมไฟ	185 บาท / ชุด
9	ชุดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ + โคมไฟ	325 บาท / ชุด
10	เครื่องปั๊มน้ำ 300 วัตต์	4,890 บาท / เครื่อง
11	เครื่องทำน้ำอุ่น	2,350 บาท / เครื่อง
12	ค่าแรง	200 บาท / คน / วัน

ตารางสรุปรายละเอียดค่าใช้จ่าย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
		ค่าใช้จ่ายรวม		

ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย

แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ ระหว่างการฝึกอบรม
การฝึกอบรมหลักสูตรการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร

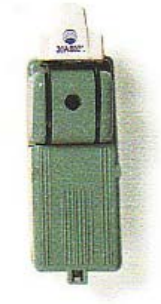
จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ

1. อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า
   ก. เต้ารับ เต้าเสียบ
   ข. สวิตช์ไฟฟ้า
   ค. คาร์ทริดฟิวส์
   ง. สายไฟ
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดที่ใช้สำหรับป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
   ก. เต้ารับ เต้าเสียบ
   ข. คาร์ทริดฟิวส์
   ค. สวิตช์ไฟฟ้า
   ง. สายไฟ
3. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด

   ก. เซอร์กิตเบรกเกอร์
   ข. ฟิวส์เส้น
   ค. คาร์ทริดฟิวส์
   ง. เซฟตี้สวิตช์
4. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด

   ก. เต้าเสียบ 2 ขา
   ข. เต้าเสียบ 3 ขา
   ค. เต้ารับ 2 รู
   ง. เต้ารับ 3 รู

5. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด



ก. สวิตช์ไฟฟ้า
ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์
ค. คัทเอ๊าท์
ง. คาร์ทริดฟิวส์

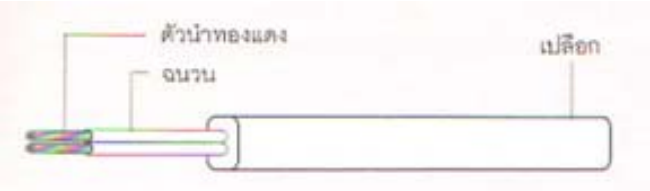
6. หน้าที่ของคอนซูมเมอร์ยูนิต คืออะไร

ก. แผงไฟสำหรับชุดเซอร์กิตเบรกเกอร์
ข. จัดเก็บสายไฟ
ค. ป้องกันไฟฟ้าผ่า
ง. จุดลงสายดิน

7. อาคารติดตั้ง เครื่องวัดไฟขนาด 15 แอมแปร์ 1 เฟส ควรเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเท่าใด

ก. 15 แอมแปร์
ข. 20 แอมแปร์
ค. 30 แอมแปร์
ง. 50 แอมแปร์

8. สายไฟฟ้าดังรูปเป็นสายไฟฟ้าชนิดใด และเหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบใด



ก. VAF - พัดลมเพดาน
ข. VAF - พัดลมตั้งโต๊ะ
ค. VFF - พัดลมเพดาน
ง. VFF - พัดลมตั้งโต๊ะ

9. สีและการใช้งานของสายไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง

ก. สายสีดำ-เส้นไฟ , สายสีเทา-สายนิวทรัล , สายสีเขียว-สายดิน
ข. สายสีดำ-สายดิน , สายสีเทา-สายนิวทรัล , สายสีเขียว-เส้นไฟ
ค. สายสีดำ-สายนิวทรัล , สายสีเทา-เส้นไฟ , สายสีเขียว-สายดิน
ง. สายสีดำ-เส้นไฟ , สายสีเทา-สายดิน , สายสีเขียว-สายนิวทรัล

10. สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับ เปิด-ปิด หลอดไฟฟ้า จะต่อเข้ากับสายไฟฟ้าเส้นใด

ก. เส้นไฟ
ข. สายนิวทรัล
ค. สายดิน
ง. ถูกทุกข้อ

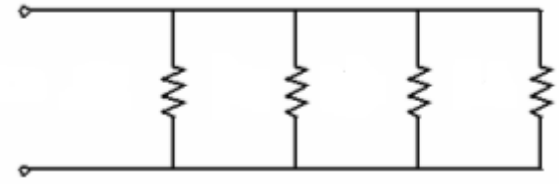
เฉลยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1		X		
2		X		
3			X	
4				X
5			X	
6	X			
7				X
8	X			
9	X			
10	X			

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร

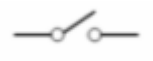
จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ

1. การไฟฟ้าฯ ได้ให้คำนิยามของระบบแรงดันไฟฟ้าระบบแรงต่ำหมายถึงแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสขนาดเท่าใด
   ก. แรงดันไม่เกิน 250 โวลท์ ข. แรงดันไม่เกิน 500 โวลท์
   ค. แรงดันไม่เกิน 750 โวลท์ ง. แรงดันไม่เกิน 1,000 โวลท์
2. ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ที่ใช้ในอาคารที่พักของประเทศไทย มีขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่าไร
   ก. 110 โวลต์ ข. 220 โวลต์
   ค. 330 โวลต์ ง. 380 โวลต์
3. ระบบเฟสที่การไฟฟ้าจ่ายให้กับบ้านเรือนทั่วไป มีกี่เฟส
   ก. 1 เฟส , 2 เฟส
   ข. 2 เฟส , 3 เฟส
   ค. 3 เฟส , 4 เฟส
   ง. 1 เฟส , 3 เฟส
4. เครื่องมือชนิดใดที่สามารถแสดงขนาดของแรงดันไฟฟ้าได้
   ก. มัลติมิเตอร์ ข. ไขควงวัดไฟ
   ค. หลอดไฟฟ้าทดสอบ ง. ถูกทุกข้อ
5. อุปกรณ์ไฟฟ้าใดที่ใช้ เพิ่มหรือลดระดับแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ
   ก. สายไฟฟ้าแรงสูง ข. หม้อแปลงไฟฟ้า
   ค. ไวร์โฮลเดอร์ ง. ขดลวด
6. การต่อวงจรดังรูปด้านล่าง เป็นการต่อวงจรแบบใด



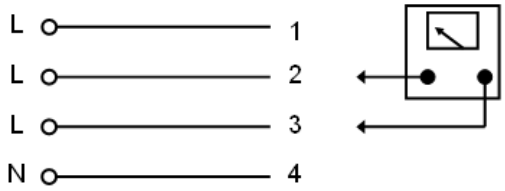
   ก. แบบอนุกรม ข. แบบขนาน
   ค. แบบผสม ง. แบบหัวต่อหาง

7. สัญลักษณ์ด้านล่างเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด และทำหน้าที่อะไร



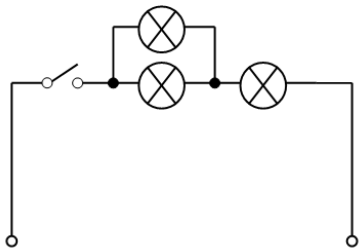
ก. ฟิวส์ –ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน
ข. สวิตช์ไฟฟ้า-เปิดปิดวงจรไฟฟ้า
ค. หลอดไฟ-แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่าง
ง. โวลต์มิเตอร์-วัดแรงดันไฟฟ้า

8. จากรูปข้อใดถูกต้อง



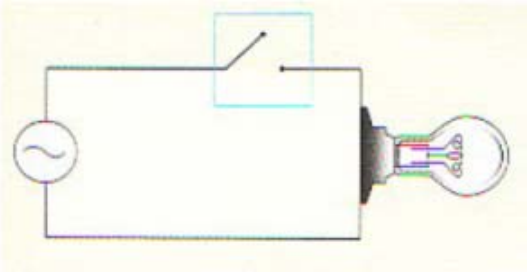
ก. วัดแรงดันไฟฟ้าจุด 1 กับ 4 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 380 โวลท์
ข. วัดแรงดันไฟฟ้าจุด 2 กับ 4 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 380 โวลท์
ค. วัดแรงดันไฟฟ้าจุด 1 กับ 2 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220 โวลท์
ง. วัดแรงดันไฟฟ้าจุด 3 กับ 4 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220 โวลท์

9. วงจรไฟฟ้าด้านล่างเป็นการต่อวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบใด



ก. แบบอนุกรม
ข. แบบขนาน
ค. แบบผสม
ง. แบบหางต่อหัว

10. วงจรไฟฟ้าด้านล่าง ข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. วงจรไฟฟ้าสถานะเปิด
ข. วงจรไฟฟ้าสถานะปิด
ค. สวิตช์ไฟฟ้าสถานะเปิด
ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบฝึกหัดระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1			X	
2		X		
3				X
4	X			
5		X		
6		X		
7		X		
8				X
9			X	
10	X			

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง การเดินสายไฟภายในอาคาร

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ

1. การร้อยสายไฟด้วยท่อพีวีซี ถ้าทำการต่อสายเลี้ยวเกิน 360 องศา จะเป็นอย่างไร
   ก. เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
   ข. ลากสายไฟไม่ได้
   ค. สายไฟขาด
   ง. สายไฟฉีกขาด
2. อุปกรณ์ใดที่ใช้ในการตีเส้นสำหรับการเดินสายไฟ
   ก. ตลับเมตร
   ข. ท่อพีวีซี
   ค. บักเต้า
   ง. คลิปรัดสาย
3. จากรูปด้านล่าง เป็นการใช้อุปกรณ์ใด ในการต่อสาย

   ก. คลิปรัดสาย
   ข. ไวร์นัท
   ค. หางปลา
   ง. สปลิตโบลต์
4. ข้อใดถูกต้อง
   ก. มีดคัทเตอร์หรือมีดบางใช้สำหรับการปอกสายไฟ
   ข. การปอกสายไฟด้วยคีมปอกสายไม่จำเป็นต้องเลือกขนาดให้เหมาะสมกับขนาดของสายไฟ
   ค. สามารถใช้กรรไกรในปอกสายไฟได้และสะดวกกว่าการใช้คีมปอกสายไฟ
   ง. ถูกทุกข้อ
5. สิ่งใดที่เป็นตัวบอกถึงอุปกรณ์สำหรับการเดินสายไฟที่ได้มาตรฐาน
   ก. ท่อพีวีซีที่มีการบอกขนาดที่ผิวของวัสดุ
   ข. ช่องเดินสายไฟที่มีความหนาและความแข็งแรง
   ค. ท่อเอชดีพีอีที่มีการพิมพ์ยี่ห้อของผู้ผลิต
   ง. รางเคเบิลที่มีสัญลักษณ์ มอก.
6. การเดินสายไฟจากเสาไฟฟ้ามายังตัวอาคารแบบฝังดินควรใช้อุปกรณ์ชนิดใด
   ก. ท่อพีวีซีหรือท่อเหล็กอาบสังกะสี
   ข. รางเคเบิล
   ค. ช่องเดินสายไฟ
   ง. คลิปเดินสายไฟ

7. คลิปรัดสายไฟเบอร์ 1 เหมาะกับสายไฟขนาดเท่าไร

ก. 2 x 0.5 ตร.มม. ข. 2 x 1.0 ตร.มม.

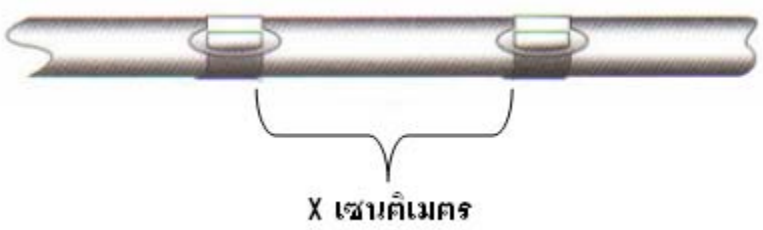
ก. 2 x 1.5 ตร.มม. ง. 2 x 2.0 ตร.มม.

8. การเลือกชนิดและขนาดของสายไฟที่เหมาะสมในการเดินสายไฟควรคำนึงถึงสิ่งใด

ก. ระยะทางในการเดินสายไฟ ข. ขนาดของโหลด

ค. ราคาของสายไฟ ง. ถูกทุกข้อ

9. จากรูปด้านล่าง ในการเดินสายไฟด้วยคลิปรัดสายทั่วๆ ไป ควรมีระยะห่างของคลิปรัดเท่าใด



ก. 5-10 เซนติเมตร ข. 10-15 เซนติเมตร

ค. 15-20 เซนติเมตร ง. 20-25 เซนติเมตร

10. ข้อใดเป็นวิธีการต่อสายไฟที่ถูกต้อง

ก. ใช้ไวร์นัทสำหรับต่อสายไฟที่รับแรงดึงน้อย

ข. ใช้วิธีการต่อสปลิตโบลต์สำหรับสายไฟที่มีขนาดใหญ่

ค. ใช้ลูกเต๋าสำหรับการต่อสายไฟเพื่อเพิ่มความยาวของสายไฟ

ง. ถูกทุกข้อ

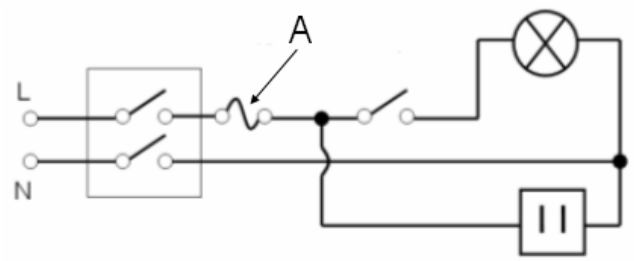
เฉลยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1		X		
2			X	
3			X	
4	X			
5				X
6	X			
7		X		
8		X		
9			X	
10				X

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ

1. การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงคือข้อใด
   ก. ชนิดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน
   ข. สถานที่ติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้า
   ค. การแบ่งวงจรและขนาดของโหลด
   ง. พื้นที่ของห้องหรือขนาดของสถานที่
2. จากวงจรไฟฟ้าด้านล่าง อุปกรณ์ A คืออุปกรณ์ไฟฟ้าใด



   ก. สวิตช์ไฟฟ้า
   ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์
   ค. คัทเอ๊าท์
   ง. คาร์ทริดฟิวส์
3. ตามมาตรฐานของการติดตั้งไฟฟ้าควรเลือกใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดใดสำหรับโหลดสูงสุดเท่ากับ 30 แอมแปร์
   ก. 30 แอมแปร์
   ข. 50 แอมแปร์
   ค. 100 แอมแปร์
   ง. 125 แอมแปร์
4. ข้อใด**ผิด**
   ก. กล่องของแผงควบคุมไฟฟ้าควรทำจากฉนวนไฟฟ้า เช่น พลาสติก , ไม้
   ข. ควรมีการติดตั้งไฟฉุกเฉินใกล้กับแผงควบคุมไฟฟ้า เพื่อใช้ในกรณีไฟฟ้าดับ
   ค. ใช้ลวดทองแดงแทนฟิวส์ สามารถใช้งานได้นานยิ่งขึ้น
   ง. ใช้ไขควงวัดไฟสำหรับตรวจสอบวงจรไฟฟ้าภายในแผงควบคุมไฟฟ้า
5. ข้อใด**ไม่ใช่**หน้าที่ของแผงควบคุมไฟฟ้า
   ก. ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าเกิน
   ข. ตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าภายในที่พักอาศัย
   ค. ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
   ง. ลดการใช้ไฟฟ้าภายในที่พักอาศัย

6. ข้อใดถูกต้อง
   ก. เครื่องป้องกันกระแสเกินจะต้องตัดวงจรทุกเส้นที่มีเส้นไฟได้เมื่อมีกระแสไฟเกิน
   ข. ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลด
   ค. จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟเกินสำหรับทุกเส้นไฟในอาคาร
   ง. ถูกทุกข้อ
7. จากวงจรไฟฟ้าข้อที่ 2 ข้อใดคือโหลดทั้งหมดของวงจรที่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณขนาดของฟิวส์
   ก. หลอดไฟ ข. เต้ารับ
   ค. หลอดไฟ และเต้ารับ ง. ผิดทุกข้อ
8. ถ้าขันสกรูขั้วยึดสายไฟที่คัทเอ๊าท์ไม่แน่นจะเป็นสาเหตุให้เกิดอะไร
   ก. ไฟฟ้าช็อต ข. ไฟฟ้ารั่ว
   ค. ไฟฟ้าลัดวงจร ง. ไฟฟ้าอาร์ค
9. สาเหตุใดอาจทำให้ใบมีดของคัทเอ๊าท์เกิดความร้อนขึ้นได้
   ก. ไฟฟ้ารั่วลงกราวด์ ข. ไฟฟ้าลัดวงจร
   ค. ขันสกรูยึดขั้วต่อไฟไม่แน่น ง. ไฟฟ้าดับ
10. การติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้า ข้อใดถูก
   ก. ควรติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้าให้ห่างจากวัสดุติดไฟหรือในห้องที่มีความชื้น
   ข. สำหรับที่พักอาศัยที่มีขนาดไม่เกิน 100 แอมแปร์ไม่จำเป็นต้องบรรจุแผงควบคุมไว้ในกล่อง
   ค. การติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องเผื่อพื้นที่ในการปฏิบัติงาน
   ง. การติดตั้งแผงควบคุมในสถานที่ที่มีความชื้นควรเว้นระยะห่างของแผงกับผนังอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร

เฉลยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1			X	
2				X
3		X		
4			X	
5				X
6				X
7			X	
8				X
9			X	
10	X			

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ

1. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง
   ก. ควรทำการปลดวงจรไฟฟ้าและใช้ไขควงตรวจสอบไฟฟ้าก่อนการปฏิบัติงาน
   ข. การแขวนป้ายปฏิบัติงานทางไฟฟ้าที่แผงควบคุมไฟฟ้า
   ค. ใช้คีมปอกสายไฟที่ไม่มีด้ามหุ้มด้วยฉนวน เพื่อความสะดวกและมีน้ำหนักเบา
   ง. ทดสอบไฟฟ้ารั่ว โดยการใช้มือเปล่าสัมผัสกับเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้า ข้อใด**ผิด**
   ก. ใช้เครื่องมือที่หุ้มด้วยฉนวน ข. ปิดวงจรไฟฟ้า
   ค. ตรวจว่ามีไฟหรือไม่ โดยใช้ไขควงวัดไฟ ง. แขวนป้ายแสดงการปฏิบัติงาน
3. ข้อใดคือปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้กระแสไฟฟ้าเกิน
   ก. ต่อพวงเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ข. จุดข้อต่อสายไฟฟ้าสกรูขันไม่แน่น
   ค. เครื่องใช้ไฟฟ้าเกิดการลัดวงจร ง. ถูกทุกข้อ
4. การที่ไฟฟ้าไหลจากสายไฟเส้นหนึ่งไปยังสายไฟอีกเส้นหนึ่ง โดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า หมายถึงข้อใด
   ก. ไฟฟ้าดูด ข. ไฟฟ้าเปิดวงจร
   ค. ไฟฟ้าลัดวงจร ง. ไฟฟ้าดับ
5. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ปลดวงจรไฟฟ้า เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าเกิน
   ก. สวิตช์ไฟฟ้า ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์
   ค. คัทเอ๊าท์ ง. เต้ารับ-เต้าเสียบ
6. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร
   ก. สายไฟฟ้าชำรุดโดยเปลือกหุ้มสายไฟฟ้าฉีกขาด
   ข. กระแสไฟฟ้าไหลสู่เปลือกนอกของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นโลหะ
   ค. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายมนุษย์ลงสู่พื้นดิน
   ง. การไฟฟ้าฯ หยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า เนื่องจากซ่อมเสาไฟฟ้า
7. ข้อใดเป็นวิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้อย่างดีที่สุด
   ก. ระบบสายดิน ข. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน
   ค. ปลดวงจรไฟฟ้า ง. แขวนป้ายแสดงการปฏิบัติงาน

8. วิธีการใด**ไม่**สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าดูดได้
   ก. ปลดวงจรไฟฟ้า
   ข. สวมถุงมือที่เป็นฉนวนไฟฟ้า
   ค. ติดตั้งระบบสายดิน
   ง. แขวนป้ายแสดงการปฏิบัติงาน
9. ข้อใด**ไม่ใช่**อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า
   ก. ถุงมือยาง
   ข. รองเท้ายาง
   ค. ไขควงที่มีด้ามเป็นฉนวน
   ง. หมวกนิรภัย
10. ข้อใดถูกต้อง
   ก. ทำการลัดวงจรไฟฟ้าเพื่อทดสอบการทำงานของชุดตัดกระแสไฟเกินอย่างสม่ำเสมอ
   ข. ควรหมั่นตรวจสอบการชำรุดของสายไฟฟ้าสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
   ค. ไฟฟ้ารั่วเกิดจากการใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป
   ง. เข้าไปจับตัวผู้ที่ถูกไฟฟ้าดูด ขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายเพื่อช่วยชีวิต

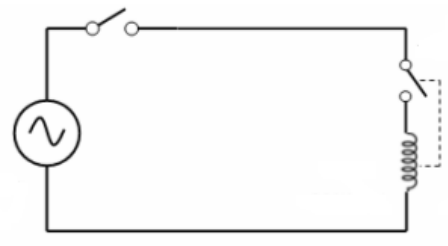
เฉลยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1		X		
2		X		
3				X
4			X	
5		X		
6	X			
7	X			
8				X
9			X	
10		X		

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6
เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด**ไม่ได้**แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
   ก. เครื่องปรับอากาศ
   ข. ตู้เย็น
   ค. เครื่องปั๊มน้ำ
   ง. เครื่องทำน้ำอุ่น
2. เครื่องปั๊มน้ำไฟฟ้าใช้หลักการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานใด
   ก. พลังงานกล
   ข. พลังงานความร้อน
   ค. พลังงานดึง
   ง. พลังงานแสง
3. จากวงจรด้านล่าง เป็นวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด



   ก. พัดลม , เครื่องปั๊มน้ำ
   ข. เตารีด , เครื่องทำน้ำอุ่น
   ค. ตู้เย็น , เครื่องดูดฝุ่น
   ง. เครื่องเสียง , โทรทัศน์
4. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด เป็นการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน
   ก. พัดลมไฟฟ้า , เตารีด , เครื่องขยายเสียง
   ข. เตารีด , เครื่องทำน้ำอุ่น , หม้อหุงข้าว
   ค. หม้อหุงข้าว , หลอดไฟฟ้า , พัดลมไฟฟ้า
   ง. หลอดไฟฟ้า , เครื่องขยายเสียง , เครื่องทำน้ำอุ่น
5. ข้อใดเป็นส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์
   ก. กระบอกแก้ว , ไอปรอท
   ข. บัลลาสท์ , สตาร์ทเตอร์
   ค. ขั้วหลอด , สตาร์ทเตอร์
   ง. บัลลาสท์ , กระบอกแก้ว
6. ข้อใด**ไม่ใช่**ส่วนประกอบของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์
   ก. ขั้วหลอด
   ข. สตาร์ตเตอร์
   ค. ก๊าซออกซิเจน
   ง. บัลลาสท์

7. หลอดไฟชนิดใดที่ใช้ในการตรวจสอบธนบัตรปลอม

ก. หลอดเดย์ไลท์ ข. หลอดคูลไวท์

ค. หลอดแบล๊คไลท์ ง. หลอดวอร์มไวท์

8. หลักการทำงานของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ในขณะที่หลอดเปล่งแสงสว่างออกมาแล้ว อุปกรณ์ใดไม่ทำงาน

ก. สตาร์ตเตอร์ ข. บัลลาสท์

ค. ไส้หลอด ง. ขั้วหลอด

9. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด ใช้กระแสไฟฟ้ามากที่สุด

ก. เตารีด ข. พัดลมตั้งโต๊ะ

ค. เครื่องปั่นน้ำผลไม้ ง. โทรทัศน์ 14 นิ้ว

10. หลอดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อรับกระแสไฟฟ้าจะไม่สว่างทันที

ก. หลอดเดย์ไลท์ ข. หลอดวอร์มไวท์

ค. หลอดไอปรอท ง. หลอดแบล๊คไลท์

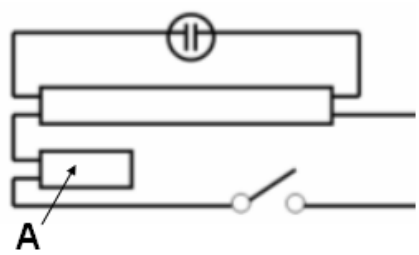
เฉลยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1				X
2	X			
3		X		
4		X		
5	X			
6			X	
7			X	
8	X			
9	X			
10			X	

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7
เรื่อง การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ

1. ส่วนประกอบของบัลลาสท์คือข้อใด
   ก. ไบเมทอลิค ข. ไส้หลอด
   ค. ลวดอาบน้ำยา ง. คอนเดนเซอร์
2. ขั้วหลอดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำหน้าที่อะไร
   ก. ต่อกระแสไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่ตัวหลอด
   ข. ต่อกระแสไฟฟ้าจากภายในออกสู่ภายนอกตัวหลอด
   ค. ให้ความร้อนต่อไอปรอท
   ง. ให้ความร้อนต่อก๊าซภายในตัวหลอด
3. สตาร์ทเตอร์ภายในประกอบด้วย 2 ขั้ว เรียกว่าอะไร
   ก. แผ่นไดอะแฟรม ข. แผ่นความร้อน
   ค. แผ่นไบเมทอลิค ง. แผ่นแม่เหล็ก
4. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ตัดต่อวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขณะเริ่มต้นการทำงาน
   ก. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ข. สตาร์ทเตอร์
   ค. บัลลาสท์ ง. คอนเดนเซอร์
5. ช่วงแรกของการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ แรงดันจะไหลผ่านอุปกรณ์ตามลำดับใดบ้าง
   ก. ไส้หลอด บัลลาสท์ สตาร์ทเตอร์ ข. สตาร์ทเตอร์ บัลลาสท์ ไส้หลอด
   ข. ไส้หลอด สตาร์ทเตอร์ สวิตช์ ง. บัลลาสท์ ไส้หลอด สตาร์ทเตอร์
6. จากรูปด้านล่าง อุปกรณ์ A หมายถึง อุปกรณ์ส่วนใดของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์



   ก. สตาร์ทเตอร์ ข. คอนเดนเซอร์
   ค. บัลลาสท์ ง. สวิตช์ไฟฟ้า

7. การทดสอบหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยนำหลอดที่สงสัยว่าเสียมาเปลี่ยนกับหลอดที่ใช้งานได้ตามปกติ และผลปรากฏว่าหลอด**ไม่**เปล่งแสงสว่างแสดงว่าหลอดที่นำมาทดสอบเป็นอย่างไร
   ก. ปกติ ข. เสื่อม
   ค. รั่วลงกราวด์ ง. หลอดเสีย
8. หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีปลอยหลอดสีดำเกิดขึ้น แสดงว่าหลอดอยู่ในสภาพใด
   ก. ไส้หลอดขาด ข. หลอดเสื่อม
   ค. หลอดมีน้ำเข้า ง. ไส้หลอดลัดวงจร
9. ข้อใด**ไม่ใช่**สาเหตุที่ทำให้หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้ไม่ติด
   ก. ไส้หลอดขาด ข. ขั้วหลอดไฟหลวม
   ค. สวิตช์ไฟฟ้าเสีย ง. ฉนวนหุ้มสายไฟขาด
10. ข้อใดถูกต้อง
   ก. ชนิดของหลอดไส้มี 3 แบบ คือ แบบเกลียว , แบบเขี้ยว , และแบบสกรู
   ข. ไส้หลอดขาดเนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร
   ค. หลอดไส้ขนาด 60 W กินไฟน้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W
   ง. หลอดไส้แบบเกลียว จะต่อสายเส้นไฟที่ขั้วก้นหลอด

เฉลยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1			X	
2	X			
3			X	
4		X		
5				X
6			X	
7				X
8		X		
9				X
10				X

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 8
เรื่อง การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดที่จำเป็นต้องมีการต่อระบบสายดิน
   ก. เครื่องปั๊มน้ำ
   ข. เครื่องทำน้ำอุ่น
   ค. ตู้เย็น
   ง. ถูกทุกข้อ
2. ในการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้าขั้วต่อสายภายในสวิตช์ไม่แน่น อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอะไร
   ก. ไฟฟ้าลัดวงจร
   ข. ไฟฟ้าลงกราวด์
   ค. ไฟฟ้าอาร์ค
   ง. ไฟฟ้าดูด
3. ในการคำนวณโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าตามมาตรฐานอาคารชุดแบ่งการคำนวณโหลดเป็นแบบใด
   ก. อุปกรณ์ส่องสว่าง , เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน
   ข. เครื่องปรับอากาศ , เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน
   ค. โหลดส่วนกลาง , อุปกรณ์ส่องสว่าง
   ง. โหลดส่วนกลาง , โหลดห้องชุด
4. ห้องชุดประเภทที่อยู่อาศัยที่มีระบบปรับอากาศจากส่วนกลาง โดยมีขนาดห้องเท่ากับ 40 ตารางเมตร ควรใช้สูตรใดในการคำนวณโหลด
   ก. [90 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 1,500 VA
   ข. [20 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 1,500 VA
   ค. [90 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 3,000 VA
   ง. [20 x พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)] + 3,000 VA
5. สิ่งจำเป็นที่สุดสำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นคือข้อใด
   ก. เทอร์โมสตัด
   ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์
   ค. ระบบสายดิน
   ง. แรงดันน้ำ

เฉลยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 8

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1				X
2			X	
3				X
4		X		
5			X	

แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9
เรื่อง การประเมินราคา

1. ข้อใด**ผิด**
   ก. ค่าเครื่องจักร และค่าเครื่องมือ เป็นต้นทุนคงที่
   ข. ค่าแรงไม่ใช้ต้นทุนแปรผัน
   ค. ค่าขนส่งถือเป็นต้นทุนแปรผันตามระยะทาง
   ง. ผิดทุกข้อ
2. ข้อใดถูกต้อง
   ก. ระยะทางในการติดตั้งสายไฟในอาคารไม่มีผลต่อค่าใช้จ่าย
   ข. ควรจัดทำรายการค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ไฟฟ้าแยกออกจากค่าแรง
   ค. ระยะเวลาในการดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้ามีผลต่อต้นทุนคงที่
   ง. การเดินสายไฟด้วยท่อร้อยสายมีต้นทุนถูกกว่าการใช้คลิปเดินสายไฟ
3. ในการคำนวณค่าแรงจะต้องคำนึงถึงสิ่งใด
   ก. ปริมาณวัสดุที่ใช้ , จำนวนผู้ปฏิบัติงาน
   ข. จำนวนผู้ปฏิบัติงาน , ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน
   ค. ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน , ปริมาณวัสดุที่ใช้
   ง. อุปกรณ์ที่ใช้ , ปริมาณวัสดุที่ใช้
4. ข้อใดคือองค์ประกอบหลักของต้นทุนรวม
   ก. ค่าแรง , ค่าวัตถุดิบ , ค่าเครื่องมือ , ค่าขนส่ง
   ข. ค่าเครื่องมือ , ค่าเครื่องจักร , ค่าเสียโอกาส , ค่าขนส่ง
   ค. ค่าแรง , ค่าเครื่องมือ , ค่าขนส่ง , ค่าของเสีย
   ง. ค่าเครื่องมือ , ค่าขนส่ง , ค่าแรง , ค่าเสียโอกาส
5. คุณภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ มีผลต่อค่าใช้จ่ายด้านใดมากที่สุด
   ก. ค่าแรง
   ข. ค่าเครื่องมือ
   ค. ค่าวัตถุดิบ
   ง. ค่าขนส่ง

เฉลยแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1		X		
2		X		
3		X		
4	X			
5			X	

แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ หลังการฝึกอบรม
การฝึกอบรมหลักสูตรการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

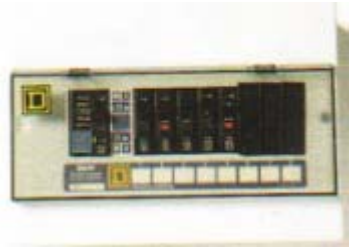
แบบทดสอบหลังการฝึกอบรม
เรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ

1. เต้ารับ และเต้าเสียบ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ทำหน้าที่ใด

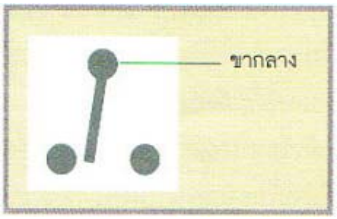
ก. ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
ข. เปิด-ปิด วงจรไฟฟ้า
ค. ตัวกลางนำกระแสไฟฟ้า
ง. ป้องกันไฟฟ้าเกิน

2. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด



ก. คอนซูมเมอร์ยูนิต
ข. คัทเอ๊าท์
ค. สวิตช์ไฟฟ้า
ง. คาร์ทริดฟิวส์

3. สัญลักษณ์ด้านล่างหมายถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด



ก. สวิตช์ไฟฟ้า 2 ทาง
ข. สวิตช์ไฟฟ้า 3 ทาง
ค. คัทเอ๊าท์
ง. คาร์ทริดฟิวส์

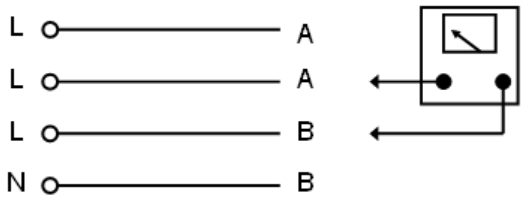
4. เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 50 แอมแปร์ เหมาะกับอาคารที่พักอาศัยที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟขนาดเท่าใด

ก. 5 แอมแปร์
ข. 15 แอมแปร์
ค. 30 แอมแปร์
ง. 45 แอมแปร์

5. สายไฟฟ้าสีเขียว หมายถึงอะไร

ก. สายไฟ
ข. สายนิวทรัล
ค. สายดิน
ง. สายล่อฟ้า

6. ถ้าทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ของอาคารที่พักในประเทศไทย ตามตำแหน่ง AA และ BB ดังรูป จะได้ค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับเท่าใด

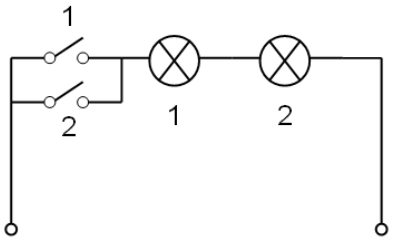


ก. 220 V , 380 V
ข. 380 V , 220 V
ค. 220 V , 110 V
ง. 110 V , 220 V

7. เครื่องมือใด ใช้สำหรับการวัดระดับแรงดันไฟฟ้า

ก. ไขควงวัดไฟ
ข. เทอร์โมมิเตอร์
ค. แอมมิเตอร์
ง. โวลท์มิเตอร์

8. การต่อวงจรดังรูปด้านล่าง สวิตช์ไฟฟ้าต่อวงจรแบบใด



ก. แบบอนุกรม
ข. แบบขนาน
ค. แบบผสม
ง. แบบหัวต่อหาง

9. จากวงจรข้อที่ 8 ถ้าสวิตช์หมายเลข 1 กดเปิด และหลอดไฟหมายเลข 1 ขาด จะส่งผลใดต่อวงจรไฟฟ้า

ก. หลอดไฟหมายเลข 2 ไม่ติด
ข. หลอดไฟหมายเลข 2 ติด
ค. สวิตช์หมายเลข 1 เสียหาย
ข. สวิตช์หมายเลข 2 เสียหาย

10. สัญลักษณ์ด้านล่างเป็นสัญลักษณ์ใด

ก. สายดิน
ข. สายไฟ
ค. เต้าเสียบ
ง. เต้ารับ

11. สายไฟชนิดใดที่เหมาะกับการเดินสายไฟโดยใช้คลิปรัด

ก. สาย VFF
ข. สาย VAF
ค. สาย IV
ง. สาย NYY

12. ช่องเดินสายไฟ เหมาะกับการเดินสายไฟในลักษณะใด

ก. ภายในอาคาร
ข. ภายนอกอาคาร
ค. ฝังดินหรือฝังผนัง
ง. ไม่มีข้อใดถูก

13. ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. การปอกสายไฟด้วยมือสะดวกกว่าการใช้คีมปอกสาย
ข. การใช้ไวร์นัทต่อสายคล้ายคลึงกับการต่อแบบหางเปีย
ค. การต่อสายแบบสปลิตโบลต์เหมาะกับสายไฟขนาดเล็ก
ง. การพันสายไฟด้วยเทปพีวีซีไม่จำเป็นต้องพันทับหลายชั้นเพื่อความประหยัด

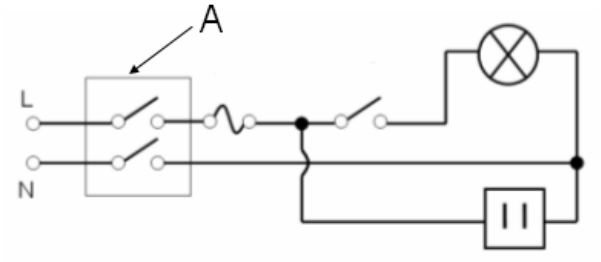
14. บักเต้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่ใด

ก. เก็บสายไฟไม่ให้พันกัน
ข. ต่อสายไฟ
ค. ตีเส้นสำหรับเดินสายไฟ
ง. ปอกสายไฟ

15. รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ใด และมีหน้าที่อย่างไร

ก. สกรู ทำหน้าที่ยึดสายไฟ
ข. ไวร์นัท ทำหน้าที่ต่อสายไฟ
ค. ที่พักสายไฟ ทำหน้าที่พักสายไฟ
ง. ลูกเต๋า ทำหน้าที่ต่อสายไฟ

16. จากวงจรไฟฟ้าด้านล่าง อุปกรณ์ A คืออุปกรณ์ไฟฟ้าใด



ก. สวิตช์ไฟฟ้า
ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์
ค. คัทเอ๊าท์
ง. คาร์ทริดฟิวส์

17. จากวงจรไฟฟ้าข้อที่ 16 ถ้าเปิดสวิตช์ไฟฟ้าและหลอดไฟไม่ติด เกิดจากสาเหตุใด
    ก. ฟิวส์ขาด
    ข. เต้ารับเกิดการลัดวงจร
    ค. หลอดไฟขาด
    ง. ถูกทุกข้อ
18. ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่อะไร
    ก. ป้องกันไฟฟ้ารั่ว
    ข. ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าเกิน
    ค. เพิ่มแรงดันไฟฟ้า
    ง. ปิดเปิดวงจรไฟฟ้า
19. ข้อใดเป็นผลจากเต้ารับที่เกิดอ๊อกไซด์ที่บริเวณรูเสียบ
    ก. เครื่องใช้ไฟฟ้าช็อต
    ข. เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานไม่สม่ำเสมอ
    ค. เครื่องใช้ไฟฟ้าไหม้
    ง. เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานปกติ
20. ข้อใด**<u>ผิด</u>**
    ก. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าภายในวงจร
    ข. ใช้ผ้าแห้งพันเต้ารับที่แตกร้าว เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูด
    ค. การอาร์คของกระแสไฟฟ้า เกิดจากการขันยึดสกรูไม่แน่นภายในคัทเอ๊าท์
    ง. ระบบสายดินสามารถป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วได้
21. สิ่งแรกที่ควรทำก่อนการลงมือเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เสียหาย
    ก. ขันสกรูที่ต่อสายไฟกับอุปกรณ์ออก
    ข. ใช้คีมตัดสายไฟออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้า
    ค. ปลดวงจรไฟฟ้า
    ง. ทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการเขย่า
22. การแขวนป้ายแสดงการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ควรแขวนไว้ที่ใด
    ก. แผงควบคุมไฟฟ้า
    ข. ผู้ปฏิบัติงาน
    ค. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการเปลี่ยน
    ง. บริเวณทางเดินผ่าน
23. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง
    ก. ใช้เครื่องมือที่หุ้มด้วยฉนวน
    ข. ล็อคกุญแจที่แผงควบคุมไฟฟ้า
    ค. ตรวจว่ามีไฟหรือไม่ โดยใช้ไขควงวัดไฟ
    ง. ถูกทุกข้อ
24. ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**สาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าดับ
    ก. ไฟฟ้าลัดวงจร
    ข. เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด
    ค. หลอดไฟขาด
    ง. การไฟฟ้าขัดข้อง
25. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบสายดิน
    ก. สายไฟที่ใช้สำหรับต่อกับหลักดินควรมีขนาด 10 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป
    ข. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มี่เปลือกหุ้มเป็นโลหะไม่จำเป็นต้องต่อสายดิน
    ค. ระบบสายดินช่วยป้องกันการใช้กระแสไฟเกิน
    ง. เต้ารับแบบ 2 รู เป็นเต้ารับที่มีการต่อระบบสายดิน

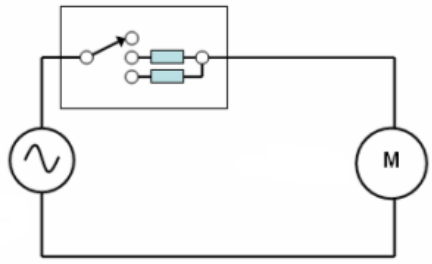
26. ข้อใดเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

ก. เครื่องปั๊มน้ำ , เตาอบ
ข. พัดลม , หลอดไฟ
ค. เตารีด , เครื่องทำน้ำอุ่น
ง. เครื่องซักผ้า , สว่านไฟฟ้า

27. ไดร์เป่าผม เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบใด

ก. พลังงานกล , พลังงานแสง
ข. พลังงานความร้อน , พลังงานเสียง
ค. พลังงานกล , พลังงานความร้อน
ง. พลังงานความร้อน , พลังงานแสง

28. จากวงจรด้านล่าง เป็นวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด



ก. เครื่องซักผ้า , เตาอบ , เตารีด
ข. เครื่องปั่นน้ำผลไม้ , พัดลม , เครื่องดูดฝุ่น
ค. เครื่องปั๊มน้ำ , ไดร์เป่าผม , โคมไฟ
ง. โทรทัศน์ , ตู้เย็น , คอมพิวเตอร์

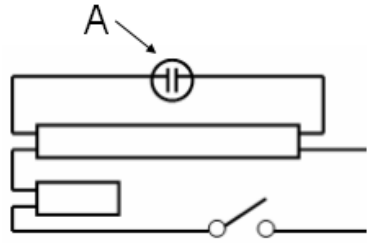
29. หลอดไฟฟ้าดังรูปเป็นหลอดไฟฟ้าชนิดใด

ก. หลอดไส้แบบเกลียว
ข. หลอดคอมแพ็คท์ฟลูออเรสเซนต์
ค. หลอดไอปรอท
ง. หลอดแบล็คไลท์

30. หลักการทำงานของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไอปรอท และก๊าซอากอน จะนำกระแสไฟฟ้าเมื่อได้รับความร้อนจากส่วนประกอบใด

ก. ขั้วหลอด
ข. สตาร์ทเตอร์
ค. ไส้หลอด
ง. บัลลาสท์

31. จากรูปวงจรด้านล่าง อุปกรณ์ A หมายถึง อุปกรณ์ส่วนใดของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์



ก. สตาร์ทเตอร์ ข. คอนเดนเซอร์
ค. บัลลาสท์ ง. สวิตช์ไฟฟ้า

32. หน้าที่ควบคุมแรงดันและกำหนดกระแสไฟฟ้าให้พอเหมาะกับไส้หลอด คือหน้าที่ของอุปกรณ์ใดในวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์
ก. สตาร์ทเตอร์ ข. ไบเมทอลิค
ค. คอนเดนเซอร์ ง. บัลลาสท์

33. การตรวจซ่อมวงจรการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อเปิดสวิตช์แล้วหลอดไม่เปล่งแสงสว่างเลย ควรทำการตรวจเช็คสาเหตุจากจุดใดก่อน
ก. ตรวจบัลลาสท์ ข. ตรวจไฟเข้าวงจร
ค. ตรวจสตาร์ทเตอร์ ง. ตรวจสอบหลอดไฟ

34. การตรวจสอบไส้หลอดด้วยวิธีการเขย่าผลปรากฏว่า**ไม่มี**เสียงดังกริ๋ง ๆ แสดงว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่ในสภาพใด
ก. ไส้หลอดขาด ข. ไส้หลอดไม่ขาด
ค. ไส้หลอดรั่ว ง. ไส้หลอดลงกราวด์

35. ข้อใด**ผิด**
ก. ควรติดตั้งถังเก็บน้ำเพื่อลดการใช้งานของเครื่องปั๊มน้ำ
ข. ระบบสายดินสามารถป้องกันไฟฟ้ารั่วที่เครื่องใช้ไฟฟ้าได้
ค. ไฟฟ้าลัดวงจรเกิดจากขั้วต่อสายไฟหลุด
ง. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้ามาก ควรทำการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์เพิ่มเติม

36. สาเหตุที่ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานไม่สม่ำเสมอ ติด ๆ ดับ ๆ คือข้อใด
ก. สกรูยึดสายที่ขั้วต่อสายไม่แน่น ข. สกรูยึดสายที่ขั้วต่อสายแน่นเกินไป
ค. หลักต่อสายหลุด ง. หลักต่อสายลัดวงจร

37. เมื่อเครื่องทำน้ำอุ่นเสียเนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร จะพบเหตุการณ์ใด
    ก. เซอร์กิตเบรกเกอร์ของเครื่องทำน้ำอุ่นตัดวงจรไฟฟ้า
    ข. กระแสไฟฟ้ารั่วลงสายดิน
    ค. ฟิวส์ที่แผงควบคุมไฟฟ้าขาด
    ง. สายไฟฟ้าขาด
38. ข้อใดถูกต้อง
    ก. ควรใช้ปลั๊กพ่วงกับเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายๆ เครื่อง เพราะเคลื่อนย้ายง่าย
    ข. ควรเลือกเครื่องปั๊มน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ต้องการ เผื่อใช้ในอนาคต
    ค. ไม่จำเป็นต้องติดตั้งระบบสายดินภายในอาคารที่ไม่มีเครื่องทำน้ำอุ่น
    ง. ควรตรวจสอบสายไฟอย่างสม่ำเสมอว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่
39. ค่าใช้จ่ายใดถือได้ว่าเป็นค่าใช้จ่ายหลักของการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า
    ก. ค่าวัตถุดิบ , ค่าเครื่องมือ
    ข. ค่าแรง , ค่าเครื่องมือ
    ค. ค่าแรง , ค่าวัตถุดิบ
    ง. ค่าพลังงาน , ค่าวัตถุดิบ
40. ในการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายจากข้อใด
    ก. ระยะเวลาในการติดตั้งและระยะทางของการเดินท่อน้ำ
    ข. ระยะเวลาในการติดตั้งและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องปั๊มน้ำ
    ค. ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องปั๊มน้ำและระยะทางในการติดตั้ง
    ง. การขนส่งและขนาดของเครื่องปั๊มน้ำ

เฉลยแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
1			X	
2	X			
3		X		
4		X		
5			X	
6		X		
7				X
8		X		
9	X			
10	X			
11		X		
12	X			
13		X		
14			X	
15				X
16			X	
17				X
18		X		
19		X		
20		X		
21			X	
22	X			
23				X
24			X	
25	X			

เฉลยแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

ข้อ / ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง
26				X
27			X	
28		X		
29		X		
30			X	
31	X			
32				X
33		X		
34		X		
35			X	
36	X			
37	X			
38				X
39			X	
40	X			

แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

คำชี้แจง แบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงานเป็นแบบสำรวจรายการมาตรส่วนประมาณค่า 4 ระดับ ผู้ประเมินโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในระดับคะแนนที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน โดยรายละเอียดของคะแนนแต่ระดับมีความหมายดังนี้

3 หมายถึง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทักษะในการปฏิบัติงานดี

2 หมายถึง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทักษะในการปฏิบัติงานปานกลาง

1 หมายถึง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทักษะในการปฏิบัติงานน้อย

0 หมายถึง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมขาดทักษะในการปฏิบัติงาน

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนของแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน .....

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	ปฏิบัติ
1. การออกแบบวงจรไฟฟ้า	ถูกต้อง เข้าใจง่าย มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	
	ถูกต้อง เข้าใจง่าย ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน	2	
	ถูกต้อง เข้าใจยาก ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน	1	
	ไม่ถูกต้อง เข้าใจยาก ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน	0	
2. การใช้สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้า	ถูกต้อง เข้าใจง่าย มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	3	
	ถูกต้อง เข้าใจง่าย ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน	2	
	ถูกต้อง เข้าใจยาก ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน	1	
	ไม่ถูกต้อง เข้าใจยาก ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน	0	
3. การตรวจสอบวงจรไฟฟ้า	อธิบายหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าได้ วิเคราะห์ปัญหาได้ หาแนวทางแก้ไขได้	3	
	อธิบายหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าได้ วิเคราะห์ปัญหาได้ หาแนวทางแก้ไขไม่ได้	2	
	อธิบายหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าได้ วิเคราะห์ปัญหาไม่ได้ หาแนวทางแก้ไขไม่ได้	1	
	อธิบายหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าไม่ได้ วิเคราะห์ปัญหาไม่ได้ หาแนวทางแก้ไขไม่ได้	0	
คะแนนเต็ม		9	
ผลรวมคะแนน			

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนของแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเดินสายไฟภายในอาคาร

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน .....

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	ปฏิบัติ
1. การเดินสายไฟแบบใช้คลิปรัดสาย	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัย	1	
	ไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัย	0	
2. การเดินสายไฟโดยใช้ท่อพีวีซี	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัย	1	
	ไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัย	0	
3. การเดินสายไฟโดยใช้ช่องเดินสายไฟ	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	ไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	
4. การตัดต่อสายไฟรูปแบบต่างๆ	ถูกต้อง การตัดต่อสายมีความสวยงาม สะดวกต่อการใช้งาน มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	ถูกต้อง การตัดต่อสายไม่ความสวยงาม ไม่สะดวกต่อการใช้งาน มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	ถูกต้อง การตัดต่อสายไม่สวยงาม ไม่สะดวกต่อการใช้งาน ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	ไม่ถูกต้อง การตัดต่อสายไม่สวยงาม ไม่สะดวกต่อการใช้งาน ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	
คะแนนเต็ม		12	
ผลรวมคะแนน			

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนของแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน .....

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	ปฏิบัติ
1. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของแผงควบคุมไฟฟ้า	การจัดวางอุปกรณ์ถูกต้อง ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	การจัดวางอุปกรณ์ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	การจัดวางอุปกรณ์ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	การจัดวางอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	
2. การต่อวงจรไฟฟ้าภายในแผงควบคุมไฟฟ้า	วงจรไฟฟ้าถูกต้อง ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	วงจรไฟฟ้าถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	วงจรไฟฟ้าถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	วงจรไฟฟ้าไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	
3. การตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้า	ตรวจสอบการทำงานได้ พิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ มีความปลอดภัยในการตรวจสอบ	3	
	ตรวจสอบการทำงานได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ มีความปลอดภัยในการตรวจสอบ	2	
	ตรวจสอบการทำงานได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการตรวจสอบ	1	
	ไม่สามารถตรวจสอบการทำงานได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการตรวจสอบ	0	
คะแนนเต็ม		9	
ผลรวมคะแนน			

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนของแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน .....

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	ปฏิบัติ
1. การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	การติดตั้งอุปกรณ์ถูกต้อง ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	การจัดวางอุปกรณ์ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	การจัดวางอุปกรณ์ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	การจัดวางอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	
2. การต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ส่องสว่าง	วงจรไฟฟ้าถูกต้อง ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	วงจรไฟฟ้าถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	วงจรไฟฟ้าถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	วงจรไฟฟ้าไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	
3. การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ส่องสว่าง	ตรวจสอบการทำงานได้ พิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ มีความปลอดภัยในการตรวจสอบ	3	
	ตรวจสอบการทำงานได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ มีความปลอดภัยในการตรวจสอบ	2	
	ตรวจสอบการทำงานได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการตรวจสอบ	1	
	ไม่สามารถตรวจสอบการทำงานได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการตรวจสอบ	0	
คะแนนเต็ม		9	
ผลรวมคะแนน			

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนของแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ
ชื่อผู้ปฏิบัติงาน .....

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	ปฏิบัติ
1. การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์	การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	
2. การตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์	ตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นได้ พิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ มีความปลอดภัยในการตรวจสอบ	3	
	ตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ มีความปลอดภัยในการตรวจสอบ	2	
	ตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการตรวจสอบ	1	
	ไม่สามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการตรวจสอบ	0	
3. การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์	การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่ถูกต้อง ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	ปฏิบัติ
4. การตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์	ตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำได้ พิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ มีความปลอดภัยในการตรวจสอบ	3	
	ตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ มีความปลอดภัยในการตรวจสอบ	2	
	ตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการตรวจสอบ	1	
	ไม่สามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำได้ ไม่สามารถพิจารณาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในการติดตั้งได้ ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการตรวจสอบ	0	
5. การต่อสายไฟเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้า	การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าถูกต้อง การเดินสายไฟเรียบร้อย มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	
	การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าถูกต้อง การเดินสายไฟไม่เรียบร้อย มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	2	
	การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าถูกต้อง การเดินสายไฟไม่เรียบร้อย ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	1	
	การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าไม่ถูกต้อง การเดินสายไฟไม่เรียบร้อย ไม่คำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	0	
คะแนนเต็ม		15	
ผลรวมคะแนน			

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนของแบบประเมินทักษะในการปฏิบัติงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การประเมินราคา

ชื่อผู้ปฏิบัติงาน .....

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน	ปฏิบัติ
1. การจัดทำรายการค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ	การคำนวณถูกต้อง เข้าใจง่าย แจกแจงรายการค่าอุปกรณ์ได้	3	
	การคำนวณถูกต้อง เข้าใจง่าย แจกแจงรายการค่าอุปกรณ์ไม่ได้	2	
	การคำนวณถูกต้อง เข้าใจยาก แจกแจงรายการค่าอุปกรณ์ไม่ได้	1	
	การคำนวณไม่ถูกต้อง เข้าใจยาก แจกแจงรายการค่าอุปกรณ์ไม่ได้	0	
2. การคิดค่าแรงสำหรับการติดตั้ง	ประเมินค่าแรงได้เหมาะสม เข้าใจง่าย แจกแจงการคิดค่าแรงได้	3	
	ประเมินค่าแรงได้เหมาะสม เข้าใจง่าย แจกแจงการคิดค่าแรงไม่ได้	2	
	ประเมินค่าแรงได้เหมาะสม เข้าใจยาก แจกแจงการคิดค่าแรงไม่ได้	1	
	ประเมินค่าแรงไม่เหมาะสม เข้าใจยาก แจกแจงการคิดค่าแรงไม่ได้	0	
3. การประเมินราคาค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า	สรุปค่าใช้จ่ายได้ถูกต้อง เข้าใจง่าย แจกแจงรายละเอียดได้	3	
	สรุปค่าใช้จ่ายได้ถูกต้อง เข้าใจง่าย แจกแจงรายละเอียดไม่ได้	2	
	สรุปค่าใช้จ่ายได้ถูกต้อง เข้าใจยาก แจกแจงรายละเอียดไม่ได้	1	
	สรุปค่าใช้จ่ายไม่ถูกต้อง เข้าใจยาก แจกแจงรายละเอียดไม่ได้	0	
คะแนนเต็ม		9	
ผลรวมคะแนน			

แบบสอบถามความคิดเห็นต่อหลักสูตรการฝึกอบรม
เรื่อง การติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามเกี่ยวกับการฝึกอบรม โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีความหมายดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อ	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.	ความสามารถและเทคนิคของวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้					
2.	วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น					
3.	เอกสารประกอบการบรรยายมีความเหมาะสม					
4.	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม					
5.	มีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร					
6.	มีความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร					
7.	มีความรู้เกี่ยวกับการเดินสายไฟภายในอาคาร					
8.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า					
9.	มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า					
10.	มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า					
11.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง					

ข้อ	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
12.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และการประเมินราคา					
13.	ระยะเวลาของการฝึกอบรมมีความเหมาะสม					
14.	ขนาดของห้องอบรมมีความเหมาะสมกับจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม					
15.	การจัดบริการน้ำดื่ม อาหารเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

……..

……..

……..

……..

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ฉ
ข้อมูลการวิจัย

ข้อมูลการวิจัย

ผลการประเมินความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาในเอกสารหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ข้อ	รายการประเมิน	ดัชนีความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา
	<u>จุดมุ่งหมายของหลักสูตร</u>	
1.	มีคำอธิบายรายวิชา	1.00
2.	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความชัดเจน	0.67
	<u>เนื้อหาของหลักสูตร</u>	
1.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร	0.50
2.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร	0.67
3.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับเทคนิคในการเดินสายไฟในรูปแบบต่างๆ สำหรับการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร	1.00
4.	มีเนื้อหาการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้าภายในอาคาร	0.67
5	มีเนื้อหาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าและการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร	1.00
6.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นภายในอาคารที่พักอาศัย	0.67
7.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนในการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	1.00
8.	มีเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า และการประเมินราคาค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร	0.67
	<u>กิจกรรมการฝึกอบรม</u>	
1.	เรียงลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1.00
2.	เหมาะสมกับเวลาที่สอน	1.00
3.	เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	1.00

ข้อ	รายการประเมิน	ดัชนีความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา
	<u>อัตราเวลาเรียนของหลักสูตร</u>	
1.	เหมาะสมกับเนื้อหา	1.00
2.	เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1.00
	<u>สื่อการเรียนการสอน</u>	
1.	เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	0.67
2.	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา	0.67
	<u>การวัดผลและประเมินผล</u>	
1.	สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1.00
2.	ใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลได้เหมาะสม	1.00

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบระหว่างเรียนกับจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร</u>	
1.	อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า	1.00
2.	อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดที่ใช้สำหรับป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร	1.00
3.	รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด	1.00
4.	รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด	1.00
5.	รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด	0.67
6.	หน้าที่ของคอนซูมเมอร์ยูนิต คืออะไร	0.67
7.	อาคารติดตั้ง เครื่องวัดไฟขนาด 15 แอมแปร์ 1 เฟส ควรเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเท่าใด	0.67
8.	สายไฟฟ้าดังรูปเป็นสายไฟฟ้าชนิดใด และเหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบใด	0.67
9.	สีและการใช้งานของสายไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง	1.00
10.	สวิตซ์ไฟฟ้าสำหรับ เปิด-ปิด หลอดไฟฟ้า จะต่อเข้ากับสายไฟฟ้าเส้นใด	1.00
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร</u>	
1.	การไฟฟ้าฯ ได้ให้คำนิยามของระบบแรงดันไฟฟ้าระบบแรงต่ำ หมายถึงแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสขนาดเท่าใด	0.67
2.	ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ที่ใช้ในอาคารที่พักของประเทศไทย มีขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่าไร	1.00
3.	ระบบเฟสที่การไฟฟ้าจ่ายให้กับบ้านเรือนทั่วไป มีกี่เฟส	1.00
4.	เครื่องมือชนิดใดที่สามารถแสดงขนาดของแรงดันไฟฟ้าได้ อุปกรณ์	0.67
5.	ไฟฟ้าใดที่ใช้ เพิ่มหรือลดระดับแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ	1.00
6.	การต่อวงจรดังรูปด้านล่าง เป็นการต่อวงจรแบบใด	1.00

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
7.	สัญลักษณ์ด้านล่างเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด และทำหน้าที่อะไร	1.00
8.	จากรูปข้อใดถูกต้อง	1.00
9.	วงจรไฟฟ้าด้านล่างเป็นการต่อวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบใด	1.00
10.	วงจรไฟฟ้าด้านล่าง ข้อใดกล่าวถูกต้อง	1.00
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเดินสายไฟภายในอาคาร</u>	
1.	การร้อยสายไฟด้วยท่อพีวีซี ถ้าทำการต่อสายเลี้ยวเกิน 360 องศา จะเป็นอย่างไร	1.00 1.00
2.	อุปกรณ์ใดที่ใช้ในการตีเส้นสำหรับการเดินสายไฟ	0.67
3.	จากรูปด้านล่าง เป็นการใช้อุปกรณ์ใด ในการต่อสาย	0.67
4.	ข้อใดถูกต้อง	0.67
5.	ข้อใด**<u>ผิด</u>**	0.50
6.	วัสดุที่ใช้ทำคลิปรัดสายทำจากวัสดุชนิดใด	0.50
7.	คลิปรัดสายไฟเบอร์ 1 เหมาะกับสายไฟขนาดเท่าไร	1.00
8.	การเดินสายไฟด้วยการฝังในกำแพงจำเป็นต้องใช้วีธีการเดินสายไฟแบบใด	0.50
9.	จากรูปด้านล่าง ในการเดินสายไฟด้วยคลิปรัดสายทั่วๆ ไป ควรมีระยะห่างของคลิปรัดเท่าใด	1.00
10.	อุปกรณ์ใด **<u>ไม่ใช่</u>** อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสายไฟ	0.50
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า</u>	
1.	จากวงจรไฟฟ้าด้านล่าง ถ้าใช้ไขควงวัดไฟทำการวัดไฟที่จุด 1 และ 2 ผลจะปรากฏอย่างไร	0.50
2.	จากวงจรไฟฟ้าด้านล่าง อุปกรณ์ A คืออุปกรณ์ไฟฟ้าใด	0.67
3.	จากผลการใช้ไขควงวัดไฟในข้อที่ 1 ข้อใดถูก	0.50
4.	ข้อใด**<u>ผิด</u>**	1.00
5.	ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**หน้าที่ของแผงควบคุมไฟฟ้า	1.00
6.	ข้อใดถูกต้อง	0.50

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
7.	ถ้าพบฟิวส์ในวงจรไฟฟ้าขาดควรทำสิ่งใด	0.50
8.	ถ้าขันสกรูขั้วยึดสายไฟที่คัทเอ๊าท์ไม่แน่นจะเป็นสาเหตุให้เกิดอะไร	1.00
9.	สาเหตุใดอาจทำให้ใบมีดของคัทเอ๊าท์เกิดความร้อนขึ้นได้	1.00
10.	สาเหตุการขาดของฟิวส์คือข้อใด	0.50
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า</u>	
1.	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง	1.00
2.	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้า ข้อใด**<u>ผิด</u>**	1.00
3.	ข้อใดคือปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้กระแสไฟฟ้าเกิน	1.00
4.	การที่ไฟฟ้าไหลจากสายไฟเส้นหนึ่งไปยังสายไฟอีกเส้นหนึ่ง โดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าหมายถึงข้อใด	1.00
5.	อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ปลดวงจรไฟฟ้า เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าเกิน	1.00
6.	ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร	0.67
7.	ข้อใดเป็นวิธีการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้อย่างดีที่สุด	1.00
8.	วิธีการใด**<u>ไม่</u>**สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าดูดได้	1.00
9.	ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า	1.00
10.	ข้อใดถูกต้อง	1.00
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า</u>	
1.	เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด**<u>ไม่ได้</u>**แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงากล	1.00
2.	เครื่องปั๊มน้ำไฟฟ้าใช้หลักการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงาใด	1.00
3.	จากวงจรด้านล่าง เป็นวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด	1.00
4.	เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด เป็นการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน	1.00
5.	ข้อใดเป็นส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์	0.67
6.	ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**ส่วนประกอบของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์	0.67
7.	หลอดไฟชนิดใดที่ใช้ในการตรวจสอบธนบัตรปลอม	0.67

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
8.	หลักการทำงานของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ในขณะที่หลอดเปล่งแสงสว่างออกมาแล้ว อุปกรณ์ใดไม่ทำงาน	1.00
9.	เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด ใช้กระแสไฟฟ้ามากที่สุด	1.00
10.	หลอดไฟฟ้าชนิดใด เมื่อรับกระแสไฟฟ้าจะไม่สว่างทันที	1.00
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง</u>	
1.	ส่วนประกอบของบัลลาสท์คือข้อใด	1.00
2.	ขั้วหลอดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำหน้าที่อะไร	0.67
3.	สตาร์ทเตอร์ภายในประกอบด้วย 2 ขั้ว เรียกว่าอะไร	1.00
4.	อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ตัดต่อวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขณะเริ่มต้นการทำงาน	0.67
5.	ช่วงแรกของการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ แรงดันจะไหลผ่านอุปกรณ์ตามลำดับใดบ้าง	0.67
6.	จากรูปด้านล่าง อุปกรณ์ A หมายถึง อุปกรณ์ส่วนใดของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์	0.67
7.	การทดสอบหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยนำหลอดที่สงสัยว่าเสียมาเปลี่ยนกับหลอดที่ใช้งานได้ตามปกติ และผลปรากฏว่าหลอด**<u>ไม่</u>**เปล่งแสงสว่างแสดงว่าหลอดที่นำมาทดสอบเป็นอย่างไร	0.67
8.	หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีปลอยหลอดสีดำเกิดขึ้น แสดงว่าหลอดอยู่ในสภาพใด	0.67
9.	ข้อใด**<u>ไม่ใช่</u>**สาเหตุที่ทำให้หลอดไฟฟ้าชนิดหลอดไส้ไม่ติด	0.67
10.	ข้อใดถูกต้อง	0.67
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ</u>	
1.	เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดที่จำเป็นต้องมีการต่อระบบสายดิน	1.00
2.	ในการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้าขั้วต่อสายภายในสวิตช์ไม่แน่นอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอะไร	1.00
3.	เซอร์กิตเบรกเกอร์ของเครื่องทำน้ำอุ่นมีหน้าที่อะไร	0.50

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
4.	สิ่งใดจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น	0.50
5.	ข้อใด**ไม่ใช่**สิ่งจำเป็นสำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น	0.50
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การประเมินราคา	
1.	ข้อใด**ผิด**	0.67
2.	ข้อใดถูกต้อง	1.00
3.	ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับผลผลิตปัจจัยรวม	0.50
4.	ข้อใดเป็นต้นทุนผันแปร	0.50
5.	ข้อใดสามารถเพิ่มรายได้ให้กับผู้ประกอบการได้	0.50

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนกับจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
1.	เต้ารับ และเต้าเสียบ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ทำหน้าที่ใด	1.00
2.	รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด	1.00
3.	สัญลักษณ์ด้านล่างหมายถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด	1.00
4.	เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 50 แอมแปร์ เหมาะกับอาคารที่พักอาศัยที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟขนาดเท่าใด	1.00
5.	สายไฟฟ้าสีเขียว หมายถึงอะไร	0.67
6.	ถ้าทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ของอาคารที่พักในประเทศไทย ตามตำแหน่ง AA และ BB ดังรูป จะได้ค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับเท่าใด	1.00
7.	มัลติมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าทางไฟฟ้าใด	0.50
8.	การต่อวงจรดังรูปด้านล่าง สวิตช์ไฟฟ้าต่อวงจรแบบใด	0.67
9.	จากวงจรข้อที่ 8 ถ้าสวิตช์หมายเลข 1 กดเปิด และหลอดไฟหมายเลข 1 ขาด จะส่งผลใดต่อวงจรไฟฟ้า	0.67
10.	สัญลักษณ์ด้านล่างเป็นสัญลักษณ์ใด	1.00
11.	สายไฟชนิดใดที่เหมาะกับการเดินสายไฟโดยใช้คลิปรัด	0.67
12.	การเดินสายไฟฟ้าโดยวิธีใดเหมาะกับการฝังดินหรือฝังผนัง	0.50
13.	ข้อใดถูกต้องที่สุด	1.00
14.	บักเต้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่ใด	1.00
15.	รูปด้านล่างเป็นอุปกรณ์ใด และมีหน้าที่อย่างไร	1.00
16.	จากวงจรไฟฟ้าด้านล่าง อุปกรณ์ A คืออุปกรณ์ไฟฟ้าใด	1.00
17.	จากวงจรไฟฟ้าข้อที่ 16 ถ้าเปิดสวิตช์ไฟฟ้าและหลอดไฟไม่ติดเกิดจากสาเหตุใด	1.00
18.	ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่อะไร	1.00
19.	ข้อใดเป็นผลจากเต้ารับที่เกิดอ๊อกไซด์ที่บริเวณรูเสียบ	1.00

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
20.	ข้อใด**ผิด**	1.00
21.	สิ่งแรกที่ควรทำก่อนการลงมือเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เสียหาย	1.00
22.	การแขวนป้ายแสดงการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ควรแขวนไว้ที่ใด	1.00
23.	ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้า ข้อใดถูกต้อง	1.00
24.	ข้อใด**ไม่ใช่**สาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าดับ	1.00
25.	ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบสายดิน	1.00
26.	ข้อใดเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล	1.00
27.	ไดร์เป่าผม เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบใด	1.00
28.	จากวงจรด้านล่าง เป็นวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด	1.00
29.	หลอดไฟฟ้าดังรูปเป็นหลอดไฟฟ้าชนิดใด	1.00
30.	หลักการทำงานของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไอปรอท และก๊าซอากอน จะนำกระแสไฟฟ้า เมื่อได้รับความร้อนจากส่วนประกอบใด	0.67
31.	จากรูปวงจรด้านล่าง อุปกรณ์ A หมายถึง อุปกรณ์ส่วนใดของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์	1.00
32.	หน้าที่ควบคุมแรงดันและกำหนดกระแสไฟฟ้าให้พอเหมาะกับไส้หลอด คือหน้าที่ของอุปกรณ์ใดในวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์	1.00
33.	การตรวจซ่อมวงจรการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อเปิดสวิตช์แล้วหลอดไม่เปล่งแสงสว่างเลย ควรทำการตรวจเช็คสาเหตุจากจุดใดก่อน	1.00
34.	การตรวจสอบไส้หลอดด้วยวิธีการเขย่าผลปรากฏว่า**ไม่มี**เสียงดังกริ่ง ๆ แสดงว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่ในสภาพใด	1.00
35.	ข้อใด**ผิด**	1.00

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
36.	สาเหตุที่ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานไม่สม่ำเสมอ ติด ๆ ดับ ๆ คือข้อใด	1.00
37.	เมื่อเครื่องทำน้ำอุ่นเสียเนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร จะพบเหตุการณ์ใด	1.00
38.	ข้อใดถูกต้อง	1.00
39.	ค่าใช้จ่ายใดถือได้ว่าเป็นค่าใช้จ่ายหลักของการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า	1.00
40.	ในการติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายจากข้อใด	1.00

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบทักษะระหว่างฝึกอบรมกับจุดประสงค์ของหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร	
1.	การออกแบบวงจรไฟฟ้า	1.00
2.	การใช้สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้า	1.00
3.	การตรวจสอบวงจรไฟฟ้า	1.00
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเดินสายไฟภายในอาคาร	
1.	การเดินสายไฟแบบใช้คลิปรัดสาย	1.00
2.	การเดินสายไฟโดยใช้ท่อพีวีซี	1.00
3.	การเดินสายไฟโดยใช้ช่องเดินสายไฟ	1.00
4.	การตัดต่อสายไฟรูปแบบต่างๆ	1.00
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า	
1.	การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของแผงวงจรไฟฟ้า	1.00
2.	การต่อวงจรไฟฟ้าภายในแผงควบคุมไฟฟ้า	1.00
3.	การตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมไฟฟ้า	1.00
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	
1.	การติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	1.00
2.	การต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ส่องสว่าง	1.00
3.	การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ส่องสว่าง	1.00
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ	
1.	การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์	1.00
2.	การตรวจสอบการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่นและเซอร์กิตเบรกเกอร์	1.00
3.	การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์	1.00
4.	การตรวจสอบการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำและเซอร์กิตเบรกเกอร์	1.00

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
5.	การต่อสายไฟเครื่องทำน้ำอุ่นและเครื่องปั๊มน้ำเข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้า	1.00
	<u>หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การประเมินราคา</u>	
1.	การจัดทำรายการค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ	1.00
2.	การคิดค่าแรงสำหรับการติดตั้ง	1.00
3.	การประเมินราคาค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า	1.00

ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรมในหลักสูตรการฝึกอบรมการประกอบอาชีพอิสระ เรื่องการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

ข้อ	รายการประเมิน	ความสอดคล้องด้านเนื้อหา
1.	ความสามารถและเทคนิคของวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้	1.00
2.	วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น	1.00
3.	เอกสารประกอบการบรรยายมีความเหมาะสม	1.00
4.	สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	1.00
5.	มีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร	1.00
6.	มีความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร	1.00
7.	มีความรู้เกี่ยวกับการเดินสายไฟภายในอาคาร	1.00
8.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุมไฟฟ้า	1.00
9.	มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า	1.00
10.	มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	1.00
11.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	1.00
12.	มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และการประเมินราคา	1.00
13.	ระยะเวลาของการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	1.00
14.	ขนาดของห้องอบรมมีความเหมาะสมกับจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม	0.67
15.	การจัดบริการน้ำดื่ม อาหารเหมาะสม	1.00

ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรมของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่ผู้ที่จะเข้ารับการฝึกอบรม

หน่วยการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ผู้สอบ					
		1	2	3	4	5	6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	10	10	9	9	4	2	3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	10	9	9	10	3	3	2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	10	10	9	9	3	3	3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	10	9	10	10	2	3	3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	10	10	9	9	2	3	3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	10	9	9	9	3	2	2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	10	9	9	8	2	3	3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	5	5	5	4	1	1	1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9	5	4	5	5	1	1	1
คะแนนรวม	80	75	74	73	21	21	21

ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่ผู้ที่จะเข้ารับการฝึกอบรม

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	ผู้สอบ					
		1	2	3	4	5	6
หลังการฝึกอบรม	40	36	35	34	13	13	12

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	2	0.33	0.83	
2	3	0	1.00	0.50	
3	3	1	0.67	0.67	
4	3	1	0.67	0.67	
5	3	2	0.33	0.83	0.9081
6	2	1	0.33	0.50	
7	3	0	1.00	0.50	
8	2	0	0.67	0.33	
9	2	0	1.00	0.50	
10	3	2	0.33	0.83	
	เฉลี่ย		0.63	0.62	0.9081

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	0	1.00	0.50	0.9200
2	3	2	0.33	0.83	
3	3	0	1.00	0.50	
4	2	1	0.33	0.50	
5	3	1	0.67	0.67	
6	3	1	0.67	0.67	
7	3	2	0.33	0.83	
8	2	0	0.67	0.33	
9	3	1	0.67	0.67	
10	3	1	1.00	0.50	
	เฉลี่ย		0.67	0.60	0.9200

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	1	0.67	0.67	
2	3	1	0.67	0.67	
3	3	2	0.33	0.83	
4	3	0	1.00	0.50	
5	2	0	0.67	0.33	0.9037
6	3	2	0.33	0.83	
7	3	0	1.00	0.50	
8	3	0	1.00	0.50	
9	3	2	0.33	0.83	
10	2	1	0.33	0.50	
	เฉลี่ย		0.63	0.62	0.9037

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	1	0.67	0.67	0.9307
2	3	0	1.00	0.50	
3	3	0	1.00	0.50	
4	3	2	0.33	0.83	
5	2	0	0.67	0.33	
6	3	1	0.67	0.67	
7	3	3	0.00	1.00	
8	3	0	1.00	0.50	
9	3	0	1.00	0.50	
10	3	1	0.67	0.67	
	เฉลี่ย		0.70	0.62	0.9307

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 5

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	2	1	0.33	0.50	0.9200
2	3	1	0.67	0.67	
3	2	0	0.67	0.33	
4	3	2	0.33	0.83	
5	3	1	0.67	0.67	
6	3	1	0.67	0.67	
7	3	0	1.00	0.50	
8	3	0	1.00	0.50	
9	3	1	0.67	0.67	
10	3	1	0.67	0.67	
	เฉลี่ย		0.67	0.60	0.9200

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 6

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	0	1.00	0.50	0.9230
2	3	1	0.67	0.67	
3	2	0	0.67	0.33	
4	3	0	1.00	0.50	
5	3	2	0.33	0.83	
6	3	2	0.33	0.83	
7	2	0	0.67	0.33	
8	3	1	0.67	0.67	
9	3	1	0.67	0.67	
10	2	0	0.67	0.33	
	เฉลี่ย		0.67	0.57	0.9230

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 7

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	1	0.67	0.67	0.9012
2	2	0	0.67	0.33	
3	2	0	0.67	0.33	
4	3	1	0.67	0.67	
5	3	1	0.67	0.67	
6	3	2	0.33	0.83	
7	3	2	0.33	0.83	
8	3	1	0.67	0.67	
9	2	0	0.67	0.33	
10	2	0	0.67	0.33	
	เฉลี่ย		0.60	0.57	0.9012

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 8

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	0	1.00	0.50	
2	3	0	1.00	0.50	
3	3	1	0.67	0.67	0.8783
4	2	1	0.33	0.50	
5	3	1	0.67	0.67	
	เฉลี่ย		0.73	0.57	0.8783

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมหน่วยการเรียนรู้ที่ 9

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	1	0.67	0.67	
2	3	0	1.00	0.50	
3	2	1	0.33	0.50	0.8783
4	3	0	1.00	0.50	
5	3	1	0.67	0.67	
	เฉลี่ย		0.73	0.57	0.8783

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
1	3	0	1.00	0.50	
2	3	1	0.67	0.67	
3	2	0	0.67	0.33	
4	2	0	0.67	0.33	
5	3	2	0.33	0.83	
6	2	2	0.67	0.33	
7	3	2	0.33	0.83	
8	3	0	1.00	0.50	
9	3	0	1.00	0.50	
10	3	2	0.33	0.83	0.9708
11	2	0	0.67	0.33	
12	3	2	0.33	0.83	
13	2	0	0.67	0.33	
14	3	2	0.33	0.83	
15	3	2	0.33	0.83	
16	2	0	0.67	0.33	
17	2	0	0.67	0.33	
18	3	2	0.33	0.83	
19	2	0	0.67	0.33	
20	3	3	0.00	1.00	

ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความยากง่าย (P) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง (U)	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ (L)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
21	2	0	0.67	0.33	
22	3	1	0.67	0.67	
23	3	2	0.33	0.83	
24	3	1	0.67	0.67	
25	3	0	1.00	0.50	
26	2	1	0.33	0.50	
27	3	1	0.67	0.67	
28	2	0	0.67	0.33	
29	3	2	0.33	0.83	
30	2	0	0.67	0.33	
31	3	3	0.00	1.00	0.9708
32	3	1	0.33	0.50	
33	2	0	0.67	0.33	
34	3	2	0.33	0.83	
35	3	1	0.67	0.67	
36	2	1	0.33	0.50	
37	3	0	1.00	0.50	
38	3	1	0.67	0.67	
39	3	2	0.33	0.83	
40	3	1	0.67	0.67	
	เฉลี่ย		0.56	0.60	0.9708

ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 1 คน

หน่วยการเรียนรู้	ระหว่างฝึกอบรม		
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	10	9	90.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	10	9	90.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	10	8	80.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	10	10	100.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	10	9	90.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	10	8	80.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	10	9	90.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	5	4	80.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9	5	4	80.00
รวม	80	70	87.50

ผลคะแนนแบบทดสอบทักษะระหว่างการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 1 คน

หน่วยการเรียนรู้	แบบทดสอบทักษะ		
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	9	8	88.89
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	12	11	91.67
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	9	8	88.89
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	9	8	88.89
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	15	13	86.67
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9	9	8	88.89
รวม	63	56	88.89

ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 1 คน

หน่วยการเรียนรู้	หลังการฝึกอบรม		
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หลังการฝึกอบรม	40	35	87.50
รวม	40	35	87.50

ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 3 คน

หน่วยการเรียนรู้	ระหว่างฝึกอบรม					
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			คะแนนรวม	ค่าประสิทธิภาพ(%)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
หน่วยที่ 1	10	9	9	8	26	86.67
หน่วยที่ 2	10	9	9	9	27	90.00
หน่วยที่ 3	10	9	9	8	26	86.67
หน่วยที่ 4	10	10	9	9	28	93.33
หน่วยที่ 5	10	9	8	9	26	86.67
หน่วยที่ 6	10	9	8	9	26	86.67
หน่วยที่ 7	10	9	9	8	26	86.67
หน่วยที่ 8	5	5	5	4	14	93.33
หน่วยที่ 9	5	4	5	5	14	93.33
รวม	80	73	71	69	213	88.75

ผลคะแนนแบบทดสอบทักษะระหว่างการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 3 คน

หน่วยการเรียนรู้	แบบทดสอบทักษะ					
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			คะแนนรวม	ค่าประสิทธิภาพ(%)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
หน่วยที่ 2	9	8	9	8	25	92.59
หน่วยที่ 3	12	10	11	10	31	86.11
หน่วยที่ 4	9	8	8	8	24	88.89
หน่วยที่ 7	9	8	9	8	25	92.59
หน่วยที่ 8	15	14	13	12	39	86.67
หน่วยที่ 9	9	8	9	9	26	96.30
รวม	63	56	59	55	170	89.95

ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่าง 3 คน

หน่วยการเรียนรู้	หลังการฝึกอบรม					
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			คะแนนรวม	ค่าประสิทธิภาพ(%)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
หลังการฝึกอบรม	40	36	36	34	106	88.33
รวม	40	36	36	34	106	88.33

ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน

หน่วยการเรียนรู้	ระหว่างฝึกอบรม		
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	10	8.70	87.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	10	8.90	89.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	10	8.60	86.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	10	9.10	91.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	10	8.80	88.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	10	8.70	87.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	10	8.90	89.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	5	4.50	90.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9	5	4.50	90.00
รวม	80	70.70	88.38

ผลคะแนนแบบทดสอบทักษะระหว่างการฝึกอบรม ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน

หน่วยการเรียนรู้	ทักษะระหว่างฝึกอบรม		
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	9	8.10	90.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	12	10.30	85.83
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	9	8.10	90.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	9	8.00	88.89
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	15	12.80	85.33
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9	9	8.20	91.11
รวม	63	55.50	88.10

ผลคะแนนแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน

แบบทดสอบ	หลังการฝึกอบรม		
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าประสิทธิภาพ (%)
หลังการฝึกอบรม	40	35.40	88.50
รวม	40	35.40	88.50

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรม

รายละเอียดการประเมิน	$\overline{X}$	SD	t-test	Sig	ระดับ
1. ความสามารถและเทคนิคของวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้	3.80	0.42	-1.500	0.168	มาก
2. วิทยากรเปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น	4.00	0.47	0.000	1.000	มาก
3. เอกสารประกอบการบรรยายมีความเหมาะสม	3.80	0.42	-1.500	0.168	มาก
4. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	3.80	0.42	-1.500	0.168	มาก
5. มีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร	4.10	0.57	0.557	0.591	มาก
6. มีความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร	4.00	0.47	0.000	1.000	มาก
7. มีความรู้เกี่ยวกับการเดินสายไฟภายในอาคาร	4.00	0.47	0.000	1.000	มาก
8. มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์แผงควบคุม ไฟฟ้า	4.00	0.67	0.000	1.000	มาก
9. มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า	3.90	0.32	-1.000	0.343	มาก
10. มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า	4.00	0.00	∞	1.000	มาก
11. มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ส่องสว่าง	4.00	0.00	∞	1.000	มาก
12. มีความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ และการประเมินราคา	4.30	0.48	1.964	0.081	มาก
13. ระยะเวลาของการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	3.90	0.32	-1.000	0.343	มาก
14. ขนาดของห้องอบรมมีความเหมาะสมกับจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม	3.90	0.32	-1.000	0.343	มาก
15. การจัดบริการน้ำดื่ม อาหารเหมาะสม	3.90	0.32	-1.000	0.343	มาก
ผลเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้รับการฝึกอบรม	3.96	0.13	-1.193	0.253	มาก

C.V. = 4 , $\alpha = 0.05$

สถานที่ทำการฝึกอบรม

วิทยากรบรรยายเนื้อหาสาระความรู้

ผู้วิจัยร่วมบรรยายเนื้อหาสาระความรู้

ผู้รับการฝึกอบรมทักษะการปฏิบัติงานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

ผู้รับการฝึกอบรมทักษะการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า

ผู้รับการฝึกอบรมทำการตรวจเช็คระบบไฟฟ้า

ผลการปฏิบัติงาน

การใช้แบบทดสอบกับผู้รับการฝึกอบรม

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นาย อุดมศักดิ์ จิตสงบ
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 5 พฤศจิกายน 2524
สถานที่เกิด	อำเภอ ชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก
ที่อยู่ปัจจุบัน	16 หมู่ 6 ตำบลมาบแค อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ที่ปรึกษางานวางแผนระบบ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ชินหู เอช.เอ.ซี. จำกัด กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2540	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนวัดห้วยจระเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม
พ.ศ.2543	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ไฟฟ้ากำลัง) จากวิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จังหวัดนครปฐม
พ.ศ.2546	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ไฟฟ้ากำลัง) จากวิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จังหวัดนครปฐม
พ.ศ.2548	บธ.บ. (การจัดการอุตสาหการ) จากมหาวิทยาลัยสยาม
พ.ศ.2553	กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ