



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุม
และจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
โดย ว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ต้นศรีวงศ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริพรรณ ธงชัย)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันต์ เวทย์วัฒน์นะ)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สมพร สิริสำราญกุล)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง การออกแบบระบบควบคุม
และจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

ว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : ว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
สาขาวิชา : ไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพันธ์ คันธีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริพรรณ ชงชัย
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างชุดฝึกอบรม เรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น และเพื่อให้ผู้ผ่านการฝึกอบรม สามารถออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารได้ โดยคัดเลือกกลุ่มประชากรที่เข้าฝึกอบรม คือ วิศวกร ช่างเทคนิคด้านระบบไฟฟ้าที่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง ทั้งหมด 8 บริษัท จำนวน 20 คน มาฝึกอบรมตามหลักสูตรที่ได้กำหนดไว้ ตามวัตถุประสงค์พฤติกรรม โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดหลังจบหัวข้อแต่ละหน่วย(E_1) และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังจบทุกหน่วย(E_2) หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม (E_1/E_2) ผลการวิจัยพบว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.45/85.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ผู้เข้าฝึกอบรมที่ผ่านกระบวนการฝึกอบรมด้วยชุดการฝึกอบรมนี้มีความรู้เพิ่มขึ้นจริง และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ออกแบบระบบควบคุม และการจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(วิทยานิพนธ์นี้มีจำนวนทั้งสิ้น 162 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึกอบรม



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr. Somsak Somboon
Thesis Title : The Construction and Efficiency Validation of Training Package
On Designing of Energy Management and Control Lighting
System in Building
Major Field : Electrical Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr.Surapan Tansriwong
Assistant Professor Dr.Siripun Thongchai
Academic Year : 2006

Abstract

This research aimed to construct and validate the efficiency of Training package on Designing of Energy Management and Control System for Lighting in Building. The Training package was consisted of a trainer's manual training aids and test. The samples were 20 electrical engineers who are working in 8 companies. They were offered to make a test after studied through each training module and did the test after studied the whole complete modules. The scores were computed for efficiency validation with the formula E_1/E_2 .

The results found that the efficiency of training package was 82.45/85.60 which was higher than the expected criteria at 80/80. In conclusions trainees had an new knowledge to work more in design and control system which can help to increase an efficiency for their business.

(Total 162 pages)

Keywords : Training package



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ของประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ และ กรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ โดยตลอดมา ยังผลให้การดำเนินการวิจัยดำเนินจนเสร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมทั้งด้านสื่อประกอบการฝึกอบรม แบบฝึกหัด พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

ขอขอบคุณกลุ่มทดลองผู้เข้าฝึกอบรม พนักงาน บริษัททลปิเซลประเทศไทย จำกัด ที่ได้อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการเก็บผลการวิจัยในครั้งนี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จลุล่วงไปด้วยดีนอกจากผู้มีพระคุณดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคำเหมื่อยและคุณแม่อ้อม สมบูรณ์ และพี่น้อง ตลอดจน คุณบุษรินทร์ แสงสว่าง และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกด้านที่ได้มีส่วนให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด ประโยชน์อันใดที่พึงมีของงานวิจัยนี้ขอมอบเป็นเกียรติแก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สมศักดิ์ สมบูรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ข้อยกเว้นเบื้องต้น	2
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	2
1.6 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.7 ประโยชน์ของการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายของการฝึกอบรม	5
2.2 การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม	6
2.3 การเขียนวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	6
2.4 การวางแผน โครงการฝึกอบรม	9
2.5 เทคนิคที่ใช้ในการฝึกอบรม	11
2.6 การเลือกสื่อในการฝึกอบรม	12
2.7 หลักเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน	17
2.8 การประเมินผล โครงการฝึกอบรม	18
2.9 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้า	19
2.10 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
2.11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การวิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรม	24
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและประเมินผล	33
3.4 การดำเนินการทดลอง	45
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	
4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม	47
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	55
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย	56
5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้	56
5.4 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งต่อไป	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก ก	
รายละเอียดของหลักสูตรการฝึกอบรม	60
ภาคผนวก ข	
ผลการวิเคราะห์รายการหัวข้อเรื่อง และแหล่งข้อมูล	64
ผลประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง	70
ผลการวิเคราะห์รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	76
ภาคผนวก ค	
ตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ	82
ตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์	87
ตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	89
ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (D)	93

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ง	
ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบท	98
ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	99
ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการฝึกอบรม	100
ภาคผนวก จ	
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	104
หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญ	105
แบบประเมินชุดการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ	110
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรม	113
ภาคผนวก ฉ	
ใบรายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	120
ตัวอย่างแผนการฝึกอบรม	123
ตัวอย่างใบเนื้อหา	128
ตัวอย่างแบบฝึกหัด	140
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	154
ประวัติผู้วิจัย	161

สารบัญญัตราง

ตารางที่	หน้า
3-1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการฝึกอบรม	43
4-1 รายละเอียดของชุดการฝึกอบรม	50
4-2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบฝึกหัด	51
4-3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบ	51
4-4 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการฝึกอบรม	52
4-5 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรม	53
ข-1 ผลการวิเคราะห์รายละเอียดของหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูลเรื่อง การออกแบบระบบ ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร	64
ข-2 รายการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง	70
ข-3 รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	76
ค-1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ	82
ค-2 วิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์	87
ค-3 การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	89
ค-4 วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ	92
ค-5 ผลวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ	95
ง-1 ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ของกลุ่มตัวอย่าง	98
ง-2 ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบ ของกลุ่มตัวอย่าง	99
จ-1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม	114
จ-2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆของผู้เชี่ยวชาญ	116
จ-3 ความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรม	117
ฉ-1 ใบรายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	120
ฉ-2 แผนการฝึกอบรม	123

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
2-1	แผนภูมิแสดงระดับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา	8
2-2	แผนภูมิแสดงการเรียนรู้จากนามธรรมสู่รูปธรรม	15
2-3	ลักษณะหน่วยความจำ	20
2-4	ลักษณะการเชื่อมต่อของระบบ	20
2-5	ลักษณะการต่อวงจรแบบ Hard Wire	21
2-6	ลักษณะการต่อวงจรแบบ C-Bus	21
3-1	ขั้นตอนวิธีการศึกษาคำเนิการวิจัย	24
3-2	ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรม	25
3-3	แผนผังการวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร	29
3-4	ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย	33
3-5	ขั้นตอนการสร้างคู่มือวิทยากร	34
3-6	ขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน	36
3-7	ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์	38
3-8	ตัวอย่างชุดสาธิต	39
3-9	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ	40
3-10	ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	45
4-1	ชุดการฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยเราได้มีปัญหาด้านพลังงานและได้ส่งผลกระทบต่อสังคมเป็นอย่างมาก การประหยัดพลังงานเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในยุคปัจจุบัน โดยทั่วไปพบว่าสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของอาคารนั้นระบบแสงสว่างมีการใช้ไฟฟ้ารองจากระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในของอาคาร ก็เป็นอีกระบบที่มีความสำคัญที่จะต้องควบคุมและจัดการเพื่อช่วยลดปัญหาด้านพลังงานลงไป การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารส่วนใหญ่่นั้นยังเป็นระบบที่ออกแบบให้มีการควบคุมจากการเปิด-ปิด แบบธรรมดา ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีนวัตกรรมใหม่ที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ผู้ออกแบบจึงต้องเรียนรู้การออกแบบเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มพูนความรู้ในการออกแบบควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพราะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารนอกจากจะให้ความสำคัญทางด้านความสวยงามแล้วจะต้องให้ความสะดวกสบายในการใช้งาน โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานในการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในของอาคาร แต่จะมีผลต่อการใช้กระแสไฟฟ้าโดยพิจารณาจาก ตำแหน่งในการติดตั้ง หรือการเลือกอุปกรณ์ในการควบคุมในการเปิด-ปิดที่เป็นเวลา หรือให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน สิ่งเหล่านี้มีผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ รวมถึงอายุการใช้งานและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ การออกแบบตกแต่งภายในนั้นบางครั้งจะระบุจุดที่ต้องมีการติดตั้งระบบแสงสว่าง เพื่อให้เกิดความสวยงามเป็นหลัก ถ้าผู้ที่ออกแบบระบบไฟฟ้าขาดความรู้ ทักษะ ประสบการณ์และเทคนิคในการออกแบบก็จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อจำนวนของส่วนประกอบอื่นๆด้วย ดังนั้น การออกแบบระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับงานออกแบบตกแต่งภายในแล้วจะได้ทั้งด้านความสวยงามและช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าที่ใช้พร้อมกัน ด้วยเหตุดังกล่าว จึงจำเป็นจะต้องจัดให้มีการฝึกอบรมขึ้น ซึ่ง ณ ปัจจุบัน การจัดฝึกอบรมนั้น มุ่งเน้นทางด้านทฤษฎี จึงทำให้ผู้ที่ออกแบบทำการออกแบบได้ไม่เหมาะสมตามที่ควรจะเป็น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดการฝึกอบรมที่มีทั้งด้านทฤษฎีและเน้นทักษะและเทคนิคในการออกแบบระบบไฟฟ้าให้มากขึ้น ผู้ที่มีหน้าที่ในการออกแบบควรจะได้รับ การอบรมความรู้ ทักษะ เทคนิคในการออกแบบเพิ่มเติมจากความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมให้ทันกับเทคโนโลยีใหม่ๆอยู่เสมอ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ทั้งยังเป็นการช่วยประเทศชาติประหยัดพลังงานด้วย

การจัดฝึกอบรมหลักสูตรการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร เป็นวิธีการที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ใหม่ๆ ทักษะและเทคนิคการออกแบบที่ทันสมัยให้กับผู้ที่เข้าอบรมให้มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาหลักสูตรใช้ในการฝึกอบรมเรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ในอาคาร สำหรับ ช่างเทคนิคและวิศวกรไฟฟ้า
- 1.2.2 เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมเรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร สำหรับช่างเทคนิคและวิศวกรไฟฟ้า
- 1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นสามารถจะใช้ฝึกอบรมได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

- 1.4.1 ในการวิจัยครั้งนี้ให้ถือว่าความแตกต่างระหว่างเพศ อายุ ประสบการณ์การทำงานและตำแหน่งงานนั้น ไม่นำมาประกอบคำนึงถึงผลกระทบต่องานวิจัย
- 1.4.2 ไม่นำผลกระทบที่เกิดจากตัวผู้สอนและผู้เข้าอบรมมาประกอบกับงานวิจัยนี้

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

- 1.5.1 หลักสูตรฝึกอบรม หมายถึง หลักสูตรการฝึกอบรมเรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- 1.5.2 ชุดฝึกอบรม หมายถึง คู่มือที่ใช้ในการฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วยภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เอกสาร เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกอบรม การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ในอาคาร
- 1.5.3 เอกสารประกอบการอบรม หมายถึง เอกสารที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบการฝึกอบรม รวมถึงแบบทดสอบ และเฉลยแบบทดสอบ
- 1.5.4 ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม หมายถึง คุณภาพของชุดฝึกอบรมที่วัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด จากการทำแบบทดสอบ

1.5.5 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยในชุดฝึกอบรมที่คาดหวังของผู้วิจัยที่กำหนดขึ้น

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้จากค่าคะแนนเฉลี่ยการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบ

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลได้จากการทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรม วัดผลสัมฤทธิ์ ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1.5.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม หมายถึง คะแนนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำแบบทดสอบภายหลังฝึกอบรมได้ถูกต้อง โดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

1.5.7 ผู้เข้ารับการฝึกอบรม หมายถึง พนักงานที่ปฏิบัติงานด้านไฟฟ้า ได้แก่ ช่างเทคนิค วิศวกรไฟฟ้า โดยคำนึงถึงวุฒิทางการศึกษาและประสบการณ์ทำงานด้านการออกแบบไฟฟ้า ดังนี้ ปวส. ทำงานไม่น้อยกว่า 2 ปี และปริญญาตรีทำงานมาไม่น้อยกว่า 1 ปีหรือตามคุณสมบัติหลักสูตรกำหนด

1.5.8 ผู้สอน หมายถึง ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร หรือ ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญและทำการสอนในด้านนี้โดยตรง

1.5.9 อาคาร หมายถึง อาคารสำนักงาน (Office buildings)

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

1.6.1 หลักสูตรฝึกอบรมที่สร้างขึ้นเรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า ได้แบ่งออกเป็นจำนวน 5 หน่วย ดังนี้

1.6.1.1 ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบไฟฟ้าของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.6.1.2 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุม และจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.6.1.3 การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.6.1.4 การนำเซ็นเซอร์ต่างๆมาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.6.1.5 การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบ ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.6.2 ชุดฝึกอบรมประกอบด้วย

1.6.2.1 คู่มือวิทยากรจะประกอบด้วย หลักสูตรการฝึกอบรม แผนการฝึกอบรม ใบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดและเฉลย แบบทดสอบและเฉลย

1.6.2.2 สื่อที่ใช้ฝึกอบรมจะประกอบด้วย ชุดสาธิตระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบคำบรรยายลักษณะ Presentation อุปกรณ์ตัวอย่างระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.6.2.1 คู่มือผู้เข้าฝึกอบรมจะประกอบด้วย ตารางฝึกอบรมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ

1.6.3 ตัวแปรที่จะทำการศึกษาในวิจัยครั้งนี้

1.6.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการฝึกอบรมโดยใช้ชุดฝึกอบรมเรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.6.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์จากการฝึกอบรมเรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า ของกลุ่มตัวอย่าง

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

เป็นแนวทางในการพัฒนาบุคลากรทางด้านการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร ให้สามารถออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและเพิ่มพูนความรู้แก่บุคลากรให้ทันกับปัจจุบันได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ความหมายของการฝึกอบรม
- 2.2 การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม
- 2.3 การเขียนวัตถุประสงค์การฝึกอบรม
- 2.4 การวางแผน โครงการฝึกอบรม
- 2.5 เทคนิคที่ใช้ในการฝึกอบรม
- 2.6 การเลือกสื่อในการฝึกอบรม
- 2.7 หลักเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน
- 2.8 การประเมินผลโครงการฝึกอบรม
- 2.9 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- 2.10 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.11 สรุปรงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการฝึกอบรม

การฝึกอบรม เป็นคำที่เรียกวิธีหรือกรรมวิธี ซึ่งตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Training ผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านได้ให้ความหมายของการฝึกอบรมไว้ต่าง ๆ กัน ซึ่งจะนำมาพิจารณา มีดังนี้

Carter V.Good (คาร์เตอร์ วี กูด,1973) อ้างถึงในสุดารัตน์ ได้กล่าวไว้ ในพจนานุกรมการศึกษาว่าเป็นกระบวนการช่วยให้บุคคลอื่นมีทักษะและความรู้ โดยจัดขึ้นภายใต้ภาวะและเงื่อนไขบางประการซึ่งไม่ถึงกับทำอะไรใหญ่โต แบบที่นักเรียน เรียนทักษะและความรู้กันในสถาบันการศึกษาทั่วไป

ชาญ (2539:14) ได้สรุปความหมายของการฝึกอบรมคือ “กระบวนการที่จะเพิ่มพูน ความรู้ ความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติงานรวมถึงการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมในการปฏิบัติงานของบุคคล(ผู้ปฏิบัติ)ให้ดีขึ้นทั้งนี้เพื่อให้บุคคลนั้นสามารถปฏิบัติงานที่อยู่ในความรับผิดชอบได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้นอันเป็นประโยชน์ต่องานที่รับผิดชอบ ในปัจจุบันและหรืองานที่กำลังได้รับมอบหมายให้ทำในอนาคตโดยตรง”

2.2 การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม

การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม เป็นการวิเคราะห์ให้ได้มาซึ่งเนื้อหาวิชาที่ตรงกับความ ต้องการของหลักสูตรการฝึกอบรม ซึ่งวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กัน คือเทคนิคการวิเคราะห์งานย่อย (Job Analysis) ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์งานดังนี้

2.2.1 ศึกษาขอบเขตของงาน

2.2.2 แบ่งภารกิจออกเป็นกลุ่มงานตามหน้าที่

2.2.3 แบ่งหน้าที่ออกเป็นกลุ่มงานย่อย

2.2.4 วิเคราะห์ลำดับขั้นการทำงานของแต่ละงานย่อย หรือการวิเคราะห์งานเพื่อสอน ซึ่งมี ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.2.4.1 ขอบเขตของงาน จุดเริ่มต้นและสิ้นสุด

2.2.4.2 กำหนดขั้นตอนในการทำงาน

ก) การเตรียมงาน

ข) ลงมือทำงาน

ค) ตรวจสอบงาน

ง) การเก็บงาน

2.2.4.3 กำหนดเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องใช้

2.2.4.4 กำหนดความรู้ที่ต้องใช้ในการทำงาน

2.3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ดีต้องสื่อความหมายชัดเจนว่าต้องการพฤติกรรมอะไรจาก ผู้เรียน และมีเงื่อนไข ขอบเขตอย่างไร

2.3.1 ส่วนประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

2.3.1.1 การแสดงออก หรือพฤติกรรมของผู้เรียน

2.3.1.2 เงื่อนไขหรือขอบเขตในการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการ

2.3.1.3 เกณฑ์หรือมาตรฐานขั้นต่ำ ในการแสดงพฤติกรรมตามเงื่อนไขนั้น โดยใน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นส่วนที่สำคัญที่สุดคือ การแสดงออกพฤติกรรมของผู้เรียน

2.3.2 ประเภทของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.3.2.1 วัตถุประสงค์ ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียน ในการนำความรู้ไปใช้งาน ไปแก้ปัญหาหรือความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

2.3.2.2 วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานหรือ แสดงความสามารถทางทักษะ (Physical Skill)

2.3.2.3 วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นพฤติกรรมการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม (Interactive Skill)

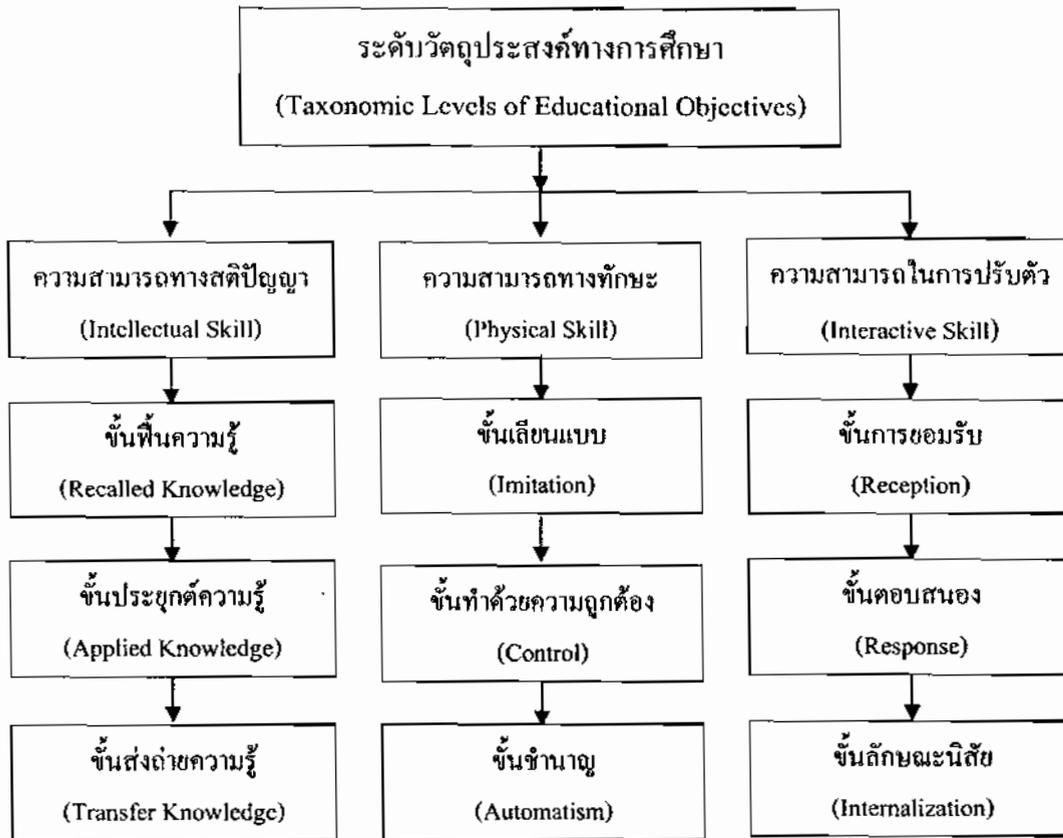
2.3.3 ระดับของวัตถุประสงค์ (Taxonomic Levels)

2.3.3.1 ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) เป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านความสามารถทางสติปัญญา แบ่งได้อีก 3 ระดับ คือ

ก) ระดับพินความรู้เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นการพินคืน ความรู้ (Recalled Knowledge) ต่าง ๆ ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญห ในลักษณะการลอกเลียน โดยการเขียนหรือเล่า

ข) ระดับประยุกต์ความรู้ (Applied Knowledge) เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ไปแก้ปัญหใหม่ ๆ ที่มีลักษณะเดียวกับสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้วโดยวิธีการพูด การเขียน อธิบาย สรุปล ฯลฯ

ค) ระดับการส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการส่งถ่ายความรู้ไปแก้ปัญหในสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งเป็นปัญหาดังกล่าวยังไม่เคยถูกถกกันมาก่อน โดยการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การสรุปผล



ภาพที่ 2-1 แผนภูมิแสดงระดับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา

2.3.3.2 ความสามารถทางทักษะ (Physical Skill) วัตถุประสงค์ที่กล่าวถึงความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งอาจแบ่งระดับความยากเป็น 3 ระดับ จากง่ายไปยาก ดังนี้

ก) ระดับเลียนแบบ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียน แสดงทักษะทางกล้ามเนื้อเหมือนรูปแบบที่เคยได้เห็น ได้ฟังมา โดยอาจเปลี่ยนรูปแบบการแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อก็ได้แต่อาจมีแต่อาจมีเค้าโครงเดิมอยู่ และได้ผลงานที่ถูกต้องสมบูรณ์

ข) ระดับทำด้วยความถูกต้อง เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อที่ได้ฝึกมา โดยอาจเปลี่ยนรูปแบบการแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อก็ได้แต่อาจมีเค้าโครงเดิมอยู่ และได้ผลงานที่ถูกต้องสมบูรณ์

ค) ระดับความชำนาญ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียน แสดงทักษะทางกล้ามเนื้อตามที่เคยมีประสบการณ์มาโดยถูกต้อง ชำนาญ เป็นไปโดยอิสระ ซึ่งอาจแตกต่างจากรูปแบบเดิมบางส่วน หรือทั้งหมดก็ได้

2.3.3.3 ความสามารถด้านพฤติกรรมกรปรับตัว (Interactive Skill) วัตถุประสงค์ที่กล่าวถึงพฤติกรรมในการแสดงออกซึ่งความรู้สึก (Feeling) ต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งอาจแบ่งเป็น 3 ระดับ จากง่ายไปยากดังนี้

ก) ระดับขั้นยอมรับ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสนใจเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็นได้ทำ โดยมีความยินดีหรือภาวะจิตใจที่พร้อมจะรับสิ่งร้ายหรือให้ความสนใจสิ่งรำนั้น

ข) ระดับขั้นตอบสนอง เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการแสดงออกซึ่งความเต็มใจ ความพอใจ สนองตอบ ซึ่งผู้เรียนจะพยายามทำปฏิกิริยาตอบสนองบางอย่างที่เขายอมรับ

ค) ระดับขั้นเป็นลักษณะนิสัย เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการแสดงออกซึ่งความรู้สึก ความสำนึกในคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ด้วยความพอใจจนกลายเป็นความนิยมชมชอบเชื่อถือสิ่งนั้นเป็นลักษณะนิสัย

จะเห็นว่าในการจัดการเรียนการสอน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดความสามารถของผู้เรียนก่อนที่จะจบจบวนการเรียนการสอน ในส่วนการฝึกอบรมเช่นกัน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะเป็นตัวกำหนดความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ให้สามารถตรวจสอบหรือวัดผลได้ และผู้วิจัยเห็นว่าขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมจริง ๆ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาความเหมาะสม ก่อนนำไปสร้างคู่มือการฝึกอบรม เพื่อนำไปใช้ในการฝึกอบรมต่อไป

2.4 การวางแผนโครงการฝึกอบรม

สุรินทร์ (2526:1) การจัดทำโครงการฝึกอบรมมีส่วนที่คล้ายกันกับการวางแผนชุดการสอน ดังนั้นงานและการดำเนินการจึงคล้ายคลึงกันด้วย และสามารถนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ด้วยกันได้และลำดับการจัดทำและวางแผนชุดการสอนไว้ดังนี้

2.4.1 ขั้นตอนการวางแผนงาน

2.4.1.1 เลือกเรื่อง วิชา นั้น

2.4.1.2 ลำดับขั้น การผลิตและวิธีการ

2.4.1.3 กำหนดรายละเอียด ช่วงเวลาการจัดทำ

2.4.2 ขั้นตอนดำเนินการ

2.4.2.1 กำหนดรายละเอียดของเนื้อหา

2.4.2.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.4.2.3 นำรายละเอียดของเนื้อหา มาจัดดำเนินการผลิต ตามวิธีการที่กำหนด

2.4.2.4 จัดทำแบบทดสอบหลังการเรียน

2.4.2.5 จัดทำสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบเนื้อหา

2.4.2.6 ลงมือผลิตและจัดทำเพื่อใช้แบบทดสอบเบื้องต้น

2.4.3 การทดลอง (Try out) นำชุดการสอนที่ผลิตแล้วไปทำการทดสอบหาความถูกต้อง

2.4.4 รวบรวมข้อบกพร่องต่าง ๆ

2.4.5 แก้ไขข้อบกพร่องและลงมือผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบจริง

2.4.6 ลงมือทดสอบกับประชากรกลุ่มตัวอย่าง

2.4.6.1 โรงเรียน

2.4.6.2 จำนวนนักเรียน

2.4.6.3 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

2.4.6.4 แบบทดสอบ

2.4.7 เก็บข้อมูลในเชิงสถิติ

2.4.8 บรรจุกล่องและคำชี้แจงรายละเอียด

เสาวนีย์ (2540:293) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดการสอนดังนี้

1. วิเคราะห์การกำหนดความต้องการ
2. กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์
3. ออกแบบองค์ประกอบของระบบ
4. วิเคราะห์ทรัพยากรที่ต้องการ ทั้งทรัพยากรที่มีอยู่และข้อจำกัด (Resource Constraints)
5. เลือกและผลิตวัสดุเพื่อการสอน
6. ออกแบบการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน
7. ทดลองและปรับปรุงแก้ไข
8. นำไปใช้

จากเอกสารที่ผู้วิจัย ได้ศึกษาทำให้ได้ข้อคิดรู้ง่องค์ประกอบ และขั้นตอนในการสร้างคู่มือฝึกอบรมให้ครอบคลุม 8 หัวข้อการสร้างชุดการสอนของเสาวนีย์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสอนและได้ชุดฝึกอบรมที่สมบูรณ์

2.5 เทคนิคที่ใช้ในการฝึกอบรม

เทคนิคในการฝึกอบรม หมายถึง วิธีการสอนการอบรมในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะทำให้ผู้รับการฝึกอบรม เกิดการเรียนรู้ เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ที่ค่อนข้างถาวรตามวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม การฝึกอบรมมีวัตถุประสงค์ที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้จนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมค่อนข้างถาวรเป็นไปตามวัตถุประสงค์นั้น ๆ

ดังนั้น เทคนิคการสอนแต่ละอย่างย่อมจะเหมาะกับบางวิชา บางกลุ่ม บางระดับอายุ ระดับการศึกษา ระยะเวลา ฯลฯ ฉะนั้น ผู้สอนจึงต้องเลือกเพื่อให้เกิดผลประโยชน์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคการฝึกอบรมจึงให้ความสำคัญในการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร และยังมีผลไปถึงการจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์การฝึกอบรม

วิจิตร (2537: 136) อ้างถึงใน สมพล เข้าหน้าที่ฝึกอบรมวิทยากรผู้มีหน้าที่บริหาร โครงการฝึกอบรมทุกระดับ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิค การฝึกอบรมรูปแบบต่าง ๆ เพื่อจะได้จัดการฝึกอบรมให้ถูกต้องเหมาะสม เกิดประโยชน์มีผลต่อการฝึกอบรมที่ดีกว่า การฝึกอบรมทั่วไป

สมคิด (2538: 89) อ้างถึง ใน สมพล เทคนิคที่ใช้ในการฝึกอบรมมีด้วยกันหลายแบบ พอจะแยกเป็นเทคนิคใหญ่ ๆ ได้ 2 แบบ คือ

2.5.1 การฝึกอบรมโดยใช้วิทยากรเป็นศูนย์กลาง ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

2.5.1.1 การบรรยายมีข้อดีตรงที่สามารถใช้กับการฝึกอบรมที่มีจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมมาก ๆ ได้ แต่มีข้อจำกัดที่เป็นการสื่อสารจากวิทยากรไปสู่ผู้ฟังจำนวนมาก ผู้ฟังอาจจะเบื่อหน่ายได้

2.5.1.2 การอภิปรายเป็นคณะ มีข้อดีที่ผู้ฟังจะได้รับความคิดเห็นจากผู้อภิปรายหลายคนแต่มีข้อจำกัดในบางเรื่องเวลาที่ผู้อภิปรายแต่ละคนมีเวลาน้อย และพิธีกร หรือผู้นำการอภิปรายจะต้องมีความสามารถในการควบคุมสถานการณ์สูง

2.5.1.3 การประชุมทางวิชาการมีข้อดีตรงที่ผู้ฟังจะได้รับความรู้จากวิทยากรหลายคน แต่มีข้อเสียที่วิทยากรแต่ละคนจะมีทัศนคติที่แตกต่างกันจึงยากแก่การสรุปให้ตรงตามหัวข้อวิชา

2.5.1.4 การสาธิตเหมาะกับการพัฒนาในด้านทักษะฝีมือแต่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถใช้ในการฝึกอบรมกลุ่มมาก ๆ ได้ และวิทยากรต้องมีทักษะและความชำนาญจริง ๆ

2.5.1.5 การสอนงาน เป็นการสอนหรือแนะนำงาน โดยให้ปฏิบัติจริง

2.5.2 การฝึกอบรมโดยใช้ผู้เข้ารับการอบรม เป็นศูนย์กลาง ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

2.5.2.1 การระดมสมองเป็นการประชุมกลุ่มเล็กที่ไม่เกิน 15 คน ซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้แสดงความคิดเห็นอย่างเสรี

2.5.2.2 การประชุมกลุ่มย่อย จะคล้ายกับการระดมสมอง แต่จะกลุ่มเล็กกว่า (2-6คน)และมีวิทยากรคอยช่วยเหลือ หลังจากประชุมกลุ่มย่อยแล้วต้องส่งตัวแทนออกมานำเสนองานให้กับกลุ่มใหญ่ได้ทราบ

2.5.2.3 กรณีศึกษา เป็นการศึกษาเรื่องราวจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกได้แก้ปัญหาต่าง ๆ ภายใต้อสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

2.5.2.4 การประชุมแบบฟอรัม (Forum) เป็นการประชุมที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วม โดยซักถาม ปรีक्षाหาหรือ หรือแสดงความคิดเห็นกับวิทยากร

2.5.2.5 เกมการบริหาร เป็นการแข่งขันระหว่างกลุ่มบุคคลตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป ซึ่งทำให้การแข่งขันเพื่อดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง และขนาดของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นำมาใช้

2.5.2.6 การแสดงบทบาทสมมติ เป็นการกำหนดบทบาทให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ร่วมแสดงไปตามบทบาท และให้ผู้เข้าร่วมอบรมที่ไม่ได้แสดงเป็นผู้วิเคราะห์และแก้ปัญหา

2.5.2.7 การสัมมนา เป็นการประชุมของผู้ที่ทำงานคล้าย ๆ กันแล้วพบปัญหาที่เหมือน ๆ กันมาร่วมแสดงความคิดเห็นและหาทางแก้ปัญหา

2.5.2.8 ทักษะศึกษา เป็นการนำผู้เข้ารับการฝึกอบรมไปศึกษา ดูงานยังสถานที่อื่น เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้พบเห็นของจริง

2.5.2.9 การประชุมปฏิบัติการ เป็นการฝึกอบรมที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ฝึกปฏิบัติจริงโดยทั่วไปจะมีการบรรยายและสาธิตให้ความรู้ก่อน จากนั้นจึงให้ลงมือทำ

2.6 การเลือกสื่อในการฝึกอบรม

การนำสื่อมาใช้ในการฝึกอบรมนั้น ควรได้ศึกษาและมีการวางแผนล่วงหน้า เพื่อให้การใช้สื่อหรือสื่อทัศนูปกรณ์นั้น ใช้ได้คุ้มค่าและบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม ขั้นตอนในการวางแผนการใช้สื่อมีดังนี้

2.6.1 กำหนดจุดมุ่งหมาย เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่สื่อสามารถช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่ต้องการ

2.6.2 วิเคราะห์ผู้เข้ารับการฝึกอบรม จะเห็นว่า ภูมิหลังของผู้เข้ารับการฝึกอบรม จะมีอิทธิพลต่อการดำเนินการทุกขั้นตอน รวมทั้งการใช้สื่อด้วย ซึ่งจะต้องวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ เช่น

- 2.6.2.1 ลักษณะทั่วไป เช่น อายุ เพศ ฯลฯ
- 2.6.2.2 ลักษณะความรู้สึกละเอียดและทัศนคติ เช่น ความเชื่อ ความสนใจ ฯลฯ
- 2.6.2.3 พื้นฐานทางการศึกษา เช่น พื้นฐานความรู้ทั่วไป ฯลฯ
- 2.6.2.4 สภาพเศรษฐกิจและสังคม เช่น อาชีพ ศาสนา ฯลฯ

2.6.3 ลำดับเนื้อเรื่อง การจัดลำดับเนื้อเรื่องเพื่อช่วยให้การเลือกใช้สื่อได้เหมาะสม เช่น เรียงลำดับขั้นตอน หรือการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เป็นต้น

การเลือก

2.6.4 การเลือกชนิดของสื่อ ในการเลือกชนิดของสื่อ จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบมากมายดังกล่าวข้างต้น เช่น ระบบเสียง สำหรับการฝึกอบรมที่มีผู้เข้ารับการจำนวนมาก จะต้องจัดระบบเสียงอย่างดี เพื่อให้ผู้ฟัง ได้ยินเสียงชัดเจนทุกคน ระบบภาพ ควรจะใช้เครื่องฉายสไลด์ หรือเครื่องฉายภาพยนตร์ เป็นต้น

2.6.5 การผลิตสื่อ เมื่อพิจารณาชนิดของสื่อที่จะใช้ในการฝึกอบรมแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะต้องทราบว่าสื่อที่จะใช้นั้นได้มาอย่างไร มีแล้วหรือยัง จะได้จากที่ใด ซึ่งสื่อบางชนิดจำเป็นต้องผลิตขึ้นเองเพื่อที่จะนำไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม ในขั้นตอนนี้จะต้องคำนึงถึงวัสดุและงบประมาณในการผลิต ราคา และเวลาดำเนินการใช้สื่อ เพื่อให้ได้ผลผลิตผู้ใช้อ้างอิงควรทำดังนี้

- 2.6.5.1 เตรียมสถานที่
- 2.6.5.2 เตรียมสื่อให้พร้อม
- 2.6.5.3 เตรียมเอกสารประกอบ
- 2.6.5.4 ทดลองใช้สื่อ
- 2.6.5.5 จัดเรียงลำดับตามที่ใช้ก่อนหลัง
- 2.6.5.6 เตรียมผู้เข้ารับการอบรม
- 2.6.5.7 ดำเนินการใช้สื่อตามลำดับ ขั้นตอน
- 2.6.5.8 วัตถุประสงค์และประเมินผลการใช้สื่อ เพื่อให้สภาพการใช้สื่อ และเทคนิคต่างๆ

ในการฝึกอบรมได้ผลบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ควรมีการประเมินผลการใช้สื่อควบคู่กับการประเมินผลเนื้อหาในการอบรมด้วย เพื่อจะได้ปรับปรุงสื่อให้ดียิ่งขึ้นในโอกาสต่อไป ในการเลือกใช้สื่อชนิดต่าง ๆ นั้น ผู้จัดการอบรมจะต้องคำนึงถึงลักษณะของสื่อ และการใช้สื่อแต่ละประเภทอย่างรอบคอบ เพื่อช่วยในการฝึกอบรมบรรลุตามวัตถุประสงค์มากที่สุด สื่อและองค์ประกอบที่จะพิจารณาร่วมในการฝึกอบรม สื่อมีหลายชนิดมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับผู้ใช้อ้างอิงว่าจะเลือกใช้สื่อชนิดใดไปใช้ ในสถานการณ์ใดจึงจะได้ตามวัตถุประสงค์ ในการเลือกสื่อเพื่อใช้ในการฝึกอบรม ในแต่ละหัวข้อวิชานั้นผู้พิจารณาควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

ก) วัตถุประสงค์ของหัวข้อวิชา ควรพิจารณาว่าหัวข้อนั้นมีวัตถุประสงค์อะไร ต้องการให้ผู้เข้ารับการอบรมเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านใดควรใช้สื่อชนิดใดเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์มากที่สุด เช่น หากกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ว่า เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สื่อที่ใช้อาจได้แก่ เอกสาร หรือหนังสือ เป็นต้น

ข) เนื้อหาวิชา แต่ละวิชาจะมีเนื้อหาที่มีรายละเอียดแตกต่างกัน เราสามารถเลือกใช้สื่อและเทคนิคให้เหมาะสมได้

ค) วิทยากร วิทยากรแต่ละคนจะมีความถนัดในการใช้สื่อ และเทคนิคต่างกันไป ฉะนั้น ในการพิจารณาการใช้สื่อ จะต้องร่วมปรึกษาระหว่างวิทยากรด้วยกันว่า ควรใช้สื่ออะไรบ้างเพื่อให้ถูกต้องและเหมาะสม

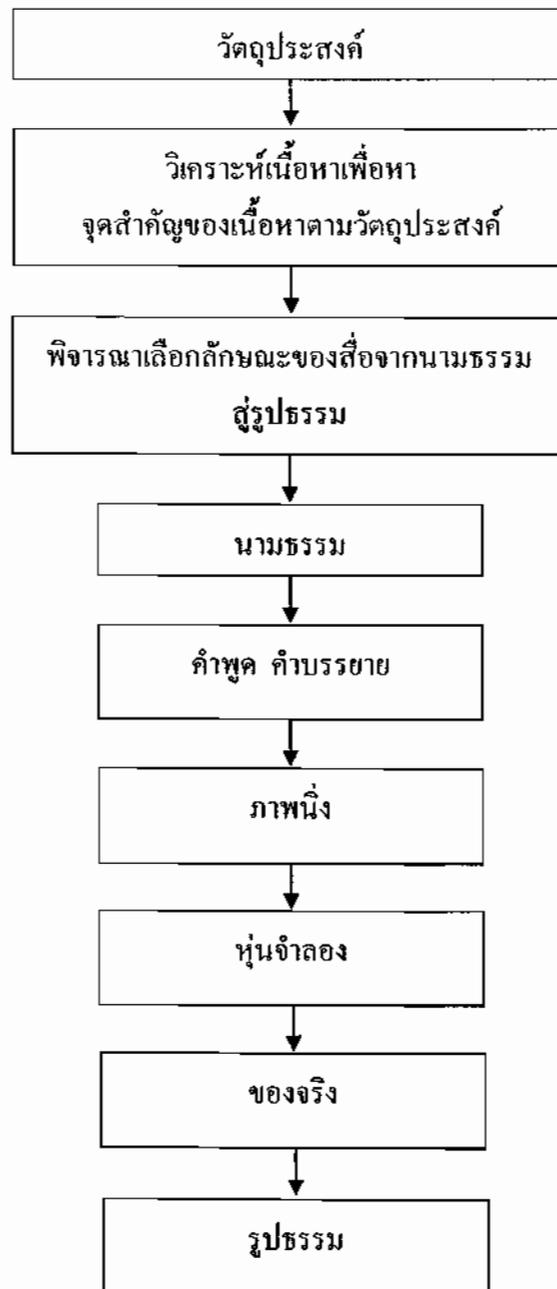
ง) ผู้เข้ารับการอบรม เนื่องจากสื่อมีหลายประเภท หลายชนิด การเลือกสื่อเพื่อนำมาใช้ให้เหมาะสมกับผู้รับการอบรม เป็นเรื่องที่จะต้องศึกษาในตัวผู้เข้ารับการอบรมในด้านต่าง ๆ เช่น พื้นความรู้ ประสบการณ์ สติปัญญา พื้นฐานทางสังคมและวัฒนธรรม ตลอดจนทัศนคติของผู้เข้ารับการอบรมต่อเรื่องที่จะเข้าอบรม

จ) สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ สื่อบางชนิดจำเป็นต้องใช้สถานที่และอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน เช่น การบรรยายจะต้องให้เข้าประชุมพร้อมกัน ใช้อุปกรณ์อย่างเครื่องฉาย สไลด์ หรือเครื่องฉายภาพยนตร์ หรือบางทีต้องให้ห้องเล็ก ๆ เช่น การประชุมกลุ่มย่อยหรือการแสดงบทบาทสมมติ ก็ควรจะเป็นห้องที่เคลื่อนย้ายเก้าอี้ได้สะดวก

2.6.6 การเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์

พิสิฐและธีระพล (2529: 168-171) กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการในการเลือกสื่อการสอนให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ไว้เป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

2.6.6.1 ในการพิจารณาเลือกหรือสร้างสื่อการสอนให้เหมาะสมกับ วัตถุประสงค์ ในการสอนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์เนื้อหาของวัตถุประสงค์นั้น ๆ ว่ามีจุดสำคัญของเนื้อหาอะไรบ้างหลังจากนั้นก็พิจารณาเลือกลักษณะของสื่อการสอน เรียงลำดับจากนามธรรม ไปสู่รูปธรรม



ภาพที่ 2-2 แสดงลักษณะของการเลือกชื่อการสอนเรียงลำดับจากนามธรรมสู่รูปธรรม

2.6.6.2 ใบเนื้อหา การสร้างใบเนื้อหาควรมีข้อคำนึงถึงดังต่อไปนี้

- ก) เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์โดยตรง
- ข) ใช้คำง่าย
- ค) มีเหตุผลอ้างอิงตามความจำเป็น
- ง) ใช้ประโยคสั้น ๆ กระชับรัด
- จ) คำอธิบายเกี่ยวกับรูปภาพต้องสมบูรณ์พอที่จะให้ถอดเนื้อหาออกจาก

รูปภาพได้

- ฉ) เนื้อหาทุกชั้นตอนอ่านแล้วเข้าใจได้ โดยไม่ต้องอธิบายปากเปล่าเพิ่มเติม

2.6.6.3 ใบงาน จำนวนตามลักษณะของวิชาได้ 3 ประเภท ดังนี้

- ก) ใบงานสำหรับวิชาทางทฤษฎี ใช้สำหรับวัดความก้าวหน้าของการเรียน

ระหว่างการสอน ใบงานชนิดนี้ ส่วนใหญ่จะออกแบบเป็นลักษณะคำถามแบบปรนัยหรืออัตนัยแบบตอบสั้น ๆ เท่านั้น จุดประสงค์เพื่อวัดปริมาณเนื้อหาให้ได้มากเท่าที่ในเวลาอันจำกัดทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการตรวจปรับความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน

ข) ใช้วัดความก้าวหน้าการเรียนหลังสอน ใบงานชนิดนี้ส่วนใหญ่จะออกแบบเป็นลักษณะคำถามแบบอัตนัยหรือการให้เงื่อนไขจุดประสงค์ เพื่อวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้งาน หรือส่งถ่ายความรู้ หรือเพื่อฝึกทักษะทางสมอง เวลาที่ใช้ในการทำใบงานชนิดนี้ใช้เวลามาก

ค) ใบงานสำหรับวิชาทดลองใบงานชนิดนี้ สามารถจำแนกตามลักษณะการใช้งาน คือ ใช้ประกอบการสอนปกติ ใบงานชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นตาราง สำหรับกรอกข้อมูลจากการทดลองคำถามเกี่ยวกับการสรุปผลการทดลอง ใช้สำหรับเรียนด้วยตัวเอง ใบงานชนิดนี้จะมีข้อเสนอแนะในการทดลอง ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง และทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในใบงานมีตารางบันทึกข้อมูล คำถามเพื่อสรุปผลการทดลอง ใบงานสำหรับวิชาปฏิบัติ ใบงานชนิดนี้ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นใบสั่งงานเพื่อทำงานตามลักษณะ โครงการ (Project) หรือผลิตภัณฑ์งาน (Job Sheet) หรือการตรวจสอบประกอบงาน เป็นต้น

จากเอกสารประกอบการเปิดอบรมเกี่ยวกับการออกแบบ การสร้างและวิธีใช้สื่อการสอนของกองฝึกอบรมทั่วไป ฝ่ายฝึกอบรมของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ในเรื่องวิธีใช้ของจริงประกอบการสอนครูผู้สอนมิได้ซื้อมาโดยตรง เพื่อประกอบการสอน ถ้าไม่จำเป็น ส่วนมากหยิบยืมมาจากโรงฝึกงานซึ่งจะเป็นสื่อที่ประกอบการสอนโดยไม่ต้องลงทุน ถ้าสามารถยืมจากหน่วยอื่น ๆ ที่มีใช้งานอยู่แล้วได้ จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อให้ได้ข้อคิดในการเลือก และจัดทำสื่อของชุดฝึกอบรมต้องสามารถให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมบรรลุวัตถุประสงค์ คู่กับผลลัพธ์ที่ได้ใช้สะดวกและปลอดภัย

ควรเป็นสื่อประสม (Multimedia) จะทำให้ได้สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมได้ครบและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งขึ้น

2.7 หลักเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อเป็นหลักประกันว่าชุดการสอนที่สร้างนั้นมีประสิทธิภาพใช้ในการสอนได้ ผู้สร้างต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน บรรลุผล การกำหนดเกณฑ์จำเป็นต้องคำนึงถึง “กระบวนการ” และ “ผลลัพธ์” การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนนิยามตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความจำและไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ เช่น ภาษา เพราะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต้องการระยะเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนและวัดผลได้ทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว

หลักเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

2.7.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นนิยามตั้งไว้ที่ 80/80

80 ตัวแรก คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำแบบฝึกหัดในบทเรียน

80 ตัวหลัง คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน

2.7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นจะตั้งไว้ที่ 90/90

90 ตัวแรก คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำแบบฝึกหัดในบทเรียน

90 ตัวหลัง คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน

ถ้าปรากฏว่าทั้งคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของกลุ่มในการทำแบบฝึกหัด และในการทำแบบทดสอบหลังเรียน ไม่ต่ำกว่า 90 ทั้งคู่ ก็ถือว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในขั้นใช้ได้ อย่างไรก็ตาม ชุดการสอนบางวิชาที่มีเนื้อหายาก ๆ อาจหาประสิทธิภาพได้ต่ำกว่าเกณฑ์ 90/90 แต่ไม่ควรต่ำกว่า 80/80 จึงจะถือว่าพอใช้ได้ (ธีรชัย, 2532:4-24) อย่างถึงใน สมพล

2.8 การประเมินผลการฝึกอบรม

การประเมินผล เป็นกระบวนการในการพิจารณาตัดสินประเมินค่าของการฝึกอบรมว่าสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์เป็นที่น่าพอใจเพียงใด (ธีรวุฒิ, 2527: 40-41) อ้างถึงใน สมพล

การประเมินผลในความหมายของการอบรม หมายถึง การวัดและค้นหาคุณค่าที่ได้จากการฝึกอบรม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม การประเมินผลที่ดี จะเป็นเครื่องช่วยให้ทราบถึงอุปสรรค ข้อขัดข้อง และวัดความสามารถในการฝึกอบรม เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงการฝึกอบรม ให้ดีขึ้นในโอกาสต่อไป โดยทั่วไปการประเมินผลโครงการฝึกอบรม เราสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.8.1 การประเมินผลผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งจะแบ่งออกเป็นการประเมินผลก่อน (Pre-Test) และหลัง (Post-Test) การฝึกอบรมโดยใช้แบบทดลองชุดเดียวกัน ซึ่งจะเป็นการวัดผลคือว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับความรู้ความสามารถหรือมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปมากน้อยเพียงใดซึ่งเหมาะสำหรับการฝึกอบรมที่มุ่งเพิ่มพูนความรู้เป็นสำคัญ

2.8.2 การประเมินผลตัวโครงการซึ่งจะเป็นการประเมินขบวนการการบริหาร และการจัดการของโครงการนั้น ๆ โดยใช้เกณฑ์ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นหลัก ซึ่งโดยทั่วไปจะประเมินในสิ่งต่อไปนี้ สถานที่ เอกสาร อุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรม อาหารเครื่องดื่ม หัวข้อวิชา ระยะเวลาการถ่ายทอดของวิทยากร การบริการ เป็นต้น

2.8.3 ประโยชน์ของการประเมินผลโครงการฝึกอบรม

- ก) การประเมินผลจะบอกได้ว่า โครงการนี้บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่เพียงไร
- ข) การประเมินผลจะบอกได้ว่า วิธีการฝึกอบรมดีแล้วหรือยัง ซึ่งหมายรวมถึงความเหมาะสมของวิทยากรและอื่น ๆ
- ค) การประเมินผลจะช่วยให้ทราบว่า โครงการนั้นคุ้มค่าใช้จ่ายหรือไม่
- ง) การประเมินผลจะเป็นประโยชน์ ในการประชาสัมพันธ์ และการฝึกอบรม
- จ) การประเมินผลจะเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจว่าการฝึกอบรมแต่ละครั้งนั้นเกิดขึ้นเพราะความจำเป็นจริงหรือไม่ และเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานเพียงไร

2.8.4 วิธีประเมินการฝึกอบรม

2.8.4.1 การวัดผลก่อนและหลัง นำการวัดผลในตอนแรก (Pre-Test) กับการวัดผลในตอนสุดท้าย (Post-Test) มาเปรียบเทียบกับกันก็จะทราบความแตกต่างกันของผู้เข้ารับการฝึกอบรมว่าเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่เพียงไร

2.8.4.2 การตั้งเกณฑ์ในการปฏิบัติงาน เพื่อประเมินดูว่า หลังจากที่เข้ารับการฝึกอบรมแล้ว มีทักษะในการทำงานสูงขึ้นหรือไม่ เช่น ในพนักงานพิมพ์ดีด จากตั้งเกณฑ์ไว้ว่า จะต้องพิมพ์สัมผัสให้ได้นาทีละ 45 คำ และเมื่อพนักงานพิมพ์ดีดเข้ารับการฝึกอบรมมาแล้ว นำผลการปฏิบัติงานมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานในการปฏิบัติงานที่ตั้งไว้ ก็จะทราบว่าผลงานได้เพิ่มขึ้นหรือไม่

2.8.4.3 การตรวจสอบผลงานให้สอดคล้องกับเกณฑ์ วิธีการนี้จะกำหนดลักษณะของงานที่จะตรวจสอบเป็นเกณฑ์ขึ้น แล้วให้คะแนนในการปฏิบัติงานไว้ หรืออาจสังเกตจากปริมาณผลผลิตจากนั้นจึงนำเอาผลที่ได้จากการสังเกตไปกำหนดเป็นเกณฑ์ไว้ เพื่อใช้เปรียบเทียบกับงานที่มีลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน

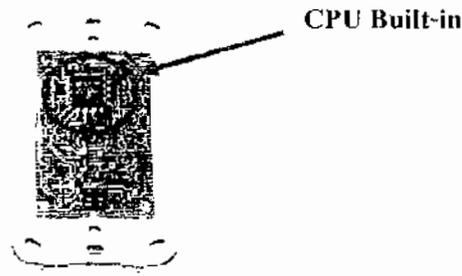
2.8.4.4 กำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงาน โดยการสังเกต วิธีการนี้มีลักษณะคล้ายวิธีที่ 3 แต่แตกต่างกันแต่ว่างานที่สังเกตนั้นเป็นงานรวม มิได้แยกออกมากำหนดไว้เพื่อการสังเกตอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะส่วนวิธีการสังเกตก็ดำเนินการทำเองเดียวกับวิธีที่ 3 จากข้อมูลการประเมินผลการฝึกอบรม ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการฝึกอบรมเพราะจะทำให้ทราบว่าผลการฝึกอบรมนั้นเป็นอย่างไร บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด คู่มีค่าหรือไม่ และประโยชน์ที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะได้รับเป็นอย่างไร ประการสุดท้ายเพื่อรวบรวมข้อมูลในการปรับปรุงการอบรมในโอกาสต่อไปด้วย

2.9 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน (Energy Management and Control System, C-Bus) คือ ระบบที่ใช้ในการควบคุม (Control) การเปิด-ปิด หรือการหรี่ไฟของระบบแสงสว่างรวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ โดยออกแบบมาเพื่อใช้ในอาคาร สำนักงาน โรงงาน รวมทั้งที่พักอาศัยที่ต้องการความสะดวกสบายในการใช้งานและการตรวจสอบสถานะของไฟฟ้าแสงสว่าง(Monitoring) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆในระบบ

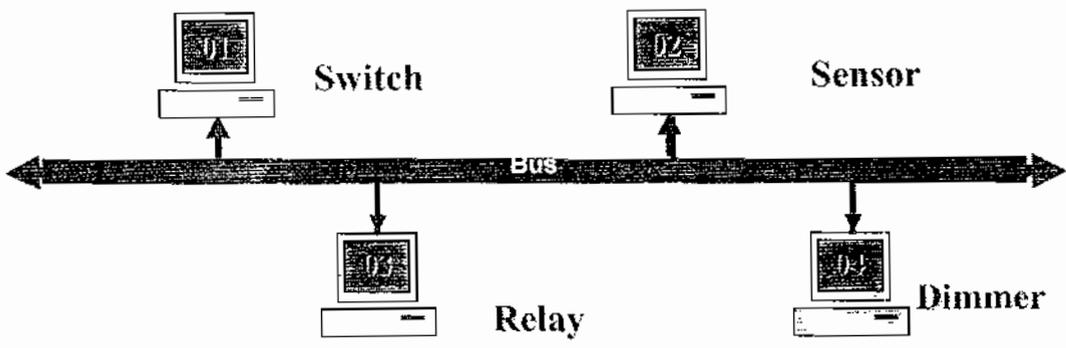
2.9.1 ข้อมูลทั่วไปและความแตกต่าง

อุปกรณ์ทุกตัวในระบบ C-Bus จะประกอบด้วยหน่วยประมวลผล(Microprocessor)ที่ใช้หน่วยความจำ(memory)เป็นแบบไม่สูญหาย(non-volattile memory)ซึ่งจะช่วยให้อุปกรณ์แต่ละตัวในระบบทำงาน โดยมีหน่วยความจำแยกจากกันและกัน(Distributed Intelligence)คุณสมบัติพิเศษนี้จะช่วยยืนยันถึงการสื่อสารในความเร็วสูงการบกพร่องของอุปกรณ์ในแต่ละอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆในระบบ



ภาพที่ 2-3 ลักษณะหน่วยความจำ

C-Bus Network Bus คือเส้นทางการส่งสัญญาณควบคุม(Communicate)ผ่านสายUnshield Twist Pair (UTP, Cat5 Cable) ซึ่งเป็นสายมาตรฐานของระบบ LAN ที่ใช้เป็นพาหะในการสื่อสารเชื่อมต่ออุปกรณ์ทุกตัวในระบบในลักษณะการต่อแบบขนาน นอกจากนี้จะส่งสัญญาณควบคุมแล้วยังส่งไฟแรงดันต่ำพิเศษ(Safe Extra Low Voltage)ในระบบระหว่าง 15-36VDC เพื่อใช้ในการเลี้ยงอุปกรณ์ทุกตัวในระบบ



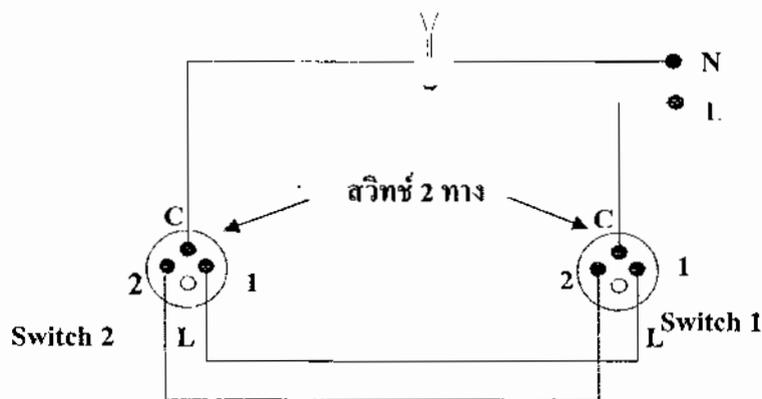
ภาพที่ 2-4 ลักษณะการเชื่อมต่อของระบบ

2.9.2 คุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

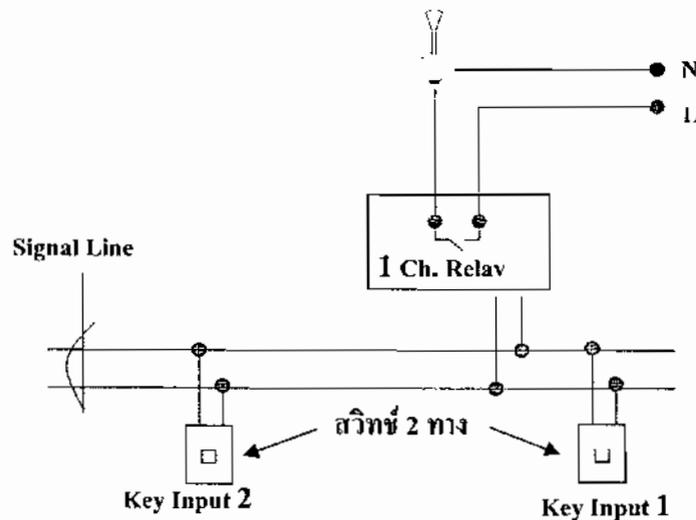
2.9.2.1 การควบคุมจากส่วนกลาง (Centralized controls) เช่น ผ่านแผงสวิตช์รวม (Central Selector Switch) คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง (Personal Computer) หรือคอมพิวเตอร์แบบสัมผัสหน้าจอ (Touch Screen)

2.9.2.2 การควบคุมโดยการกำหนดสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่ง ให้เป็นสวิตช์หลัก (Master Central Point) เช่นกำหนดให้สวิตช์ในห้องควบคุมเป็นMaster Switch ที่จะสั่งเปิดก่อนที่สวิตช์ตามจุดต่างๆ (Local Switch) สามารถเปิด-ปิดได้

2.9.2.3 การควบคุมโดยกำหนดสวิตช์ที่ใช้ในการควบคุมได้โดยไม่จำกัดจุดควบคุม (Multi-way Switch) โดยใช้เพียงแค่สายUTP Cable ในการเชื่อมต่อ เพื่อหลีกเลี่ยงการเดินสายไฟหลายเส้นสลับไปมา (Hard Wire) เหมือนวิธีดั้งเดิม



ภาพที่ 2-5 ลักษณะการต่อวงจรแบบ Hard Wire



ภาพที่ 2-6 ลักษณะการต่อวงจรแบบ C-Bus

2.9.2.4 การควบคุมสวิตช์ชนิดหรี่ไฟ (Dimmer Switch) ได้โดยไม่จำกัดจุด (Multi-way Dimming) โดยไม่สามารถทำได้ในระบบดั้งเดิม

2.9.2.5 การควบคุมโดยตั้งความสัมพันธ์ของสวิทช์ควบคุมให้ควบคุมเป็นกลุ่ม (Group) หรือพื้นที่ (Area) ในการเปิด-ปิดไฟพร้อมกัน เพื่อเป็นการสร้างบรรยากาศ (Scene)

2.9.2.6 การควบคุมโดยใช้โปรแกรมในการกำหนดรูปแบบการทำงานของสวิทช์ได้หลายรูปเช่น เป็นสวิทช์เปิด-ปิดธรรมดา สวิทช์รีไฟและสวิทช์ตั้งเวลา และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควบคุมได้ตามกำหนด

2.9.2.7 การควบคุมโดยการตั้งโปรแกรมเวลาในการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ (Time Schedule Control) โดยสามารถตั้งเป็นแบบปฏิทินเวลา (Calendar Time) ได้

2.10 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาเอกสารผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกอบรม มีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

สมพล (2545:ข) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดฝึกอบรม การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคาร ด้วย EIB มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้าง วิจัยดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรมเรื่อง การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคารด้วย EIB ไปทดลองฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง แผนกวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขต ไกลกังวลจำนวน 15 คน กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เป็นเจ้าหน้าที่พนักงานจากสถานประกอบการในเขตอำเภอหัวหินจำนวน 15 คน ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหาความก้าวหน้าในการเรียน และสอบหลังจากเรียนจบในแต่ละหน่วยแล้วมาหาหาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีประสิทธิภาพ 91.54/89.73 ผลวิเคราะห์ค่าความก้าวหน้ามีค่าสถิติ t-test ระดับความเชื่อมั่น 0.01 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีประสิทธิภาพ 90.00/82.40 พร้อมวิเคราะห์สถิติความก้าวหน้าในการเรียนสูงขึ้นจริงมีนัยสำคัญทาง ค่าสถิติ t-test ระดับความเชื่อมั่น 0.01 แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมกับประชากรเป้าหมายที่กำหนดได้

2.11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอน สรุปได้ว่าชุดการสอนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีประโยชน์และคุณค่าสูงมากทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะในการไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาหลักการดังกล่าว จากเอกสารและงานวิจัยเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกอบรม เรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร”

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม และเพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทกับทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรม เรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การวิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรม
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมินผล
- 3.4 การดำเนินการทดลอง
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

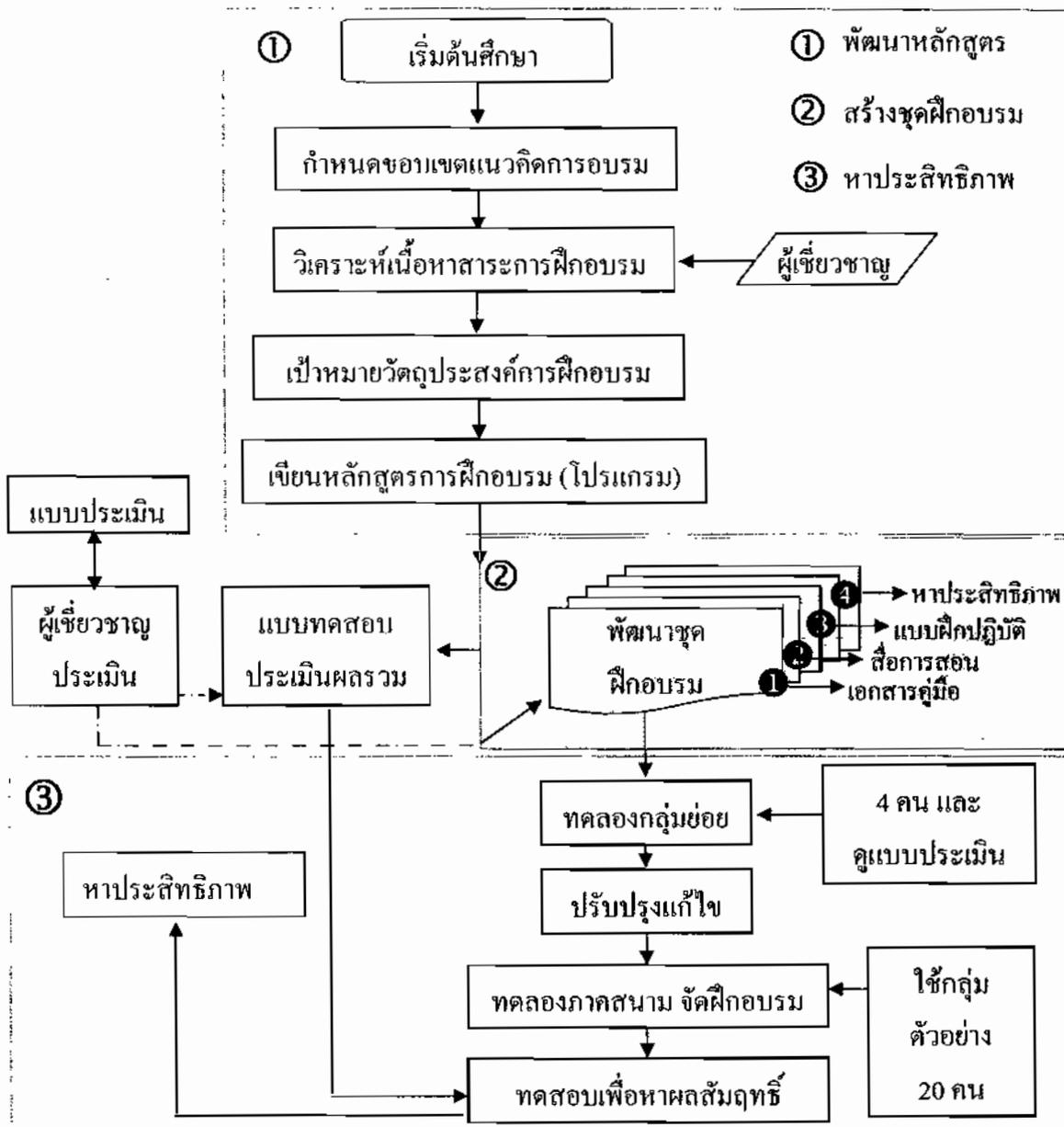
3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่จะมาใช้ชุดฝึกอบรม คือ วิศวกร ช่างเทคนิคด้านระบบไฟฟ้าหรือ นักศึกษานอกคณาจารย์ที่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง หรือตามคุณสมบัติผู้เข้าอบรมหลักสูตร กลุ่มตัวอย่าง เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คน ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจาก

- บริษัท เอ็นจิเนียร์ จำกัด จำนวน 2 คน
- บริษัท อรุณชัยเสรี จำกัด จำนวน 3 คน
- บริษัท เค แอนด์ เอ็น จำกัด จำนวน 2 คน
- บริษัท ELEMACH CO., LTD. จำนวน 3 คน
- บริษัท ว.และสหชาย คอนซัลแตนท์ จำกัด จำนวน 3 คน
- บริษัท A&E DEVELOPER CO., LTD. จำนวน 2 คน
- บริษัท คอมพลีท อิเล็กทริกเกิล โซลูชั่น จำกัด จำนวน 2 คน
- บริษัท อุทัยคอนซัลติ้ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด จำนวน 3 คน

3.2 การวิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรม เพื่อให้ได้หัวข้อในการฝึกอบรม และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เป็นหลักการ วิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรม รายละเอียดดังนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปภาพรวมขั้นตอนการศึกษาดัง รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 3-1

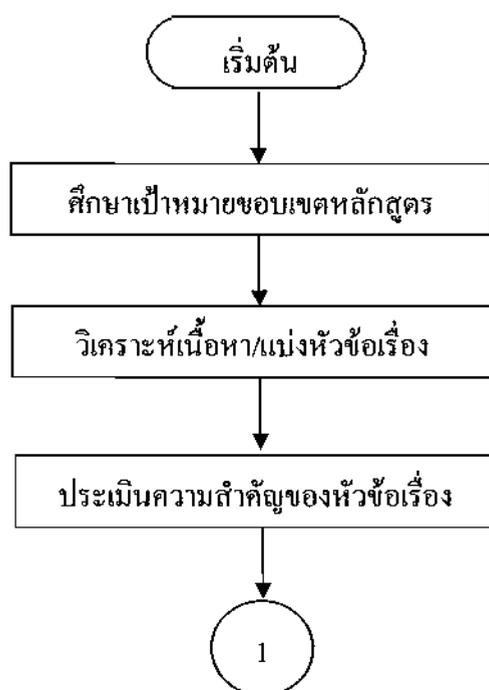


ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนวิธีการศึกษาคำเนนการวิจัย

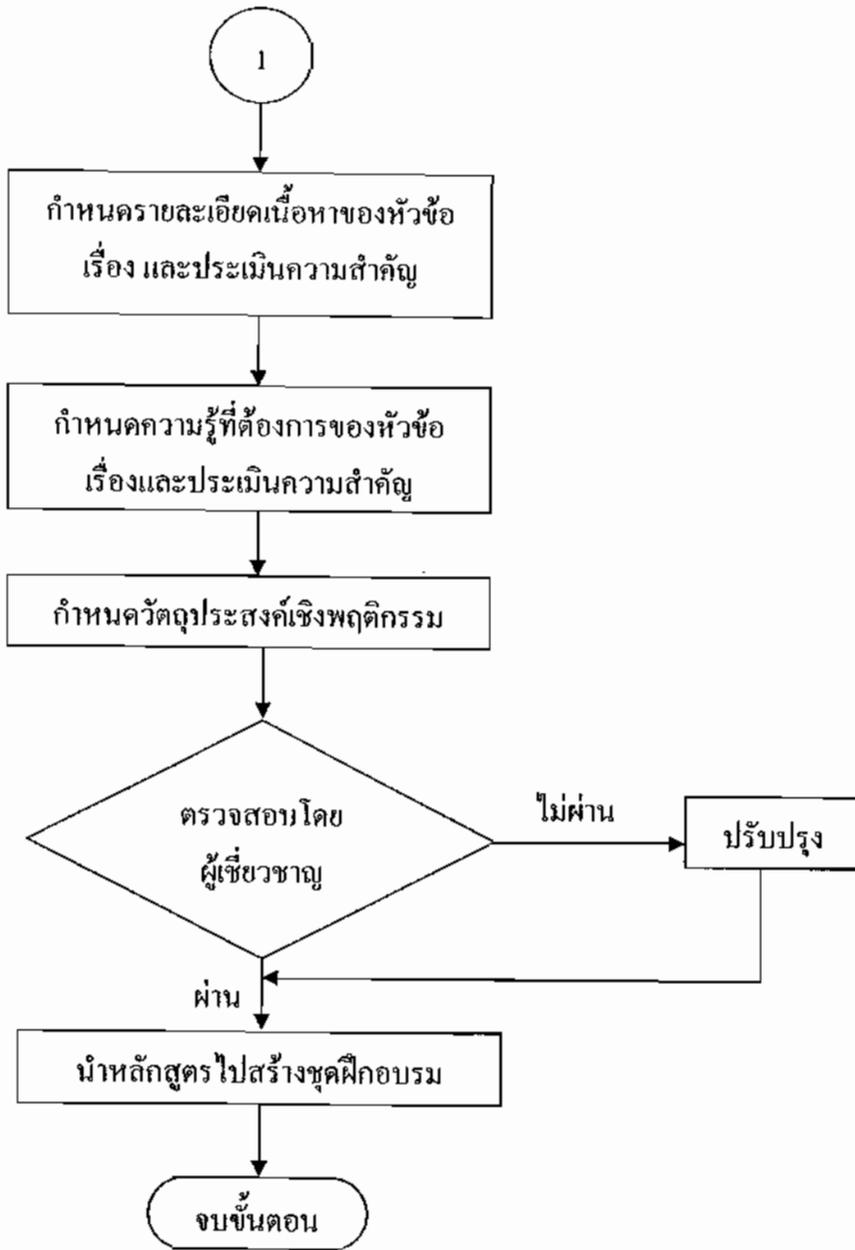
จากภาพที่ 3-1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหาและการกำหนดหลักสูตรฝึกอบรมเรื่อง การออกแบบระบบควบคุม และจัดการพลังงานไฟฟ้า
- 3.2.2 การสร้างชุดการฝึกอบรมที่ใช้ในการวิจัย
- 3.2.3 การนำชุดการฝึกอบรมไปใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักสูตรการฝึกอบรม ด้านการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร เพื่อให้ได้มาซึ่ง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร การศึกษาหลักสูตรการฝึกอบรม ดังแสดงในภาพที่ 3-2 สามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรม



ภาพที่ 3-2 (ต่อ)

จากภาพที่ 3-2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

หลังจากศึกษาเอกสารทางทฤษฎี แล้ว ทราบปัญหาว่าเอกสารการฝึกอบรม จำนวนอุปกรณ์ของชุดฝึกที่รองรับการเรียนรู้ระบบดังกล่าว เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องและเรื่องย่อยมีรายละเอียดไม่เพียงพอ ไม่ครบตามความสามารถจริงของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ผู้วิจัยจึงคัดเลือกมาตามหัวข้อเรื่องที่สามารถจัดฝึกอบรมได้ดีที่สุด และเข้าใจในการออกแบบด้วยระบบ ควบคุมและจัดการพลังงาน ได้ง่ายที่สุด เพื่อกำหนดขอบเขตของการวิจัย และเนื้อหาที่จะต้องทำการฝึกอบรมเลือกได้ 5 หัวข้อดังต่อไปนี้

เรื่องที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

เรื่องที่ 2 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

เรื่องที่ 3 การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

เรื่องที่ 4 การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

เรื่องที่ 5 การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วย ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาในรูปแบบของแผนภูมิปะการัง (Coral Pattern Model) โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหา ที่เกี่ยวข้องกัน แสดงดังภาพที่ 3-3

3.2.4 กำหนดแหล่งข้อมูลของหัวข้อเรื่อง เมื่อได้หัวข้อเรื่องตามหัวข้อ 3.2.2 แล้ววิจัยได้กำหนดแหล่งข้อมูลในแต่ละหัวข้อเรื่องเพื่อการค้นคว้ากำหนดรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเรื่อง ผลการกำหนดแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการค้นคว้า โดยในทุกหัวข้อเรื่องสามารถศึกษาค้นคว้าได้จากหลักสูตร หนังสือ ตำรา คู่มือ ผู้เชี่ยวชาญ และจากประสบการณ์ผู้สอน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 58)

3.2.5 ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ผู้วิจัยทำการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่องได้แก่การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียนโดยกำหนดเป็นระดับ 1 การส่งเสริมทักษะการทำงานได้ถูกต้องโดยกำหนดเป็นระดับ 2 การส่งเสริมผู้เรียนให้มีเจตคติที่ดีโดยกำหนดเป็นระดับ 3 โดยกำหนดความสำคัญของหัวข้อเรื่องเป็น XIO โดย X แทนความสำคัญมาก I แทนความสำคัญปานกลาง O แทนความสำคัญน้อย ลงในตารางประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ผลการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ปรากฏว่าในทุกหัวข้อเรื่องเป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน เพราะเป็นวิชาทฤษฎี โดยหัวข้อเรื่องทั้งหมดมีความสำคัญมาก (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 64)

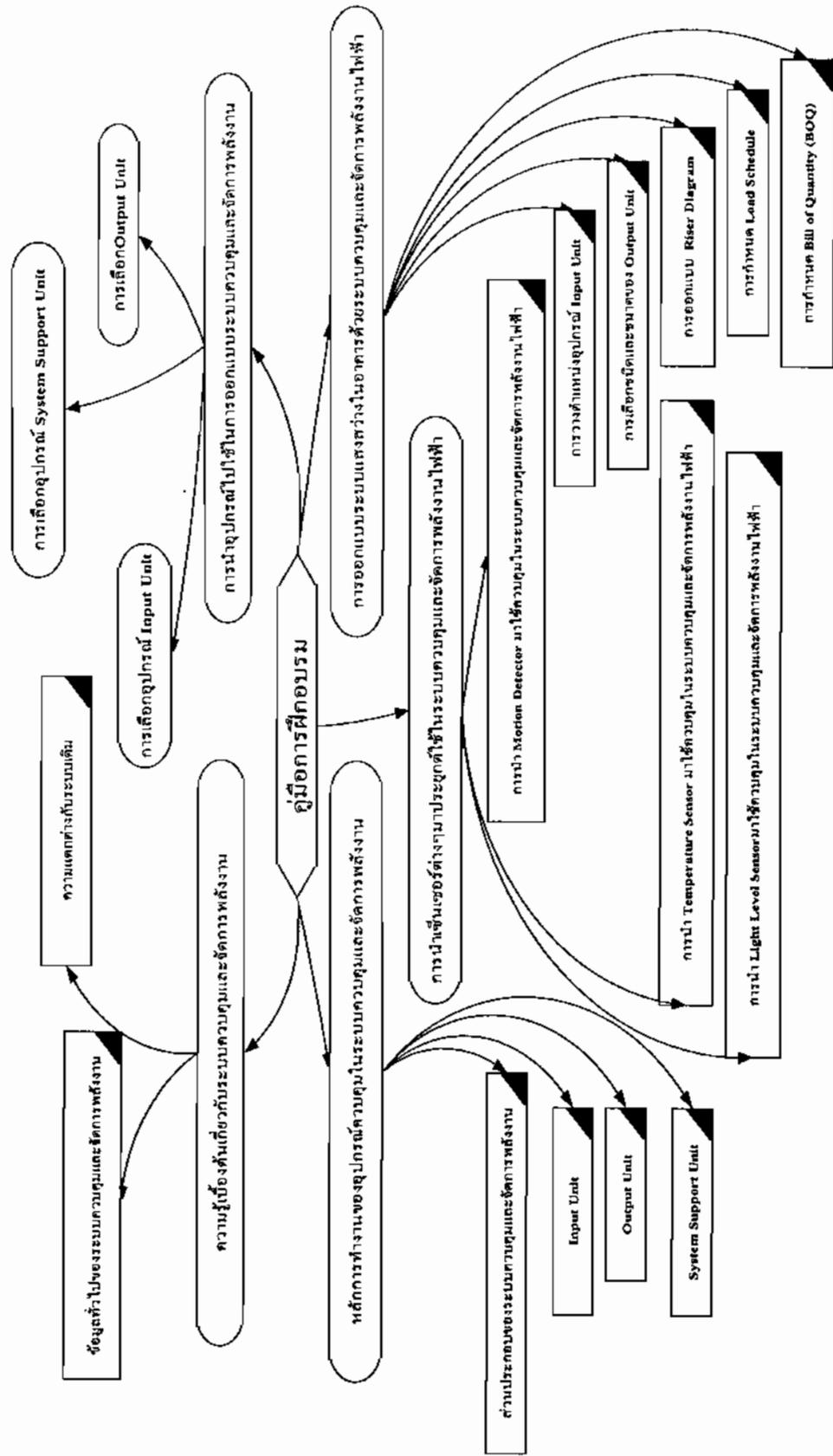
3.2.5 กำหนดรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง และประเมินความสำคัญ ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า จากแหล่งข้อมูลตามหัวข้อที่ 3.2.3 เพื่อมากำหนดรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเรื่อง แล้วทำการประเมินความสำคัญรายละเอียดของเนื้อหา เหมือนกับหัวข้อ 3.2.4 ซึ่งผลปรากฏว่า รายละเอียดของเนื้อหาในทุกหัวข้อเรื่องจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของหัวข้อเรื่องนั้นๆ โครงสร้าง หลักการทำงาน การเลือกชนิดของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับงาน และตัวอย่างในการ ประยุกต์ใช้งานรายละเอียดของเนื้อหาในทุกหัวข้อเรื่องเป็นการส่งเสริมความสามารถในการ แก้ปัญหาในการเรียน โดยหัวข้อเรื่องทั้งหมดมีความสำคัญมาก (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 64-69)

3.2.6 กำหนดความรู้ที่ต้องการของหัวข้อเรื่องและประเมินความสำคัญ ผู้วิจัยได้กำหนด ความรู้ที่ต้องการ ในแต่ละหัวข้อเรื่อง โดยพิจารณาจากรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่องที่ได้จาก หัวข้อ 3.2.5 และประเมินความสำคัญของความรู้ ได้แก่ การฟื้นคืนความรู้ (R) การประยุกต์ความรู้ (A) และการส่งถ่ายความรู้ (T) โดยกำหนดความสำคัญของหัวเรื่องเป็น XIO โดย X แทน ความสำคัญมาก I แทนความสำคัญปานกลาง O แทนความสำคัญน้อย ผลการประเมินความสำคัญ ของความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ ปรากฏว่าความรู้ที่อยู่ในระดับ การฟื้นคืนความรู้ 17 หัวข้อ มี ความสำคัญ 8 หัวข้อ การประยุกต์ความรู้ 2 หัวข้อ มีความสำคัญมาก 1 หัวข้อ และการส่งถ่ายความรู้ 3 หัวข้อ มีความสำคัญมาก 2 หัวข้อ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 70-74)

3.2.7 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อได้ความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ใน แต่ละหัวข้อเรื่องแล้ว นำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้คำกริยาที่บ่งบอกถึง ลักษณะพฤติกรรมที่สามารถวัดพฤติกรรมนั้นได้ เช่น บอก อธิบาย เขียน คำนวณ แล้วทำการ ประเมินความสำคัญ XIO ตามระดับความรู้ 3 ระดับ คือ ฟื้นคืนความรู้ (R) การประยุกต์ความรู้ (A) และการส่งถ่ายความรู้ (T) ได้จำนวนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 22 ข้อ โดยอยู่ในระดับฟื้น คืนความรู้ 17 หัวข้อ การประยุกต์ความรู้ 2 หัวข้อ และการส่งถ่ายความรู้ 3 หัวข้อ เพื่อออกข้อสอบ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 76-82)

3.2.8 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการนำผลการวิเคราะห์หลักสูตรการฝึกอบรม ที่ผู้วิจัย ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของหน่วยเรียน หัวข้อย่อย และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และได้นำข้อเสนอนแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุง

3.2.9 นำหลักสูตรการฝึกอบรมที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว ไปสร้างเป็นชุด ฝึกอบรม



ภาพที่ 3-3 แผนภูมิปะการัง (Coral Pattern Model) แสดงการรวบรวมเนื้อหาการฝึกอบรม

จากแผนภูมิปะการังกำหนดหลักสูตรชุดการฝึกอบรมเรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

หลักสูตร	การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
วัตถุประสงค์	<ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบมีความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ในอาคาร 2. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างได้อย่างถูกต้อง 3. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพิ่มมากขึ้น 4. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบมีประสิทธิภาพในการทำงานออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพิ่มมากขึ้น

ระยะเวลาการฝึกอบรม	ผู้รับการฝึกจะได้เรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
คุณสมบัติผู้เข้าอบรม	<ol style="list-style-type: none"> 1. เป็นวิศวกรไฟฟ้าหรือช่างเทคนิคมีพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร 2. ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร 3. เป็นผู้มีสภาพร่างกายพร้อม และสามารถเข้ารับการฝึกได้ตลอด

หลักสูตร

วันที่	เวลา	รายการ
1	8.30 น. – 9.00 น.	เปิดการฝึกอบรม
	9.00 น. – 09.30 น.	บทนำ
	09.30 น. – 11.30 น.	ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบไฟฟ้าของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	11.30 น.-11.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	11.45 น.-12.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	12.00 น. – 13.00 น.	พักกลางวัน
	13.00 น. – 15.30 น.	ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	15.30 น. – 15.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม

วันที่	เวลา	รายการ
	15.45 น. – 16.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
2	8.30 น. – 10.00 น.	การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	10.00 น. – 10.15 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	10.15 น. – 10.30 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	10.30 น. – 12.00 น.	การนำตัวตรวจจับต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	12.00 น. – 13.00 น.	พักกลางวัน
	13.00 น. – 14.30 น.	การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วย ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	14.30 น. – 14.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	14.45 น. – 15.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	15.00 น. – 15.30 น.	บรรยายสรุปรวม
	15.30 น. – 16.00 น.	ทดสอบหลังการฝึกอบรม
	16.00 น. – 16.30 น.	ประเมินผล ปิดการฝึกอบรม

วิธีการฝึกอบรม บรรยาย/ปฏิบัติ

วิธีการประเมินผล ทดสอบแบบฝึกหัดท้ายเรื่องและผลการสอบแบบทดสอบหลังฝึกอบรม

เกณฑ์การประเมินผล ผลการทดสอบไม่ต่ำกว่า 80%

ระยะเวลาอบรม 2 วัน

จำนวนผู้เข้าอบรม 20 คน

รายละเอียดหัวข้อเรื่อง

1. ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบไฟฟ้าของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

เรียนรู้หลักการและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ความแตกต่างจากระบบควบคุมแสงสว่างแบบเดิม ประโยชน์ของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า และคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

2. ส่วนประกอบและหลักการการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ ควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้า

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบ โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะมีส่วนประกอบอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน อุปกรณ์ด้านควบคุม อุปกรณ์ด้านกำลัง อุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ

3. การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในบทนี้จะเรียนรู้ถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ในแต่ละและส่วนประกอบและการนำอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานไปใช้ในการออกแบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

4. การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง

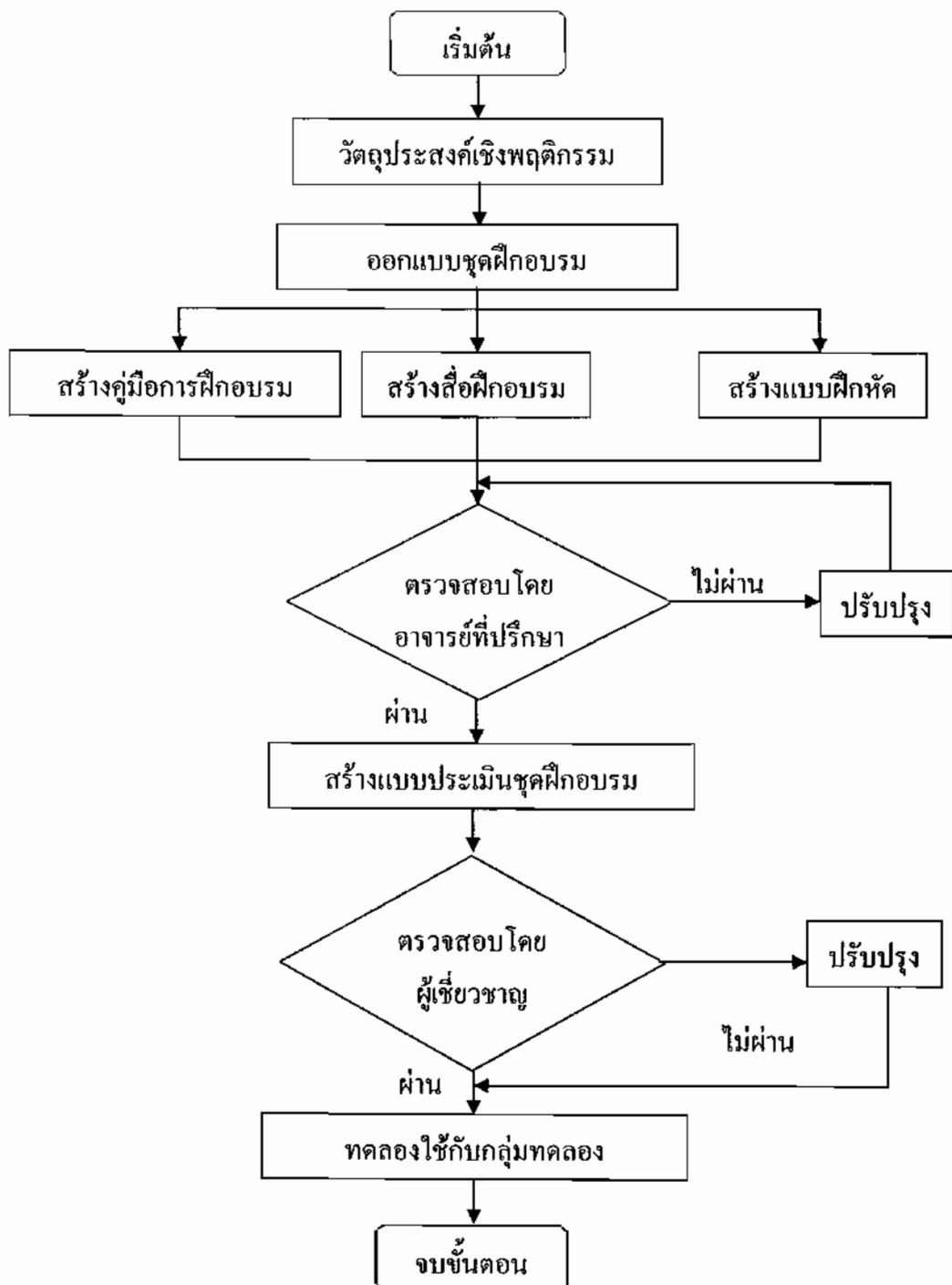
ในหน่วยการเรียนรู้นี้จะเรียนรู้ถึงอุปกรณ์เซ็นเซอร์ หลักการทำงาน ชนิดของเซ็นเซอร์ การติดตั้ง และการนำไปใช้งานในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานซึ่งเป็นคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

5. การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบ ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในหน่วยนี้จะเรียนรู้ถึงการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานในภาคทฤษฎีจะยกตัวอย่างการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานและภาคปฏิบัติจะทำการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารจากใบงานปฏิบัติที่มีให้ เพื่อวัดความรู้ที่ผ่านมามีทั้งหมดมาใช้งานได้จริง

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมินผล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้นคือ ชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย คู่มือวิทยากร สื่อการสอน โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

จากภาพที่ 3-4 สามารถอธิบายได้ดังนี้

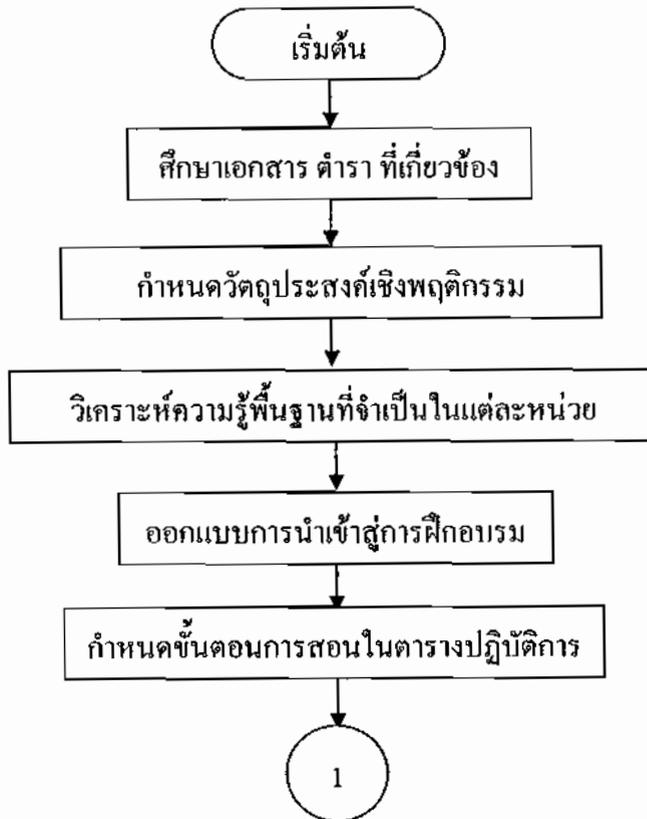
3.3.1 ออกแบบชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรในหัวข้อที่ 3.3 มาใช้อ้างอิงในการทำชุดการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย คู่มือวิทยากร สื่อการสอน แบบทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

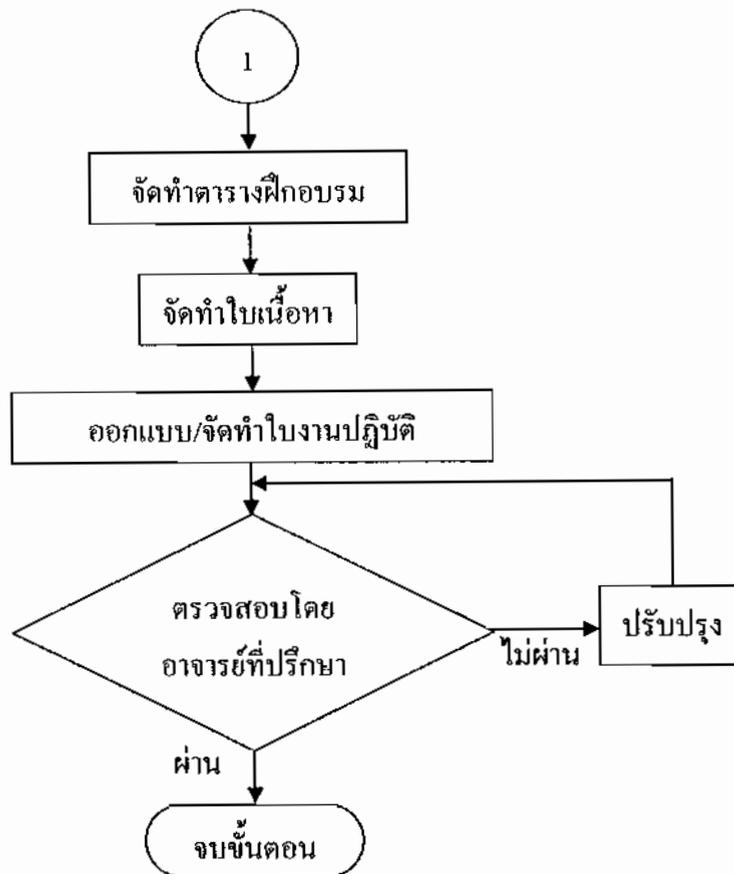
3.3.1.1 สร้างคู่มือวิทยากร ประกอบด้วย

- ก. หลักสูตรการฝึกอบรม
- ข. รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ค. ชั้นปฏิบัติการหรือตารางปฏิบัติการ
- ง. ใบเนื้อหา
- จ. แบบฝึกหัดท้ายบท แบบทดสอบ พร้อมเฉลย
- ฉ. ใบงานปฏิบัติ พร้อมแนวคำตอบ

โดยมีขั้นตอนการจัดทำดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการสร้างคู่มือวิทยากร



ภาพที่ 3-5 (ต่อ)

จากภาพที่ 3-5 สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.3.1.2 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำคู่มือวิทยากรจากตำรา และเอกสารต่างๆ จนเข้าใจ ก่อนที่เริ่มทำคู่มือวิทยากร

3.3.1.3 รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรฝึกอบรมมาใส่ไว้หน้าแรกของทุกหน่วยเพื่อให้ผู้สอนทราบถึงจุดมุ่งหมายที่จะทำให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผล

3.3.1.4 วิเคราะห์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในแต่ละหน่วย เป็นการกำหนดความรู้เดิมที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้มาก่อนที่จะเรียนในบทเรียนนี้ต่อไป

3.3.1.5 ออกแบบการนำเข้าสู่การฝึกอบรม โดยคิดออกแบบการสร้างปัญหาในแต่ละหน่วย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อการเรียน

3.3.1.6 กำหนดขั้นตอนการสอนในตารางปฏิบัติการ เป็นการกำหนดเวลาให้สอดคล้องกับเนื้อหา และการสอนในแต่ละขั้นตอนว่าจะใช้เวลานานเท่าไร เพื่อเป็นเกณฑ์ในการควบคุมเวลา โดยจะกำหนดเวลาหรือลักษณะกิจกรรมตามช่องที่กำหนด

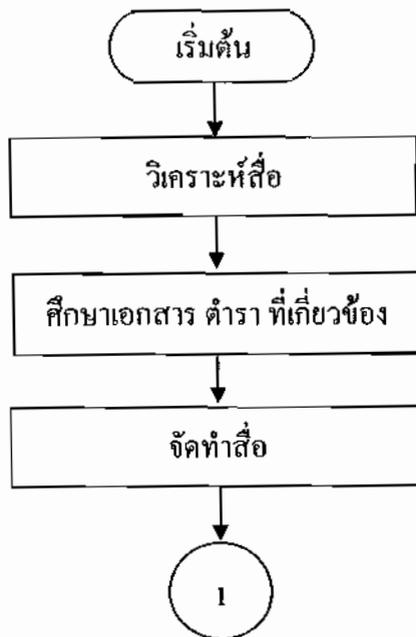
3.3.1.7 จัดทำใบเนื้อหา ใบเนื้อหาเป็นเอกสารประกอบการสอน ซึ่งไว้สำหรับเพิ่มรายละเอียดที่ไม่สามารถเขียนบนกระดานหรือแสดงเนื้อหาได้ทั้งหมด โดยการรวบรวมเอกสารต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับหัวข้อที่ต้องการให้ผู้เรียน เรียนรู้ ทั้งหมด 5 เรื่อง โดยเรื่องที่ 1 มีจำนวนใบเนื้อหา 6 หน้า เรื่องที่ 2 มีจำนวนใบเนื้อหา 4 หน้า เรื่องที่ 3 มีจำนวนใบเนื้อหา 1 หน้า เรื่องที่ 4 มีจำนวนใบเนื้อหา 3 หน้า เรื่องที่ 5 มีจำนวนใบเนื้อหา 12 หน้า รวมทั้งหมด 36 หน้า

3.3.1.8 ออกแบบฝึกหัด แบบทดสอบ พร้อมเฉลย

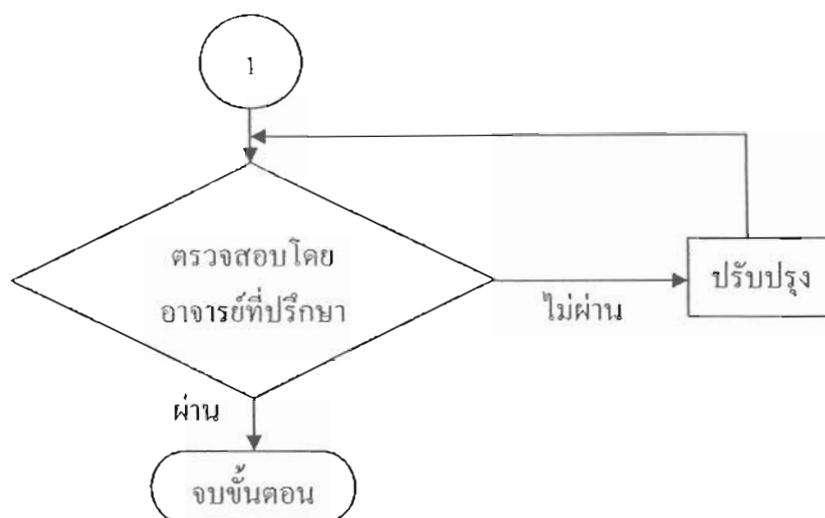
3.3.1.9 ออกแบบ จัดทำใบงานปฏิบัติ พร้อมแนวคำตอบ ถาตอบ เป็นการแสดงแนวคำตอบแนวคำตอบเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนใช้ถามในการสอนแต่ละวัตถุประสงค์โดยจัดตั้งคำถามและคำตอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3.1.10 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุง

3.3.1.11 สร้างสื่อการสอน การเลือก และสร้างสื่อการเรียนการสอนพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยต้องสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มากที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน



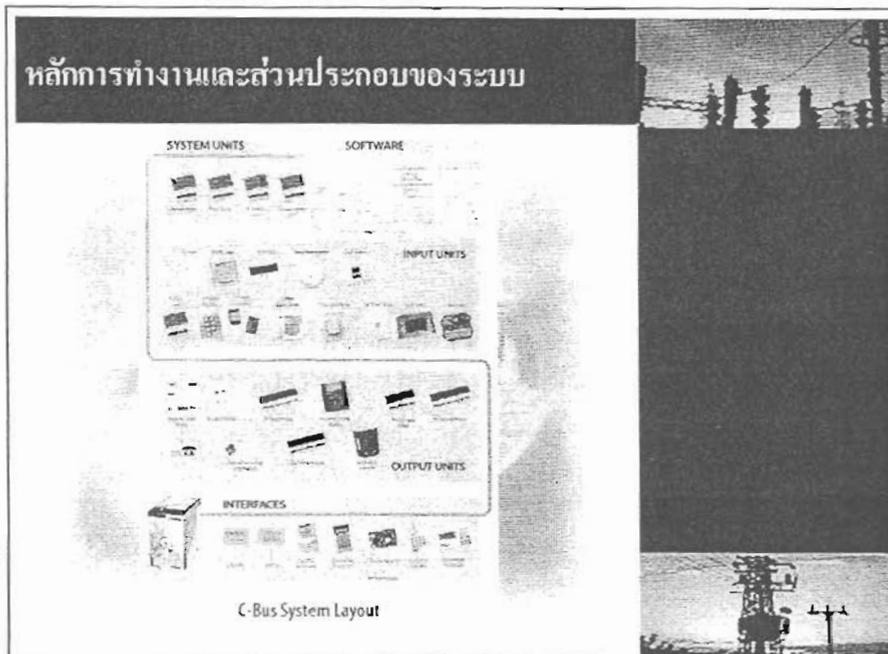
ภาพที่ 3-6 (ต่อ)

จากภาพที่ 3-6 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ก. วิเคราะห์สื่อการเรียนการสอน วิเคราะห์จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการกำหนดสื่อให้หลากหลาย แล้วทำการเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละข้อของบทเรียน พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกสื่อต่างๆ โดยผู้วิจัยได้เลือกสื่อที่ใช้ประกอบการสอนทั้งหมด 3 สื่อ ได้แก่ เพาเวอร์พอยต์ อุปกรณ์จริง และชุดสาธิต (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 111-118)

ข. ศึกษาเอกสาร และคำราที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารการทำเพาเวอร์พอยต์ โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์และชุดสาธิตเพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้วิเคราะห์ไว้

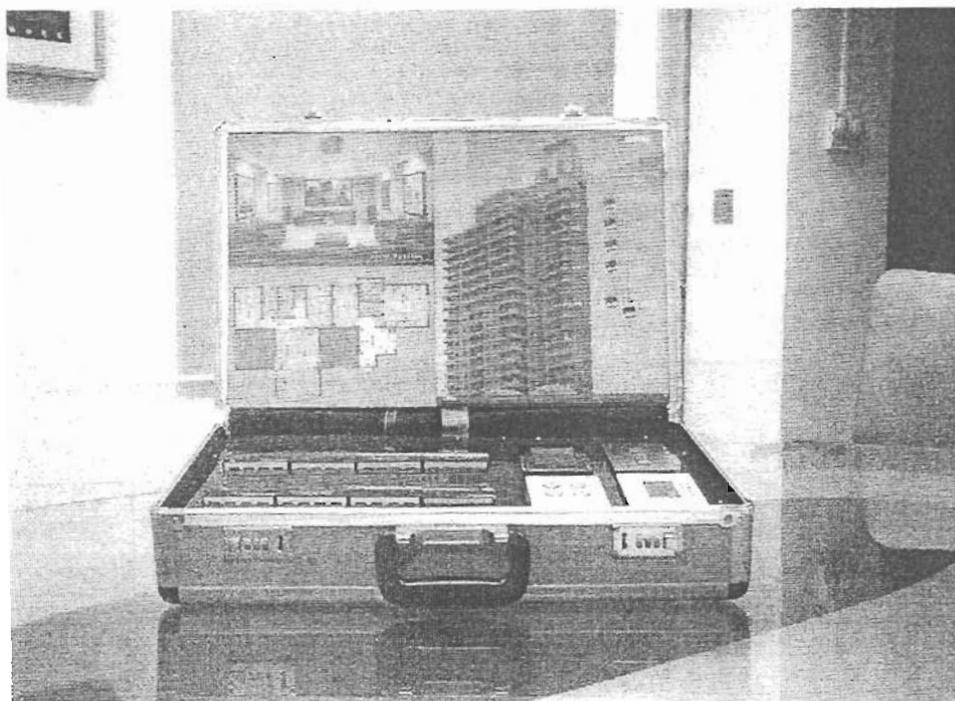
ค. จัดทำสื่อการเรียนการสอน โดยสื่อการสอนที่จัดทำได้แก่ ชุดนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์เป็นซีดีสร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูปของไมโครซอฟต์ เพาเวอร์พอยต์ใช้ประกอบการสอนทุกหัวเรื่อง โดยการสร้างชุดนำเสนอในแต่ละเรื่องจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมดโดยประกอบด้วย 5 เรื่อง เรื่องที่ 1 มีจำนวน 23 สไลด์ เรื่องที่ 2 มีจำนวน 9 สไลด์ เรื่องที่ 3 มีจำนวน 37 สไลด์ เรื่องที่ 4 มีจำนวน 9 สไลด์ รวมเรื่องที่ 5 มีจำนวน 9 สไลด์ ทั้งหมด 87 สไลด์ แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-7 ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

ชุดสาธิต เป็นการจำลองการทำงานจากภาคทฤษฎี มาใช้ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งชุดสาธิตจะช่วยลดจินตนาการของผู้เรียนให้เข้าใจเนื้อหาในแต่ละเรื่องได้ดียิ่งขึ้น มีทั้งหมด 3 หัวเรื่อง ประกอบด้วยเรื่องที่ 1 ได้แก่เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงาน เรื่องที่ 2 ได้แก่หลักการทํางานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า เรื่องที่ 3 ได้แก่เรื่อง การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รวมทั้งหมด 2 ชุด ดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 ตัวอย่างชุดสาริต

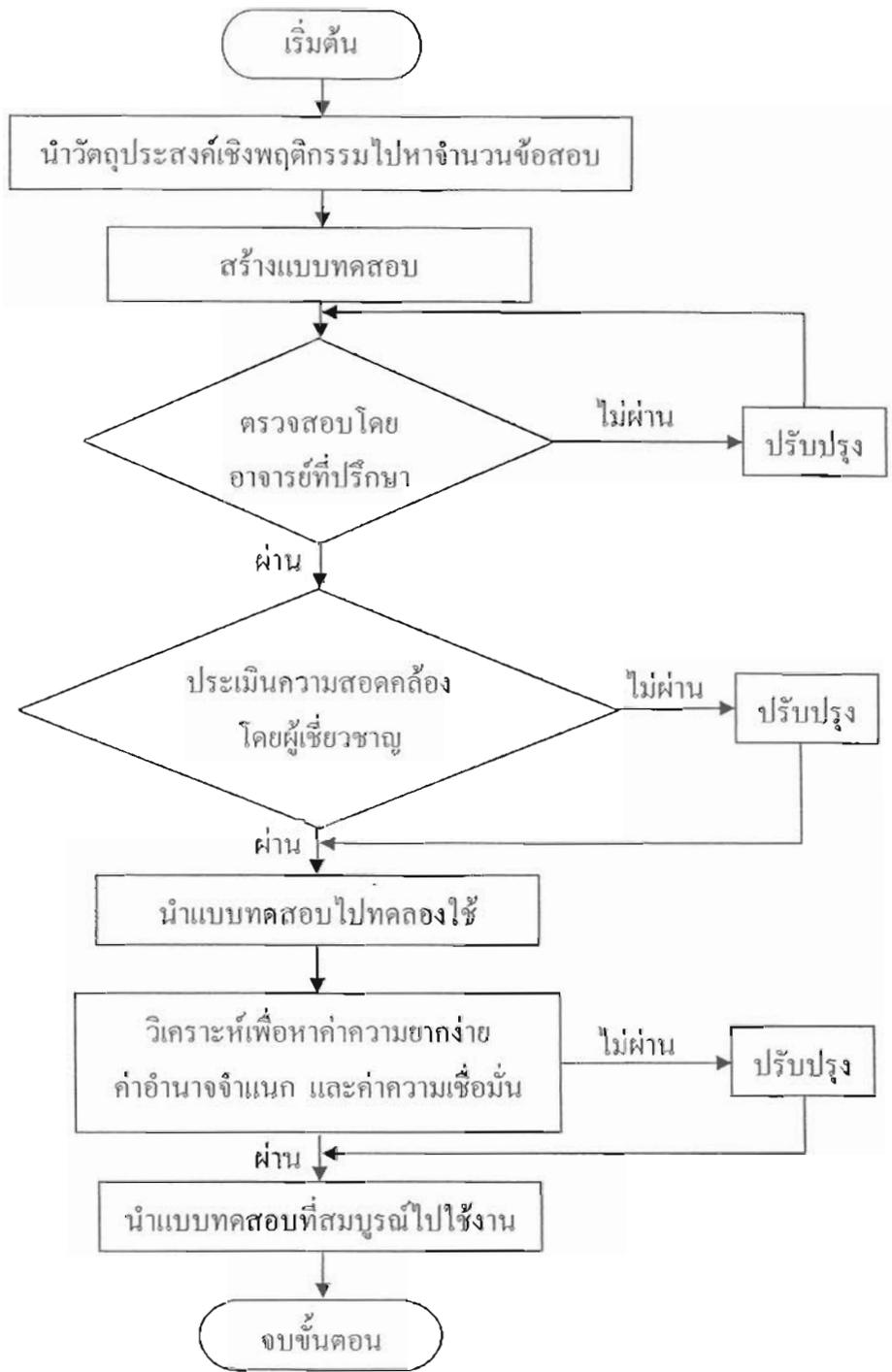
ง. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.3.1.12 สร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ก) แบบทดสอบท้ายบท สำหรับวัดความก้าวหน้าระหว่างเรียนแต่ละหัวเรื่องซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยได้สร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทุกหัวเรื่องมีทั้งหมด 49 ข้อ

ข) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้ผู้วิจัยได้สร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 50 ข้อ เช่นเดียวกัน โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

จากภาพที่ 3-9 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ก) นำวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา และการศึกษาจากหลักสูตรทั้งหมดมาลงในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective Listing Sheet) เพื่อกำหนดระดับการเรียนรู้ ความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ (XIO) และระดับคะแนน (321) โดยพิจารณาจากความยากง่ายของเนื้อหาปริมาณเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ทำการรวบรวมน้ำหนักคะแนนในแต่ละวัตถุประสงค์ เป็นน้ำหนักคะแนนสำคัญ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 80-84) แล้วนำค่าน้ำหนักคะแนนที่ได้จากการประเมินความสำคัญตามระดับวัตถุประสงค์มาใส่ลงในตารางวิเคราะห์ออกข้อสอบ (Test - Blueprint) เพื่อกำหนดจำนวนแบบทดสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ โดยการกำหนดจำนวนข้อสอบตามน้ำหนักคะแนนสำคัญ หรือนำน้ำหนักคะแนนทุกหัวเรื่องรวมกัน แล้วกำหนดการออกข้อสอบตามจำนวนวัตถุประสงค์ ทำการหาค่าน้ำหนักคะแนนรายข้อแล้วนำไปคำนวณจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวเรื่อง เช่น รวมคะแนนสำคัญทุกหัวเรื่องได้ 50 คะแนน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 76-80)

ง) การสร้างแบบฝึกหัดท้ายเรื่องเพื่อใช้ในการวัดในช่วงฝึกอบรมและใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ นำมาสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้มาจากการวิเคราะห์ โดยได้แบบทดสอบมีจำนวน 50 ข้อ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 81-82) แต่ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบไว้จำนวน 80 ข้อ โดยเพิ่มจำนวนข้อสอบตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีระดับสติปัญญาขั้นประยุกต์ความรู้ หรือส่งถ่ายความรู้ เพราะระดับวัตถุประสงค์ระดับประยุกต์ความรู้ เป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่ขั้นพื้นฐานความรู้ ไปยังขั้นประยุกต์ความรู้ และระดับวัตถุประสงค์ขั้นส่งถ่ายความรู้ เป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่ขั้นพื้นฐานความรู้ ขึ้นประยุกต์ความรู้ จนถึงขั้นส่งถ่ายความรู้ ดังนั้นเพื่อให้มีแบบทดสอบครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อผ่านการหาคุณภาพ จึงต้องเพิ่มจำนวนข้อของแบบทดสอบในระดับวัตถุประสงค์ดังกล่าว

จ) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ฉ) ประเมินหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ โดยดัชนีความสอดคล้อง ที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 83-85)

ช) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปหาคุณภาพ โดยการนำไปทดลองใช้กับวิศวกรที่มีความรู้ด้านการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทบทวนเนื้อหาบางส่วนให้เข้าใจก่อนการทำแบบทดสอบ โดยใช้นักศึกษาจำนวน 4 คน วิเคราะห์หาคุณภาพของ

แบบทดสอบโดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบกลุ่มทดลองนำมาทำการวิเคราะห์ หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยใช้โปรแกรม Simple Items Analysis (SIA) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25-0.75 มีค่าเฉลี่ย 0.48 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -2.00-1.00 มีค่าเฉลี่ย 0.17 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.990 (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. หน้า 86-89)

ข) เลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัย โดยแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าแบบทดสอบนั้นสามารถจำแนกคนเก่ง และคนอ่อนได้ (ล้วนและอังคณา, 2539: 168) โดยได้แบบทดสอบที่ผ่านการหาคุณภาพที่นำไปใช้กับแบบทดสอบท้ายบท และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ

3.3.2 การสร้างแบบประเมินผลชุดฝึกอบรม แบบประเมินชุดฝึกอบรม ที่สร้างขึ้นมี 2 แบบ ได้แก่

3.3.2.1 แบบสอบถามความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดค่าคะแนนออกมา 5 ระดับ (ชูศรี, 2544:75) (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 106-108) แบบประเมินผลที่สร้างขึ้นมี 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบประเมินผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดการสอนในด้านแผนการฝึกอบรม ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบหลังเรียน ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และด้านสื่อการสอน

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

3.3.2.2 แบบประเมินความสอดคล้อง ของแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำแบบทดสอบที่ได้จัดเรียงตรงตามวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ มาเขียนลงในตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ

3.3.3 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก จ. หน้า 96)

โดยนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นได้แก่ คู่มือวิทยากร สื่อการสอน แบบทดสอบ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ในด้านความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา สื่อการเรียนการสอน แบบทดสอบ และความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กับแบบทดสอบ แสดงผลดังนี้

3.3.3.1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอน ดังนี้
 ตารางที่ 3-1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการฝึกอบรม

ข้อที่	ข้อความความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	แปลความ
ด้านเนื้อหา				
1	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.40	0.54	ดี
2	ความถูกต้องของเนื้อหา	4.20	0.44	ดี
3	เนื้อหาแยกย่อยได้	4.40	0.54	ดี
4	การเรียง ลำดับเนื้อหา	4.20	0.44	ดี
5	ความเหมาะสมในการใช้ภาษา	4.20	0.83	ดี
ด้านสื่อ				
1	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับสื่อ	4.40	0.54	ดี
2	ความเหมาะสม ชนิดของสื่อฝึกอบรม	4.20	0.44	ดี
3	ขนาดของภาพและสีที่ใช้ประกอบสื่อ	4.40	0.54	ดี
4	ขนาดตัวอักษร	4.60	0.54	ดีมาก
5	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.20	0.83	ดี
ด้านใบปฏิบัติงาน				
1	รูปแบบของใบปฏิบัติงาน	4.20	0.83	ดี
2	ความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์	4.20	0.83	ดี
3	ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	4.40	0.54	ดี
4	ความชัดเจนในการสั่งการ	4.40	0.54	ดี
5	ความสอดคล้องในการบันทึกค่า	4.00	0.70	ดี

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	แปลความ
ด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ				
1	ครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.80	0.44	ดีมาก
2	เหมาะสมกับระดับวัตถุประสงค์	4.80	0.44	ดีมาก
3	จำนวนข้อของปัญหาโจทย์ในแบบทดสอบ	4.80	0.44	ดีมาก
4	ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้	4.60	0.54	ดีมาก
5	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	4.80	0.44	ดีมาก
6	ตัวลวงมีคุณภาพ	4.80	0.44	ดีมาก
ด้านการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม				
1	การเตรียมนำก่อนการฝึกอบรม	4.80	0.44	ดีมาก
2	วิธีการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม	4.60	0.44	ดีมาก
3	ระยะเวลากับเนื้อหาการฝึกอบรม	4.80	0.54	ดีมาก
4	ลำดับขั้นการจัดฝึกอบรม	4.80	0.44	ดีมาก
ด้านเอกสารฝึกอบรม				
1	ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของเอกสาร	4.60	0.89	ดีมาก
2	ความชัดเจนในการอธิบาย	4.80	0.44	ดีมาก
3	ความสวยงามและสะดวกต่อการใช้งาน	4.60	0.54	ดีมาก
4	การจัดลำดับขั้นการให้ความรู้	4.60	0.54	ดีมาก
5	ความชัดเจนในการอธิบายภาพ	4.80	0.44	ดีมาก
6	การจัดรูปเล่ม	4.60	0.89	ดีมาก

จากตารางที่ 3-1 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีความคิดเห็นต่อ ชุดการสอน ด้านแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (4.77) รองลงมาคือด้านการจัดกิจกรรม (4.75) ด้านเอกสารการฝึกอบรม (4.67) ด้านสื่อ (4.36) และด้านเนื้อหา (4.28) ส่วนด้านใบปฏิบัติงาน (4.24)

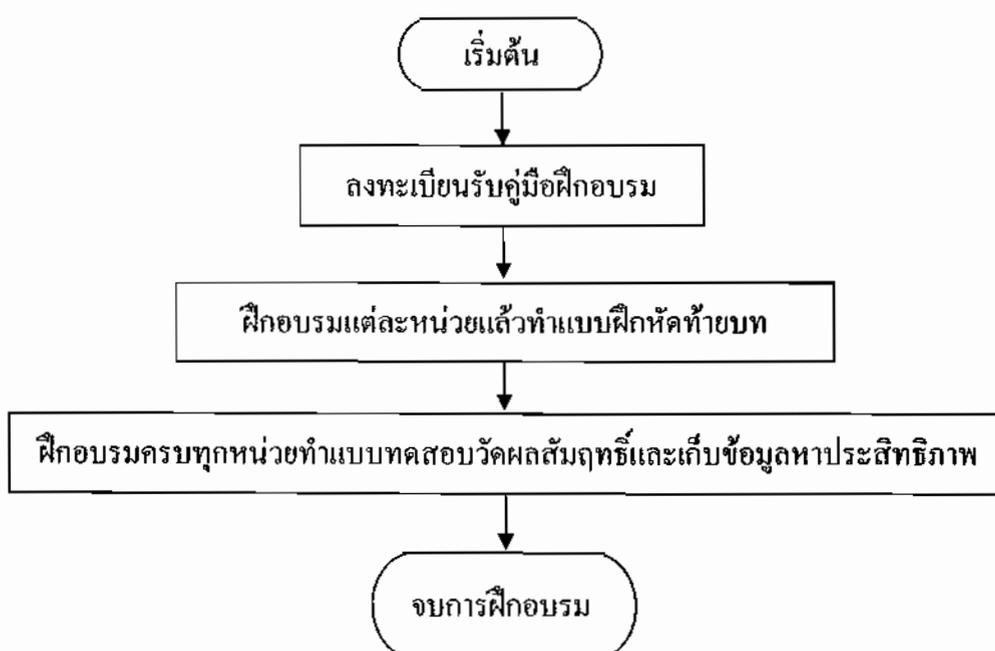
3.3.3.2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดการสอน

จากตารางที่ 3-1 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความคิดเห็นต่อชุดการสอน ด้านแผนการฝึกอบรม ด้านใบเนื้อหา ด้านแบบทดสอบหลังเรียน ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านสื่อการสอน(ชุดสาธิตและนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับชุดการสอนซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

ก) ด้านรูปภาพ ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า ภาพบางภาพที่มีส่วนประกอบรวมกันอยู่ในภาพเดียว ควรแยกส่วนต่างๆ นั้นออกมาขยายขนาดให้ใหญ่ขึ้นซึ่งจะทำให้มองเห็นได้ชัดเจน คำอธิบายในแต่ละส่วนของภาพนั้นต้องชัดเจนและไม่มากจนเกินไป และต้องสอดคล้องกับเนื้อหาให้มากที่สุด

ข) ด้านแบบทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า คำถามควรจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และไม่ควรรีใช้แนวคำถามที่ซ้ำๆ กัน

3.4 การดำเนินการทดลอง



ภาพที่ 3-10 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

3.4.1 ชุดการสอนนี้ ผู้วิจัยเป็นวิทยากรดำเนินการฝึกอบรมเอง

3.4.2 ลงทะเบียนรับคู่มือชี้แจงรายละเอียดการฝึกอบรมกับผู้เข้าฝึกอบรม ถึงรูปแบบการฝึกอบรม

3.4.3 ดำเนินการฝึกอบรมด้วยชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน 2 วัน ตามตารางปฏิบัติ (ดังรายละเอียด หน้า 47-49) และทำแบบทดสอบท้ายบทในแต่ละหัวเรื่องเพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน

3.4.4 ทดสอบหลังเรียน (Posttest) เมื่อดำเนินการสอนครบทุกหัวเรื่องแล้ว ทำการทดสอบผลการเรียนอีกครั้งด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เมื่อเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วย คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกบทเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน

3.5.5 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน (เสาวณีย์ , 2540: 56-57)

$$E_1 = \frac{(\sum X/N)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{(\sum f/N)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนทุกหัวเรื่องรวมกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 80

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ 80

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum f$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกหัวเรื่องรวมกัน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัย การสร้างชุดการฝึกอบรมเรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการ ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร โดยเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมี 3 ส่วนดังนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด

4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการฝึกอบรม

4.2.3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ฝึกอบรม

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม

ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

4.1.1 หลักสูตรชุดการฝึกอบรมเรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

หลักสูตร

การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบมีความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ในอาคาร
2. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพิ่มมากขึ้น
4. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบมีประสิทธิภาพในการทำงานออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพิ่มมากขึ้น

ระยะเวลาการฝึกอบรม

ผู้รับการฝึกจะได้เรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ 2 วัน

คุณสมบัติผู้เข้าอบรม

1. เป็นวิศวกร ไฟฟ้าหรือช่างเทคนิคมีพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
2. ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

3. เป็นผู้มีสภาพร่างกายพร้อม และสามารถเข้ารับการฝึกได้ตลอด
หลักสูตร

วันที่	เวลา	รายการ
1	8.30 น. – 9.00 น.	เปิดการฝึกอบรม
	9.00 น. – 09.30 น.	บทนำ
	09.30 น. – 11.30 น.	ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบไฟฟ้าของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้า
	11.30 น.-11.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	11.45 น.-12.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	12.00 น. – 13.00 น.	พักกลางวัน
	13.00 น. – 15.30 น.	ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	15.30 น. – 15.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	15.45 น. – 16.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
วันที่	เวลา	รายการ
2	8.30 น. – 10.00 น.	การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	10.00 น. – 10.15 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	10.15 น. – 10.30 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	10.30 น. – 12.00 น.	การนำตัวตรวจจับต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	12.00 น. – 13.00 น.	พักกลางวัน
	13.00 น. – 14.30 น.	การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วย ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	14.30 น. – 14.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	14.45 น. – 15.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	15.00 น. – 15.30 น.	บรรยายสรุปรวม
	15.30 น. 16.00 น.	ทดสอบหลังการฝึกอบรม
	16.00 น. – 16.30 น.	ประเมินผล ปิดการฝึกอบรม

วิธีการฝึกอบรม	บรรยาย/ปฏิบัติ
วิธีการประเมินผล	ทดสอบแบบฝึกหัดท้ายเรื่องและผลการสอบแบบทดสอบหลังฝึกอบรม
เกณฑ์การประเมินผล	ผลการทดสอบ ไม่ต่ำกว่า 80%
ระยะเวลาอบรม	2 วัน
จำนวนผู้เข้าอบรม	20 คน
รายละเอียดหัวข้อเรื่อง	

1. ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบไฟฟ้าของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

เรียนรู้หลักการและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ความแตกต่างจากระบบควบคุมแสงสว่างแบบเดิม ประโยชน์ของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า และคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

2. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบ โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะมีส่วนประกอบอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน อุปกรณ์ด้านควบคุม อุปกรณ์ด้านกำลัง อุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ

3. การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในบทนี้จะเรียนรู้ถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ในแต่ละและส่วนประกอบและการนำอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไปใช้ในการออกแบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

4. การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง

ในหน่วยการเรียนนี้จะเรียนรู้ถึงอุปกรณ์เซ็นเซอร์ หลักการทำงาน ชนิดของเซ็นเซอร์ การติดตั้ง และการนำไปใช้งานในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานซึ่งเป็นคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

5. การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบ ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

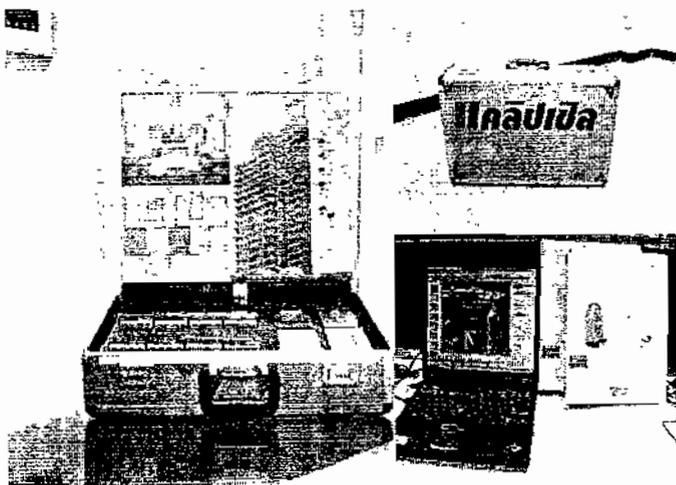
ในหน่วยนี้จะเรียนรู้ถึงการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานในภาคทฤษฎีจะยกตัวอย่างการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานและภาคปฏิบัติจะทำการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารจากใบงานปฏิบัติที่มีให้ เพื่อวัดความรู้ที่ผ่านมาทั้งหมดมาใช้งานได้จริง

4.1.2 คู่มือครู ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางปฏิบัติการพื้นฐานความรู้เดิม
ของผู้เรียน บทนำใบเนื้อหา

4.1.3 สื่อการสอน ได้แก่ นำเสนอเพาเวอร์พอยต์ร่วมกับภาพเคลื่อนไหว และชุดสาธิต

4.1.4 แบบฝึกหัด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์พร้อมเฉลย

ชุดการฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ชุดการฝึกอบรมเรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
สรุปรายละเอียดของชุดการฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดของชุดการฝึกอบรมเรื่องการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงาน
ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

เรื่องที่	วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม จำนวน (ข้อ)	ใบเนื้อหา จำนวน (หน้า)	ภาพนิ่ง จำนวน (สไลด์)	อุปกรณ์จริง (ชุด)	ชุดสาธิต จำนวน (ชุด)	แบบทดสอบท้าย บท จำนวน (ข้อ)	แบบ ทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ จำนวน (ข้อ)
1	4	6	23	-	1	7	7
2	5	4	9	-	1	9	10
3	4	11	37	1	1	10	10
4	4	3	9	1	-	9	9
5	5	12	9	-	-	14	14
รวม	22	36	87	2	3	49	50

จากตารางที่ 4-1 ชุดการฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย 5 เรื่อง มีจำนวน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 22 ข้อ ใบเนื้อหาจำนวน 36 หน้า ภาพนิ่งจำนวน 87 สไลด์ อุปกรณ์จริง จำนวน 2 ชุด ชุดสาริตจำนวน 1 ชุด แบบฝึกหัดจำนวน 49 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 50 ข้อ

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

การวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด เพื่อศึกษาความก้าวหน้าระหว่างฝึกอบรม หลังจากฝึกอบรม จบในหน่วยนั้นๆ โดยการนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด มาหาค่าคะแนนเฉลี่ย แล้วคิดเป็นค่าร้อยละ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-2 และตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบฝึกหัด (E_1)

แบบฝึกหัด(E_1)	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ร้อยละ
หน่วยที่ 1	20	7	83.57
หน่วยที่ 2	20	9	82.78
หน่วยที่ 3	20	10	81.00
หน่วยที่ 4	20	9	86.11
หน่วยที่ 5	20	14	80.36
รวม	20	49	82.45

จากตารางที่ 4-2 ค่าคะแนนที่มีค่าสูงสุดคือแบบฝึกหัดที่ 4 โดยคิดเป็นร้อยละ 86.11 รองลงมา ได้แก่แบบฝึกหัดที่ 1 โดยคิดเป็นร้อยละ 83.57 และต่ำสุดได้แก่แบบฝึกหัดที่ 5 โดยคิดเป็นร้อยละ 80.36 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมทุกแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 82.45 (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 98)

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบ (E_2)

รายการ	จำนวนผู้ฝึกอบรม	คะแนนเต็ม	ร้อยละ
แบบทดสอบ(E_2)	20	50	85.60

จากตารางที่ 4-3 ค่าคะแนนมีค่าร้อยละของแบบทดสอบ 42.80 จากคะแนนเต็ม 50 คิดเป็นร้อยละ 85.60 ซึ่งเกินร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 99)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการฝึกอบรม

จากการดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดการฝึกอบรม เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการฝึกอบรมที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทุกหัวเรื่องรวมกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 80 และได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ 80 ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการฝึกอบรม

รายการ	จำนวนผู้ฝึกอบรม	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด (E_1)	20	82.45
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2)	20	85.60

จากตารางที่ 4-4 กลุ่มตัวอย่าง ทำข้อสอบในแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 82.45 และทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 85.60 (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 97-101)

4.2.3 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรม

การวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรม โดยให้ผู้เข้าฝึกอบรมที่ผ่านกระบวนการฝึกอบรมโดยชุดฝึกอบรม ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในด้านการฝึกอบรม ด้านสื่อการสอน ได้แก่ งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ และชุดสาธิต เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรมที่มีต่อการจัดการฝึกอบรมโดยใช้ชุดการฝึกอบรม ปราบกฏผลดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรม

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	\bar{X}	S.D.	แปลความ
1.	ความน่าสนใจของหัวข้อการฝึกอบรม	4.30	0.65	ดี
2.	เอกสารประกอบการฝึกอบรมอ่านเข้าใจง่าย	4.40	0.68	ดี
3.	สื่อที่ใช้ประกอบช่วยให้ท่านเข้าใจยิ่งขึ้น	4.50	0.51	ดีมาก
4.	การลำดับเนื้อหาการฝึกอบรมมีความเหมาะสมดี	4.40	0.50	ดี
5.	เนื้อหาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.50	0.51	ดีมาก
6.	แบบฝึกหัดแต่ละเรื่องช่วยให้มีทักษะมากขึ้น	4.30	0.73	ดี
7.	วิทยากรมีความรู้ ความสามารถแต่ละหัวข้อดี	4.40	0.50	ดี
8.	วิทยากรบรรยายและสาธิตละเอียดและเข้าใจง่าย	4.10	0.64	ดี
9.	วิทยากรเอาใจใส่ต่อผู้เข้าฝึกอบรมดี	4.45	0.51	ดี
10.	สถานที่ฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.50	0.51	ดีมาก
11.	ระยะเวลาในการจัดฝึกอบรมมีความเหมาะสมดี	4.40	0.59	ดี
12.	สามารถนำความรู้จากการอบรมไปประยุกต์ใช้ได้	4.80	0.41	ดีมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการฝึกอบรม เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียวเพื่อเปรียบเทียบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละหน่วยกับแบบทดสอบหลังฝึกอบรม โดยตั้งสมมติฐานในการวิจัยว่า ชุดการฝึกอบรมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และหลังจากที่ผู้เข้าฝึกอบรม ได้ฝึกอบรมด้วยชุดการฝึกอบรมที่สร้างขึ้นจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมสูงขึ้น

ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร ได้นำชุดการฝึกอบรมไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินชุดฝึกอบรมเพื่อหาคุณภาพของชุดการฝึกอบรมในด้านต่าง ๆ พบว่าชุดการฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้าน 3.54 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลางแล้วผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมไปทดลองใช้กับกลุ่มย่อย จำนวน 4 คน เพื่อหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย 0.48 มีค่าอำนาจจำแนก 0.17 ค่าความเชื่อมั่น 0.990 จากนั้นทำการปรับปรุงชุดการฝึกอบรมและแบบทดสอบให้ดียิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ วิศวกรไฟฟ้าที่ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร จำนวน 20 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง จากนั้นดำเนินการฝึกอบรมโดยใช้ชุดการฝึกอบรมที่สร้างขึ้น ให้ทำแบบทดสอบหลังจากจบแต่ละหน่วยแล้ว เมื่อฝึกอบรมครบทุกหน่วยให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม (Post-test) และให้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรม พบว่าผู้เข้าฝึกอบรมมีความคิดเห็นต่อชุดการฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้าน 4.42 ซึ่งมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากกว่านั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายบทและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียน

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.45/85.60 ซึ่งแสดงว่า ชุดการฝึกอบรมนี้ สามารถใช้ฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ 80/80

สรุปได้ว่า ชุคการฝึกอบรมเรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน และผู้เข้าฝึกอบรมที่ผ่านกระบวนการฝึกอบรมด้วยชุคการฝึกอบรมนี้มีความรู้เพิ่มขึ้นจริง และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารได้

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการสร้างชุคการฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมเนื้อหาระยะเวลา ในการฝึกอบรมเป็น ไปอย่างเหมาะสมดำเนินไปตามที่กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เหมาะสมกับระยะเวลา ชุคการฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามที่วัตถุประสงค์ในการวิจัยผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าและสามารถออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง การฝึกอบรมเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพิ่มมากขึ้นด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

ในการวิจัยครั้งนี้ปัญหาอยู่ที่การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่ได้นำไปหาความเชื่อมั่นกับกลุ่มตัวอย่างน้อยเกินไป ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นจึงอาจจะดูมีค่ามากเกินไปควรจะหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนที่มากกว่านี้เพื่อจะได้ค่าความเชื่อมั่นและแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร จะช่วยให้ประหยัดพลังงานจากการควบคุมที่เป็นระบบแต่มีส่วนอื่นที่สามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกอย่างเช่น โคมไฟ ชนิดของหลอดไฟ ครั้งต่อไปนั้นควรมีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ชนิดของโคมไฟและหลอดไฟและการเลือกใช้งานเพื่อที่จะสามารถออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารให้ประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ชาญ สวัสดิ์สาส์. คู่มือฝึกออกแบบมืออาชีพ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาข้าราชการ
พลเรือนสำนักงาน ก.พ., 2539.

ชูศรี วงศ์รัตน์. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: เทพเนรมิต
การพิมพ์, 2544.

น้อย ศิริโชติ. เทคนิคการฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : อักษรสาส์นการพิมพ์, 2523.

พิสิฐ เมธาภัทรและธีระพล เมธิกุล. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร :
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2529.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5 . กรุงเทพมหานคร :
สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น, 2538

สมพล บุญญสุวรรณ โฉ. ชุดฝึกอบรมเรื่องการออกแบบไฟฟ้าภายในอาคารด้วย EIB
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. วิทยาลัยพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้าบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546 .

สุดารัตน์ ด้วงกุล การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องเทคนิคการซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. วิทยาลัยพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546 .

สุนันท์ สังข์อ่อง. สื่อการสอนและนวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
โอเดียนสโตร์, 2526.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของหลักสูตรการฝึกอบรม

เรื่อง การฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หลักสูตร

การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบมีความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ในอาคาร
2. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบเพิ่มพูนความรู้และทักษะในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพิ่มมากขึ้น
4. เพื่อฝึกอบรมให้ผู้ออกแบบมีประสิทธิภาพในการทำงานออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพิ่มมากขึ้น

ระยะเวลาการฝึกอบรม

ผู้รับการฝึกจะได้เรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

คุณสมบัติผู้เข้าอบรม

1. เป็นวิศวกรไฟฟ้าหรือช่างเทคนิคมีพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
2. ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
3. เป็นผู้มีสภาพร่างกายพร้อม และสามารถเข้ารับการฝึกได้ตลอด

หลักสูตร

วันที่	เวลา	รายการ
1	8.30 น. – 9.00 น.	เปิดการฝึกอบรม
	9.00 น. – 09.30 น.	บทนำ
	09.30 น. – 11.30 น.	ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบไฟฟ้าของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้า
	11.30 น.-11.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	11.45 น.-12.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	12.00 น. – 13.00 น.	พักกลางวัน
	13.00 น. – 15.30 น.	ส่วนประกอบและหลักการการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	15.30 น. – 15.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	15.45 น. – 16.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง

วันที่	เวลา	รายการ
2	8.30 น. – 10.00 น.	การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	10.00 น. – 10.15 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	10.15 น. – 10.30 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	10.30 น. – 12.00 น.	การนำตัวตรวจจับต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	12.00 น. – 13.00 น.	พักกลางวัน
	13.00 น. – 14.30 น.	การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วย ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
	14.30 น. – 14.45 น.	พักทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม
	14.45 น. – 15.00 น.	ทำแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง
	15.00 น. – 15.30 น.	บรรยายสรุปรวม
	15.30 น. – 16.00 น.	ทดสอบหลังการฝึกอบรม
	16.00 น. – 16.30 น.	ประเมินผล ปิดการฝึกอบรม

วิธีการอบรม	บรรยาย/ปฏิบัติ
วิธีการประเมินผล	ทดสอบแบบฝึกหัดท้ายเรื่องและผลการสอบแบบทดสอบหลังฝึกอบรม
เกณฑ์การประเมินผล	ผลการทดสอบไม่ต่ำกว่า 80%
ระยะเวลาอบรม	2 วัน
จำนวนผู้เข้าอบรม	20 คน

รายละเอียดหัวเรื่อง

1. ความรู้เบื้องต้นของการออกแบบ ไฟฟ้าของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
 เรียนรู้หลักการและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ความแตกต่างจากระบบควบคุมแสงสว่างแบบเดิม ประโยชน์ของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า และคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

2. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบ โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะมีส่วนประกอบอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน อุปกรณ์ด้านควบคุม อุปกรณ์ด้านกำลัง อุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ

3. การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในบทนี้จะเรียนรู้ถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ในแต่ละและส่วนประกอบและการนำอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานไปใช้ในการออกแบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

4. การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในหน่วยการเรียนนี้จะเรียนรู้ถึงอุปกรณ์เซ็นเซอร์ หลักการทำงาน ชนิดของเซ็นเซอร์ การติดตั้ง และ การนำไปใช้งานในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานซึ่งเป็นคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

5. การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบ ควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ในหน่วยนี้จะเรียนรู้ถึงการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานในภาคทฤษฎีจะยกตัวอย่างการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานและภาคปฏิบัติจะทำการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารจากใบงานปฏิบัติที่มีให้ เพื่อวัดความรู้ที่ผ่านมามีทั้งหมดมาใช้งานได้จริง

ภาคผนวก ข

รายการหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล

รายการประเมินความสำคัญรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ข-1 รายการหัวข้อเรื่อง และแหล่งข้อมูล(Topic Listing Sheet) ชุดฝึกอบรม
การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง (Topic)	แหล่งข้อมูล			
	A	B	C	D
1.ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	✓	✓		✓
2.หลักการการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	✓	✓		✓
3.การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	✓	✓		✓
4.การนำตัวตรวจจับต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	✓	✓		✓
5.การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	✓	✓		✓

หมายเหตุ

- A : คำอธิบายรายวิชา
- B : เอกสารและตำรา
- C : ผู้เชี่ยวชาญ
- D : ประสบการณ์ของผู้วิจัย

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	แหล่งข้อมูล		
	A	B	C
1. ข้อมูลทั่วไปและข้อแตกต่าง		✓	✓
2. คุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า		✓	✓
3. การติดตั้งและการบำรุงรักษาเบื้องต้น		✓	✓
4. รูปแบบการเดินสายสัญญาณระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า		✓	✓

หมายเหตุ

- A : ผู้เชี่ยวชาญ
- B : เอกสารและตำรา
- C : ประสบการณ์ของผู้วิจัย

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	แหล่งข้อมูล		
	A	B	C
1. ส่วนประกอบของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน		✓	✓
2. อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)		✓	✓
3. อุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit)		✓	✓
4. อุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit)		✓	✓
5. โครงสร้างระบบควบคุมและจัดการพลังงาน		✓	✓

หมายเหตุ

A : ผู้เชี่ยวชาญ

B : เอกสารและตำรา

C : ประสบการณ์ของผู้วิจัย

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	แหล่งข้อมูล		
	A	B	C
1.คุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า		✓	✓
2.คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)		✓	✓
3.คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit)		✓	✓
4.คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit)		✓	✓

หมายเหตุ

- A : ผู้เชี่ยวชาญ
 B : เอกสารและตำรา
 C : ประสบการณ์ของผู้วิจัย

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การนำตัวตรวจจับต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	แหล่งข้อมูล		
	A	B	C
1.ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector)		✓	✓
2.ตัวตรวจจับวัดระดับแสงสว่าง (Light Level Sensor)		✓	✓
3.ตัวตรวจจับวัดระดับอุณหภูมิ(Temperature Sensor)		✓	✓
4.อุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงาน (C-Bus Energy Saving Module)		✓	✓

หมายเหตุ

- A : ผู้เชี่ยวชาญ
 B : เอกสารและตำรา
 C : ประสบการณ์ของผู้วิจัย

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	แหล่งข้อมูล		
	A	B	C
1.การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output		✓	✓
2.การเลือกชนิดและขนาดอุปกรณ์ Input และ Output		✓	✓
3.การออกแบบ Riser Diagram		✓	✓
4.การกำหนด Load Schedule		✓	✓
5.การกำหนด Bill of Quantity (BOQ)		✓	✓

หมายเหตุ

- A : ผู้เชี่ยวชาญ
- B : เอกสารและตำรา
- C : ประสบการณ์ของผู้วิจัย

ตารางที่ ข-2 รายการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง

(Topic Detailing Valuation Sheet)

หัวข้อเรื่อง (Topic)	จุดประเมิน		
	1	2	3
1.ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	I	O	X
2.หลักการการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	I	X	O
3.การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	I	X	O
4.การนำตัวตรวจจับต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	I	X	O
5.การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	I	X	O

หมายเหตุ

- 1 : การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
 2 : การส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้องสมบูรณ์
 3 : การส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

- X : มาก
 I : ปานกลาง
 O : น้อย

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

จุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	จุดประเมิน		
	1	2	3
1.ข้อมูลทั่วไปและข้อแตกต่าง	X	O	O
2.คุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	X	O	O
3.การติดตั้งและการบำรุงรักษาเบื้องต้น	X	I	O
4.รูปแบบการเดินสายสัญญาณระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	X	I	O

หมายเหตุ

1 : การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

2 : การส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้องสมบูรณ์

3 : การส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	จุดประเมิน		
	1	2	3
1.ส่วนประกอบของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	X	I	O
2.อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)	X	I	O
3.อุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit)	X	I	O
4.อุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit)	X	I	O
5.โครงสร้างระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	X	I	O

หมายเหตุ

- 1 : การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
- 2 : การส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้องสมบูรณ์
- 3 : การส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

- X : มาก
I : ปานกลาง
O : น้อย

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	จุดประเมิน		
	1	2	3
1.คุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า	X	O	O
2.คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)	X	I	O
3.คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit)	X	I	O
4.คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit)	X	I	O

หมายเหตุ

- 1 : การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
- 2 : การส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้องสมบูรณ์
- 3 : การส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

- X : มาก
I : ปานกลาง
O : น้อย

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การนำตัวตรวจจับต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	จุดประเมิน		
	1	2	3
1.ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector)	X	I	O
2.ตัวตรวจจับวัดระดับแสงสว่าง (Light Level Sensor)	X	I	O
3.ตัวตรวจจับวัดระดับอุณหภูมิ(Temperature Sensor)	X	I	O
4.อุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงาน (C-Bus Energy Saving Module)	X	O	O

หมายเหตุ

- 1 : การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
- 2 : การส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้องสมบูรณ์
- 3 : การส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

- X : มาก
I : ปานกลาง
O : น้อย

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง (Topic)	จุดประเมิน		
	1	2	3
1.การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output	X	O	O
2.การเลือกชนิดและขนาดอุปกรณ์ Input และ Output	X	O	O
3.การออกแบบ Riser Diagram	X	O	O
4.การกำหนด Load Schedule	X	O	O
5.การกำหนด Bill of Quantity (BOQ)	X	O	O

หมายเหตุ

- 1 : การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
- 2 : การส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้องสมบูรณ์
- 3 : การส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

- X : มาก
I : ปานกลาง
O : น้อย

ตารางที่ ข-3 รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1.อธิบายข้อมูลทั่วไปและข้อแตกต่างได้		X	
2.บอกคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	I		
3.บอกวิธีการติดตั้งและการบำรุงรักษาเบื้องต้นได้	I		
4.บอกรูปแบบการเดินสายสัญญาณระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	O		

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งถ่ายความรู้

ความสำคัญ

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1.บอกส่วนประกอบของระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	X		
2.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) ได้	X		
3.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) ได้	X		
4.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit) ได้	I		
5.อธิบายโครงสร้างระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้		O	

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งถ่ายความรู้

ความสำคัญ

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1.บอกคุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	X		
2.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) ได้	I		
3.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) ได้	X		
4.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit) ได้	I		

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งถ่ายความรู้

ความสำคัญ

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การนำตัวตรวจจับต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1.บอกคุณสมบัตินของตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector) ได้	X		
2.บอกคุณสมบัตินของตัวตรวจจับระดับแสงสว่าง (Light Level Sensor) ได้	I		
3.บอกคุณสมบัตินของตัวตรวจจับระดับอุณหภูมิ (Temperature Sensor) ได้	O		
4.บอกชนิดของอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงาน (C-Bus Energy Saving Module) ได้	X		

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งผ่านความรู้

ความสำคัญ

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับวัตถุประสงค์		
	R	A	T
1.วิเคราะห์การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output ได้	X		
2.สามารถวิเคราะห์เลือกชนิดและขนาดอุปกรณ์ Input และ Output ได้			X
3.สามารถเขียนแบบ Riser Diagram ได้	X		
4.สร้างตาราง Load Schedule ได้			X
5.สามารถสร้างตาราง Bill of Quantity (BOQ) ได้			I

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งถ่ายความรู้

ความสำคัญ

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์วัตถุดิบประสงค้เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ
จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุดิบประสงค้
การวิเคราะห์ความสอดคล้องวัตถุดิบประสงค้กับข้อสอบ

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	W	คะแนน	ระดับวัตถุประสงค์			จำนวนข้อ
				R	A	T	
1.	A	I	2		I(2)		7
2.	R	I	2	I(2)			
3.	R	I	2	I(2)			
4.	R	O	1	O(1)			
รวม			7	5	2		
ข้อสอบ				5	2		7

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งถ่ายความรู้

ความสำคัญ

X : 3

I : 2

O : 1

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	W	คะแนน	ระดับวัตถุประสงค์			จำนวนข้อ
				R	A	T	
1.	R	O	1	O(1)			10
2.	R	X	3	X(3)			
3.	R	X	3	X(3)			
4.	R	I	2	I(2)			
5.	A	O	1		O(1)		
รวม			10	9	1		
ข้อสอบ				9	1		10

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งถ่ายความรู้

ความสำคัญ

X : 3

I : 2

O : 1

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	W	คะแนน	ระดับวัตถุประสงค์			จำนวนข้อ
				R	A	T	
1.	R	X	3	X(3)			9
2.	R	I	2	I(2)			
3.	R	X	2	I(2)			
4.	R	I	2	I(2)			
รวม			9	9			
ข้อสอบ				9			9

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งถ่ายความรู้

ความสำคัญ

X : 3

I : 2

O : 1

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	W	คะแนน	ระดับวัตถุประสงค์			จำนวน ข้อ
				R	A	T	
1.	R	X	3	X(3)			9
2.	R	I	2	I(2)			
3.	R	O	1	O(1)			
4.	R	X	3	X(3)			
รวม			9	9			
ข้อสอบ				9			9

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งผ่านความรู้

ความสำคัญ

X : 3

I : 2

O : 1

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	LS	W	คะแนน	ระดับวัตถุประสงค์			จำนวน ข้อ
				R	A	T	
1.	R	X	3	X(3)			14
2.	T	X	3			X(3)	
3.	R	X	3	X(3)			
4.	T	X	3			X(3)	
5.	T	I	2			I(2)	
รวม			14	6		8	
ข้อสอบ				6		8	14

หมายเหตุ LS : ระดับวัตถุประสงค์ โดย

R : พื้นต้นความรู้

A : การประยุกต์ความรู้

T : การส่งถ่ายความรู้

ความสำคัญ

X : 3

I : 2

O : 1

ตารางที่ ค-2 วิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 1 : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

หน่วยที่ 2 : หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

หน่วยที่ 3 : การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

หน่วยที่ 4 : การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

หน่วยที่ 5 : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคาร ด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับ วัตถุประสงค์	ระดับ ความสำคัญ	ข้อ สอบ	ข้อที่
1.อธิบายข้อมูลทั่วไปและข้อแตกต่างได้	A	I	2	1-2
2.บอกคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	R	I	2	3-4
3.บอกวิธีการติดตั้งและการบำรุงรักษาเบื้องต้นได้	R	I	2	5-6
4.บอกรูปแบบการเดินสายสัญญาณระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	R	O	1	7
5.บอกส่วนประกอบของระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	R	O	1	8
6.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) ได้	R	X	3	9-11
7.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) ได้	R	X	3	12-14
8.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit) ได้	R	I	2	15-16
9.อธิบาย โครงสร้างระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	A	O	1	17
10.บอกคุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	R	X	3	18-20
11.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) ได้	R	I	2	21-22
12.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) ได้	R	X	3	23-25
13.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit) ได้	R	I	2	26-27

ตารางที่ ๓-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หัวข้อเรื่อง : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับ วัตถุประสงค์	ระดับ ความสำคัญ	จำนวน ข้อ	ข้อที่
14.บอกชนิดและคุณสมบัติของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector) ได้	R	X	3	28-30
15.บอกคุณสมบัติเซ็นเซอร์วัดระดับแสงสว่าง (Light Level Sensor) ได้	R	I	2	31-32
16.บอกคุณสมบัติเซ็นเซอร์วัดระดับอุณหภูมิ (Temperature Sensor) ได้	R	O	1	33
17.บอกชนิดของอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงาน (C-Bus Energy Saving Module) ได้	R	X	3	34-36
18.วิเคราะห์การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output ได้	R T	X X	3 3	37-39 40-42
19.สามารถวิเคราะห์เลือกชนิดและขนาดอุปกรณ์ Input และ Output ได้	R	X	3	43-45
20.สามารถเขียนแบบ Riser Diagram ได้	T	X	3	46-48
21.สร้างตาราง Load Schedule ได้	T	I	2	49-50
22.สามารถสร้างตาราง Bill of Quantity (BOQ) ได้				
รวมข้อสอบทั้งหมด			50	50

ตารางที่ ๓-3 การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	0	1	1	1	4	0.80
	2	1	-1	1	1	1	3	0.60
2	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	-1	1	1	3	0.60
3	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	-1	3	0.60
4	7	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
6	9	1	0	0	1	1	3	0.60
	10	1	0	1	1	1	4	0.80
7	11	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	1	1	1	1	5	1.00
8	13	1	0	1	1	1	4	0.80
	14	1	1	1	1	1	5	1.00
9	15	0	1	-1	1	1	3	0.60
	16	1	1	1	1	1	5	1.00
10	17	1	1	1	1	1	4	0.80
	18	1	1	1	1	1	5	1.00
11	19	1	0	1	1	1	4	0.80
	20	1	1	1	1	1	5	1.00
12	21	1	1	1	1	1	5	1.00
	22	0	1	1	1	1	4	0.80
12	23	1	1	1	1	1	5	1.00
	24	1	0	1	1	1	4	0.80

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	25	1	1	1	1	1	5	1.00
13	26	1	0	1	1	1	4	0.80
	27	1	0	1	1	1	4	0.80
14	28	1	0	1	1	1	4	0.80
	29	1	0	1	1	1	4	0.80
	30	1	0	1	1	1	4	0.80
15	31	1	1	1	0	0	3	0.60
	32	1	0	1	1	1	4	0.80
16	33	1	1	-1	1	1	3	0.60
17	34	1	1	1	1	1	5	1.00
	35	1	1	1	1	1	5	1.00
	36	1	1	1	1	1	5	1.00
18	37	1	1	1	1	0	4	0.80
	38	1	1	1	1	1	5	1.00
	39	1	1	1	1	1	5	1.00
19	40	1	1	1	1	1	5	1.00
	41	1	1	1	1	0	4	0.80
	42	1	0	1	1	1	4	0.80
20	43	1	1	1	1	1	5	1.00
	44	1	1	1	1	1	5	1.00
	45	1	1	1	1	1	5	1.00
21	46	1	0	1	1	1	4	0.80
	47	1	1	1	1	1	5	1.00
	48	1	0	0	1	1	3	0.60

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
22	49	1	0	1	1	1	4	0.80
	50	1	0	1	1	1	4	0.80
รวม							207	41.4
ค่าเฉลี่ย							4.14	0.83

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดหรือเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ๆ (บุญเจิด, 2527:69)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านที่ประเมินข้อสอบทั้งหมด 50 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83

ตารางที่ ๓-4 วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบ ข้อสอบจำนวน 80 ข้อ
ผู้เข้าสอบจำนวน 4 คน

ค่าความยาก (Difficulty) และ ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)					
ข้อ 1	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 2	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 3	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 4	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 5	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 6	0.25	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก	
ข้อ 7	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 8	0.25	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก	
ข้อ 9	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 10	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 11	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 12	0.50	-1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *	
ข้อ 13	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 14	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 15	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 16	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 17	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *	
ข้อ 18	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 19	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 20	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก	
ข้อ 21	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี *	
ข้อ 22	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *	

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

ข้อ	23	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	24	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	25	0.25	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ	26	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	27	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	28	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	29	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	30	0.50	-2.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	31	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	32	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	33	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	34	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	35	0.75	-1.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	36	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	37	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	38	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	39	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	40	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	41	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	42	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	43	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	44	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	45	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	46	0.25	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ	47	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

ข้อ	48	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	49	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	50	0.50	-2.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	51	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	52	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	53	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	54	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ	55	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	56	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	57	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	58	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	59	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	60	0.75	0.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	61	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	62	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	63	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	64	0.50	-1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	65	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	66	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	67	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	68	0.75	-1.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	69	0.25	-1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	70	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	71	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	72	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

ข้อ	73	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	74	0.50	-1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	75	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	76	0.50	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	77	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ	78	0.75	-1.00	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	79	0.25	-1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี *
ข้อ	80	0.50	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 13 14 15 16 18 19
20 23 24 25 28 29 31 33 38 40 42 43 44 45 46 47 48 49 51 52 55 56 57 58 59 62
63 65 67 70 72 73 75 77 80 จำนวนข้อสอบ 52 ข้อ

ตารางที่ ค-5 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก แบบทดสอบ

	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
ค่าต่ำสุด	0.25	- 2.00	(สูตร KR.20) = 0.990
ค่าสูงสุด	0.75	1.00	
ค่าเฉลี่ย	0.48	0.17	

ภาคผนวก ง

ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ของกลุ่มตัวอย่าง
ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบ ของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ง-1 คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ของกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ผลคะแนนการทำแบบฝึกหัด					รวม (49)
	หน่วยที่ 1 (7)	หน่วยที่ 2 (9)	หน่วยที่ 3 (10)	หน่วยที่ 4 (9)	หน่วยที่ 5 (14)	
1	6	7	9	8	12	42
2	5	7	8	7	11	38
3	6	8	8	9	12	43
4	6	8	7	8	11	40
5	5	7	6	8	9	35
6	6	7	8	7	10	38
7	5	5	7	9	9	35
8	4	6	9	7	11	37
9	7	8	10	8	13	46
10	6	8	9	7	12	42
11	6	9	8	8	11	42
12	5	6	7	7	12	37
13	6	9	8	9	13	45
14	7	8	9	7	11	42
15	6	8	9	8	10	41
16	5	7	8	7	12	39
17	7	7	7	7	12	40
18	6	8	8	9	13	44
19	7	8	8	7	11	41
20	6	8	9	8	10	41
รวม	117	149	162	155	225	808
ค่าเฉลี่ย	5.85	7.45	8.10	7.75	11.25	40.40
ร้อยละ	83.57	82.78	81.00	86.11	80.36	82.45

ตารางที่ ๓-2 คะแนนจากการทำแบบทดสอบ ของกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ผลคะแนนการทำแบบทดสอบรวม (50)
1	43
2	43
3	41
4	40
5	38
6	39
7	40
8	45
9	48
10	44
11	45
12	43
13	42
14	45
15	46
16	39
17	43
18	46
19	42
20	44
รวม	856
ค่าเฉลี่ย	42.80
ร้อยละ	85.60

การหาค่าประสิทธิภาพของชุดการฝึกอบรม

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum X / N \times 100}{A} \quad (\%)$$

$$E_2 = \frac{\sum F / N \times 100}{B} \quad (\%)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบฝึกหัดคิดเป็นร้อยละ 80

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลัง

เรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ 80

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เข้าฝึกอบรมจากการทำแบบฝึกหัด

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เข้าฝึกอบรมจากการทำแบบทดสอบ

N คือ จำนวนผู้เรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

การคำนวณหาประสิทธิภาพระหว่างเรียนของชุดการฝึกอบรม

จากตาราง $\sum X = 808$; $A = 49$; $N = 20$

$$E_1 = \frac{808 / 20 \times 100}{49}$$

ดังนั้นประสิทธิภาพระหว่างเรียนของชุดฝึกอบรม คือ 82.45

การคำนวณหาประสิทธิภาพหลังเรียนของชุดการฝึกอบรม

จากตาราง $\Sigma F = 856 ; A = 50 ; N = 20$

$$E_2 = \frac{856 / 20 \times 100}{50}$$

ดังนั้นประสิทธิภาพระหว่างเรียนของชุดฝึกอบรม คือ 85.60

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินชุดการฝึกอบรม

ผลการประเมินคุณภาพชุดการฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร. พยุง มีสังข์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผศ. วิทยา ประยงค์พันธุ์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. นายเสฐียรพงศ์ บุษผาศูวรรณ หัวหน้าแผนกวิศวกรรมไฟฟ้า
บริษัท ทัชคอนซัลติง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด
4. นายสมศักดิ์ หอมเสมอ วิศวกรไฟฟ้าอาวุโส
บริษัท ว.และสหาย คอนซัลแตนท์ จำกัด
5. นายวีระ ชศปัญญา ผู้จัดการแผนกวิศวกรไฟฟ้า
A&E DEVELOPER CO., LTD.

ที่ สธ 0525.3(2)/



ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ไฟฟ้า
คณะเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

๑๐ กุมภาพันธ์ 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน นายสมศักดิ์ หอมสมถ์

ด้วยว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์ นักศึกษาหลักสูตรเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ไฟฟ้า คณะเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์ ดร.ศิริพรธนะ ชงชัย เป็นกรรมการ

ในกรณีนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใ้จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

จากแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาเศรษฐศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศท 0525 3(2)นค



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

๒๐ กุมภาพันธ์ 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน นายวิระ ยศปัญญา

ด้วยว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
ไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและห
ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร โดยมี
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และ
อาจารย์ ดร.ศิริพรพรณ รงชัย เป็นกรรมการ

ในกรณีนี้ นักศึกษา มีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม
เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาคือไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ควมอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525 3(2)11



ภาควิชา ศึกษาศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

10 กุมภาพันธ์ 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน นายเสฐียรพงษ์ บุญผาสวรรณ

ด้วยว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าในแสงสว่างในอาคาร โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ คันธีรังษ์ เป็นประธานกรรมการ และอาจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย เป็นกรรมการ

ในกรณีนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ชจร อินวong)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

พ.ศ. ๒๕๔๙

ที่ ศธ ๐525 367 มว

เรื่อง ขอลาเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน ดร.หญิง มีกิจ

ด้วยว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ คันศรีวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และอาจารย์ ดร.ศิริพรพล ชงชัย เป็นกรรมการ

ในกรณีนี้ นักศึกษา มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ชจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศบ 0525.3(2)/19



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

10 กุมภาพันธ์ 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน ผศ.วิทยา ประสงค์พันธุ์

ด้วยว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมทบบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพันธ์ ต้นศรีวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และอาจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษา มีหมายประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีระดับความคิดเห็นดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ดี

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ข้อคำถามตามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. เนื้อหา					
1.1 เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์					
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.3 เนื้อหาแยกย่อยได้					
1.4 การเรียง ลำดับเนื้อหา					
1.5 ความเหมาะสมในการใช้ภาษา					
2. สื่อ					
2.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับสื่อ					
2.2 ความเหมาะสม ชนิดของสื่อฝึกอบรม					
2.3 ขนาดของภาพและสีที่ใช้ประกอบสื่อ					
2.4 ขนาดตัวอักษร					
2.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
3. ใบปฏิบัติงาน					
3.1 รูปแบบของใบปฏิบัติงาน					
3.2 ความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์					
3.3 ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน					
3.4 ความชัดเจนในการสั่งการ					
3.5 ความสอดคล้องในการบันทึกค่า					

ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
4. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ					
4.1 ครอบคลุมวัตถุประสงค์					
4.2 เหมาะสมกับระดับวัตถุประสงค์					
4.3 จำนวนข้อของปัญหาโจทย์ในแบบทดสอบ					
4.4 ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้					
4.5 คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน					
4.6 ตัวลวงมีคุณภาพ					
5. การจัดกิจกรรมการฝึกอบรม					
5.1 การเตรียมนำก่อนการฝึกอบรม					
5.2 วิธีการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม					
5.3 ระยะเวลาที่เนื้อหาการฝึกอบรม					
5.4 ลำดับขั้นการจัดฝึกอบรม					
6. เอกสารฝึกอบรม					
6.1 ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของเอกสาร					
6.2 ความชัดเจนในการอธิบาย					
6.3 ความสวยงามและสะดวกต่อการใช้งาน					
6.4 การจัดลำดับขั้นการให้ความรู้					
6.5 ความชัดเจนในการอธิบายภาพ					
6.6 การจัดรูปเล่ม					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

- ความครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของงาน

- ใบปฏิบัติงาน

- แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

- สื่อประกอบการสอน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

แบบประเมินจากผู้เข้าฝึกอบรม

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีระดับความคิดเห็นดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ดี

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. ความน่าสนใจของหัวข้อการฝึกอบรม					
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรมอ่านเข้าใจง่าย					
3. สื่อที่ใช้ประกอบช่วยให้ท่านเข้าใจยิ่งขึ้น					
4. การลำดับเนื้อหาการฝึกอบรมมีความเหมาะสมดี					
5. เนื้อหาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม					
6. แบบฝึกหัดแต่ละเรื่องช่วยให้มีทักษะมากขึ้น					
7. วิทยากรมีความรู้ ความสามารถแต่ละหัวข้อดี					
8. วิทยากรบรรยายและสาธิตละเอียดและเข้าใจง่าย					
9. วิทยากรเอาใจใส่ต่อผู้เข้าฝึกอบรมดี					
10. สถานที่ฝึกอบรมมีความเหมาะสม					
11. ระยะเวลาในการจัดฝึกอบรมมีความเหมาะสมดี					
12. สามารถนำความรู้จากการอบรมไปประยุกต์ใช้ได้					

อื่นๆ

.....

.....

ตารางที่ จ-1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อความความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					เฉลี่ย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1. เนื้อหา						
1.1 เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4	4	5	4	4.4
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	4	4	4	4.2
1.3 เนื้อหาแยกย่อยได้	5	4	5	4	4	4.4
1.4 การเรียง ลำดับเนื้อหา	5	4	4	4	4	4.2
1.5 ความเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	4	3	4	5	4.2
รวม						4.3
2. สื่อ						
2.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับสื่อ	5	4	4	5	4	4.4
2.2 ความเหมาะสม ชนิดของสื่อฝึกอบรม	5	4	4	4	4	4.2
2.3 ขนาดของภาพและสีที่ใช้ประกอบสื่อ	5	4	5	4	4	4.4
2.4 ขนาดตัวอักษร	5	5	5	4	4	4.6
2.5 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	5	4	4	3	5	4.2
รวม						4.3
3. ใบปฏิบัติงาน						
3.1 รูปแบบของใบปฏิบัติงาน	5	3	4	5	4	4.2
3.2 ความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์	5	4	3	4	5	4.2
3.3 ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน	5	4	4	4	5	4.4
3.4 ความชัดเจนในคำสั่งงาน	4	5	5	4	4	4.4
3.5 ความสอดคล้องในการบันทึกค่า	4	4	3	4	5	4.0
รวม						4.2

ตารางที่ จ-1 (ต่อ)

ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					เฉลี่ย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
4. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ						
4.1 ครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	5	5	4.8
4.2 เหมาะสมกับระดับวัตถุประสงค์	5	5	5	5	4	4.8
4.3 จำนวนข้อของปัญหาโจทย์ใน แบบทดสอบ	5	4	5	5	5	4.8
4.4 ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้	5	4	5	4	5	4.6
4.5 คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	5	5	5	4	5	4.8
4.6 ตัวลวงมีคุณภาพ	5	4	5	5	5	4.8
รวม						4.0
5. การจัดกิจกรรมการฝึกอบรม						
5.1 การเตรียมนำก่อนการฝึกอบรม	5	4	5	5	5	4.8
5.2 วิธีการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม	5	4	5	4	5	4.6
5.3 ระยะเวลากับเนื้อหาการฝึกอบรม	5	5	5	4	5	4.8
5.4 ลำดับขั้นการจัดฝึกอบรม	5	4	5	5	5	4.8
รวม						4.8
6. เอกสารฝึกอบรม						
6.1 ความสมบูรณ์ขององค์ประกอบของ เอกสาร	5	5	3	5	5	4.6
6.2 ความชัดเจนในการอธิบาย	5	5	5	5	4	4.8
6.3 ความสวยงามสะดวกต่อการใช้งาน	5	4	5	4	5	4.6
6.4 การจัดลำดับขั้นการให้ความรู้	5	4	5	4	5	4.6
6.5 ความชัดเจนในการอธิบายภาพ	5	5	5	4	5	4.8
6.6 การจัดรูปเล่ม	5	5	3	5	5	4.6
รวม						4.6

ตารางที่ จ-2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถามความคิดเห็น	ความคิดเห็น	ผล
1. ความครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของงาน	เนื้อหาแต่ละโมดูลน้อยไป และควรปรับปรุงแบบฝึกหัดกับวัตถุประสงค์เหมาะสม	แก้ไขแล้ว
2. ใบปฏิบัติงาน	กำหนดขอบเขตคำตอบ คำสั่งให้ชัดเจน	แก้ไขแล้ว
3.แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ	คำสั่งให้ชัดเจน เฉลยแบบฝึกหัดให้เฉลยเหมาะสม	แก้ไขแล้ว
4. สื่อประกอบการสอน	แก้ไขขนาดตัวอักษรให้เหมาะสม จำนวนข้อความมากเกินไป	แก้ไขแล้ว

ตารางที่ จ-3 ความคิดเห็นของผู้เข้าฝึกอบรมที่มีต่อการฝึกอบรมจำนวน 20 คน

ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็นเฉลี่ย
1. ความน่าสนใจของหัวข้อการฝึกอบรม	4.3
2. เอกสารประกอบการฝึกอบรมอ่านเข้าใจง่าย	4.4
3. สื่อที่ใช้ประกอบช่วยให้ท่านเข้าใจยิ่งขึ้น	4.5
4. การลำดับเนื้อหาการฝึกอบรมมีความเหมาะสมดี	4.4
5. เนื้อหาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.5
6. แบบฝึกหัดแต่ละเรื่องช่วยให้มีทักษะมากขึ้น	4.3
7. วิทยากรมีความรู้ ความสามารถแต่ละหัวข้อดี	4.4
8. วิทยากรบรรยายและสาธิตละเอียดและเข้าใจง่าย	4.1
9. วิทยากรเอาใจใส่ต่อผู้เข้าฝึกอบรมดี	4.5
10. สถานที่ฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.5
11. ระยะเวลาในการจัดฝึกอบรมมีความเหมาะสมดี	4.4
12. สามารถนำความรู้จากการอบรมไปประยุกต์ใช้ได้	4.8
รวม	4.4

ภาคผนวก ง

ใบรายการวัสดุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แผนการฝึกอบรม

ใบเนื้อหา

แบบฝึกหัดและเฉลย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเฉลย

ตารางที่ ฉ-1 ใบรายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 1 : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1.อธิบายข้อมูลทั่วไปและข้อแตกต่างได้ 2.บอกคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้ 3.บอกวิธีการติดตั้งและการบำรุงรักษาเบื้องต้นได้ 4.บอกรูปแบบการเดินสายสัญญาณระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้

ตารางที่ ฉ-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 2 : หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1.บอกส่วนประกอบของระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้ 2.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) ได้ 3.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) ได้ 4.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit) ได้ 5.อธิบายโครงสร้างระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้

ตารางที่ ๑-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 3 : การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
<ol style="list-style-type: none"> 1.บอกคุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้ 2.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) ได้ 3.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) ได้ 4.บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ(System Support Unit) ได้

ตารางที่ ๑-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 4 : การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
<ol style="list-style-type: none"> 1.บอกชนิดคุณสมบัติของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector) ได้ 2.บอกคุณสมบัติเซ็นเซอร์วัดระดับแสงสว่าง (Light Level Sensor) ได้ 3.บอกคุณสมบัติเซ็นเซอร์วัดระดับอุณหภูมิ(Temperature Sensor) ได้ 4.บอกชนิดของอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงาน (C-Bus Energy Saving Module) ได้

ตารางที่ ๑-1 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 5 : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1.วิเคราะห์การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output ได้
2.สามารถวิเคราะห์เลือกชนิดและขนาดอุปกรณ์ Input และ Output ได้
3.สามารถเขียนแบบ Riser Diagram ได้
4.สร้างตาราง Load Schedule ได้
5.สามารถสร้างตาราง Bill of Quantity (BOQ) ได้

ตารางที่ ๑-2 แผนการศึกษาอบรม

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
 แผนการสอนหลักสูตรฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงาน						
เนื้อหาสำคัญหัวข้อวิชา	วัตถุประสงค์	เอกสารประกอบ การสอน	วิธีการสอน	สื่อการสอน	การประเมินผล (แบบฝึกหัด)	
1. ข้อมูลทั่วไปและข้อแตกต่าง	1.อธิบายข้อมูลทั่วไปและข้อแตกต่างได้		บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์	1-2	
2. คุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน	2.บอกคุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	คู่มือครู	บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์	3-4	
3. การติดตั้งและการบำรุงรักษาเบื้องต้น	3.บอกวิธีการติดตั้งและการบำรุงรักษาเบื้องต้นได้		บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์	5-6	
4. รูปแบบการเดินสายสัญญาณระบบควบคุมและจัดการพลังงาน	4.บอกรูปแบบการเดินสายสัญญาณระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้		บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์	7	

ตารางที่ ๑-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

แผนการสอนหลักสูตรฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า					
เนื้อหาสำคัญหัวข้อวิชา	วัตถุประสงค์	เอกสารประกอบการสอน	วิธีการสอน	สื่อการสอน	การประเมินผล (แบบฝึกหัด)
1. ส่วนประกอบของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน	1.บอกส่วนประกอบของระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้	เอกสารประกอบ	บรรยาย	สื่อการสอน	1
2. อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)	2.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) ได้	การบรรยาย	บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์,	2-4
3. อุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit)	3.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) ได้	คู่มือครู	บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์	5-7
4. อุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ (System Support Unit)	4.บอกชนิดอุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ (System Support Unit) ได้		บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์	8-9
5. โครงสร้างระบบควบคุมและจัดการพลังงาน	5.อธิบายโครงสร้างระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้		บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์	10

ตารางที่ ๓-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
แผนการสอนหลักสูตรฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 3 : การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า					
เนื้อหาสำคัญหัวข้อวิชา	วัตถุประสงค์	เอกสารประกอบ การสอน	วิธีการสอน	สื่อการสอน	การประเมินผล (แบบฝึกหัด)
<ol style="list-style-type: none"> คุณสมบัติและการนำไปใช้งานของ อุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) อุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) คุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านสนับสนุน ระบบ(System Support Unit) 	<ol style="list-style-type: none"> บอกคุณสมบัติและการนำไปใช้งานของ อุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานได้ บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) ได้ บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit) ได้ บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์ด้านสนับสนุน ระบบ(System Support Unit) ได้ 	คู่มือครู	บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์, ชุดสาธิต เพาเวอร์พอยต์, ชุดสาธิต เพาเวอร์พอยต์ ชุดสาธิต เพาเวอร์พอยต์ ชุดสาธิต	1-3 4-5 6-8 9-10

ตารางที่ ๑-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

แผนการสอนหลักสูตรฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 4 : การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า					
เนื้อหาสำคัญหัวข้อวิชา	วัตถุประสงค์	เอกสารประกอบการสอน	วิธีการสอน	สื่อการสอน	การประเมินผล (แบบฝึกหัด)
<ol style="list-style-type: none"> เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector) เซ็นเซอร์วัดระดับแสงสว่าง (Light Level Sensor) เซ็นเซอร์วัดระดับอุณหภูมิ (Temperature Sensor) อุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงาน (C-Bus Energy Saving Module) 	<ol style="list-style-type: none"> บอกชนิดคุณสมบัติของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector) ได้ บอกคุณสมบัติเซ็นเซอร์วัดระดับแสงสว่าง (Light Level Sensor) ได้ บอกคุณสมบัติเซ็นเซอร์วัดระดับอุณหภูมิ (Temperature Sensor) ได้ บอกชนิดของอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงาน (C-Bus Energy Saving Module) ได้ 	<p>เอกสารประกอบการสอน</p>	<p>บรรยาย บรรยาย บรรยาย</p>	<p>เพาเวอร์พอยต์, ของจริง เพาเวอร์พอยต์, ของจริง เพาเวอร์พอยต์</p>	<p>1-3 4-5 6 7-9</p>

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
แผนการสอนหลักสูตรฝึกอบรมระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 5 : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า					
เนื้อหาสำคัญหัวข้อวิชา	วัตถุประสงค์	เอกสารประกอบ การสอน	วิธีการสอน	สื่อการสอน	การประเมินผล (แบบฝึกหัด)
1. การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output อุปกรณ์ควบคุม (Input Unit)	1.วิเคราะห์การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output ได้		บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์ สถานที่ใช้งาน	1-3
2. การเลือกชนิดและขนาดอุปกรณ์ Input และ Output ระบบ(System Support Unit)	2.สามารถวิเคราะห์เลือกชนิดและขนาด อุปกรณ์ Input และ Output ได้	คู่มือครู	บรรยาย	จริง เพาเวอร์พอยต์,	4-6
3. การออกแบบ Riser Diagram	3.สามารถเขียนแบบ Riser Diagram ได้		บรรยาย	ใบงานปฏิบัติ	7-9
4. การกำหนด Load Schedule	4.สร้างตาราง Load Schedule ได้		บรรยาย	ใบงานปฏิบัติ	10-12
5. การกำหนด Bill of Quantity (BOQ)	5.สามารถสร้างตาราง Bill of Quantity (BOQ) ได้		บรรยาย	ใบงานปฏิบัติ	13-14

หน่วยที่ 3

3.การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบ ระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

บทนำ

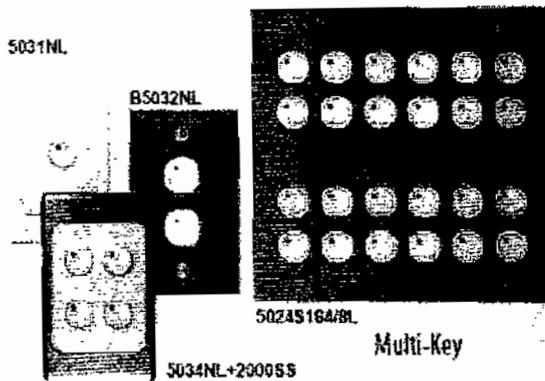
ในบทนี้เราจะกล่าวถึงการนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า การเลือกอุปกรณ์ในแต่ละส่วนประกอบของระบบควบคุมไปใช้งานนั้นจะต้องเลือกจากคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้เหมาะสมนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

คุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบC-Bus

3.1 อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)

3.1.1 Key Input Unit (Standard Series)

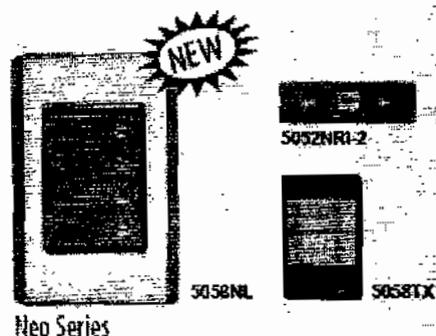
เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ (สวิทช์เฉพาะของ C-Bus) เพื่อใช้สั่งงานควบคุมอุปกรณ์ด้าน Output Unit ในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า บนปุ่มกดของสวิทช์จะมีหลอด LED สีส้ม ที่ใช้บอกสถานะของการเปิด-ปิด และยังสามารโปรแกรมให้สวิทช์นี้สั่งงานได้หลายรูปแบบ เช่น เป็นสวิทช์



เปิด-ปิด ธรรมดา, สวิทช์หรี่ไฟ และเป็นสวิทช์ตั้งเวลาได้ สวิทช์ C-Bus จะมีให้เลือกหลายรุ่น เช่น 1 Gang Key Input (5031NL) , 2 Gang Key input (5032NL), 4 Gang Key Input (5034NL) จนถึง 72 Gang Key Input

3.1.2 Key Input Unit (Neo Series)

- Individual Keys จะเป็น โปรแกรม เหมือนกับ Toggle Switches, Dimmers Timers หรือ Custom Function
- Dual Color Key Indicator พร้อมกับจอ LED สีส้มและสีฟ้า
- Incorporates Scene Control Functions



ตารางที่ ๑-2 (ต่อ)

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
แผนการสอนหลักสูตรฝึกอบรมการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

หน่วยที่ 5 : การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้า					
เนื้อหาสำคัญหัวข้อวิชา	วัตถุประสงค์	เอกสารประกอบ การสอน	วิธีการสอน	สื่อการสอน	การประเมินผล (แบบฝึกหัด)
1. การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)	1.วิเคราะห์การวางตำแหน่งอุปกรณ์ Input และ Output ได้ 2.สามารถวิเคราะห์เลือกชนิดและขนาดอุปกรณ์ Input และ Output ได้		บรรยาย	เพาเวอร์พอยต์ สถานที่ใช้งาน	1-3
2. การเลือกชนิดและขนาดอุปกรณ์ Input และ Output ระบบ(System Support Unit)	3.สามารถเขียนแบบ Riser Diagram ได้ 4.สร้างตาราง Load Schedule ได้	คู่มือครู	บรรยาย	จริง เพาเวอร์พอยต์,	4-6
3. การออกแบบ Riser Diagram	5.สามารถสร้างตาราง Bill of Quantity (BOQ) ได้		บรรยาย	ใบงานปฏิบัติ	7-9
4. การกำหนด Load Schedule			บรรยาย	ใบงานปฏิบัติ	10-12
5. การกำหนด Bill of Quantity (BOQ)			บรรยาย	ใบงานปฏิบัติ	13-14

หน่วยที่ 3

3. การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบ

ระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

บทนำ

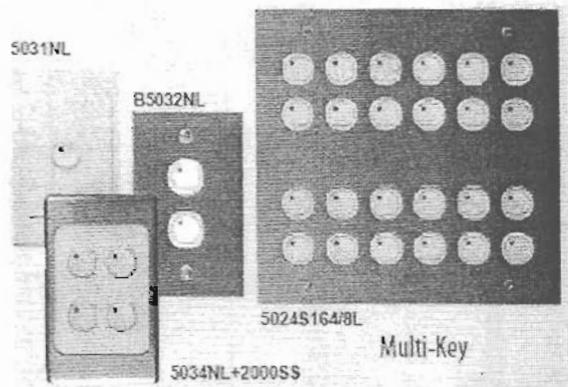
ในบทนี้เราจะกล่าวถึงการนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า การเลือกอุปกรณ์ในแต่ละส่วนประกอบของระบบควบคุมไปใช้งานนั้นจะต้องเลือกจากคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้เหมาะสมนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

คุณสมบัติและการนำไปใช้งานของอุปกรณ์ระบบ C-Bus

3.1 อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)

3.1.1 Key Input Unit (Standard Series)

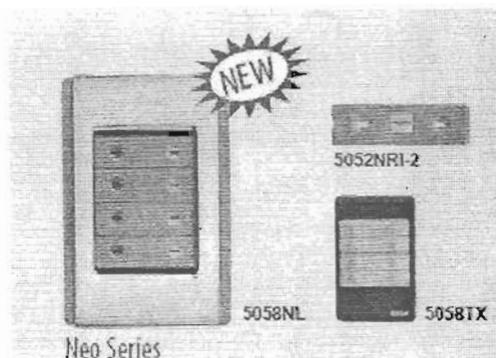
เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ (สวิตช์เฉพาะของ C-Bus) เพื่อใช้สั่งงานควบคุมอุปกรณ์ด้าน Output Unit ในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า บนปุ่มกดของสวิตช์จะมีหลอด LED สีส้ม ที่ใช้บอกสถานะของการเปิด-ปิด และยังสามารโปรแกรมให้สวิตช์นี้สั่งงานได้หลายรูปแบบ เช่น เป็นสวิตช์



เปิด-ปิด ธรรมดา, สวิตช์หรี่ไฟ และเป็นสวิตช์ตั้งเวลาได้ สวิตช์ C-Bus จะมีให้เลือกหลายรุ่น เช่น 1 Gang Key Input (5031NL), 2 Gang Key input (5032NL), 4 Gang Key Input (5034NL) จนถึง 72 Gang Key Input

3.1.2 Key Input Unit (Neo Series)

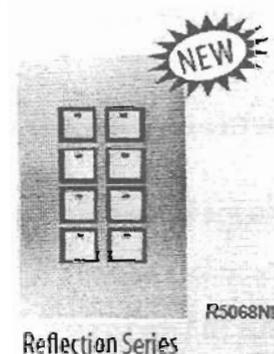
- Individual Keys จะเป็น โปรแกรม เหมือนกับ Toggle Switches, Dimmers Timers หรือ Custom Function
- Dual Color Key Indicator พร้อมกับจอ LED สีส้มและสีฟ้า
- Incorporates Scene Control Functions



- หลอดไฟสีฟ้า พร้อมกับ “Ignore First Dey Press’s Option”
- Fall Back Level Option to Dim Indicators at Set Time After The Last Key Press
- สามารถรับการสั่งงานจาก Remote Control ได้

3.1.3 Key Input Unit (Reflection Series)

- สามารถหาได้ใน 1, 2, 3, 4, 6 และ 8 gang
- Individaul Keys จะโปรแกรมเหมือนกับ Toggle Switches, Dimmers, Timers หรือ Custom functios
- หลอด LED สีฟ้า ซึ่งจะแสดงสถานะของอุปกรณ์ C-Bus
- ฝาปิดเป็นสแตนเลส



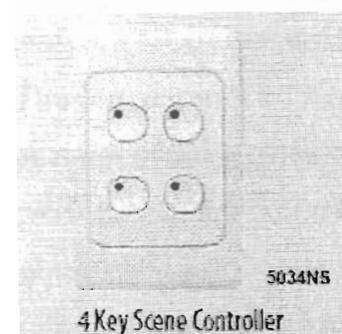
3.1.4 Key Input Unit (Saturn Series)

- สามารถหาได้ใน 2, 4 และ 6 gang
- Individaul Keys จะโปรแกรมเหมือนกับ Toggle Switches, Dimmers, Timers หรือ Custom Functios
- ประกอบด้วยหลอด LED สีฟ้า ซึ่งจะแสดงสถานะของ อุปกรณ์ C-Bus
- ฝาปิดทำจากกระจก



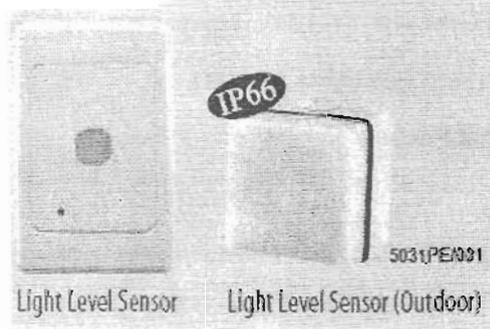
3.1.5 4 Key Scene Controller (Pattern Switch)

ทำหน้าที่สั่งงาน เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า (คล้ายกับ Pattern Switch) โดยเราสามารถกำหนดกลุ่มพื้นที่ (Group Area Address) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการให้เปิด-ปิด พร้อมกันได้ ซึ่งในระบบสามารถที่จะกำหนด Group Area Address ได้โดยไม่จำกัด



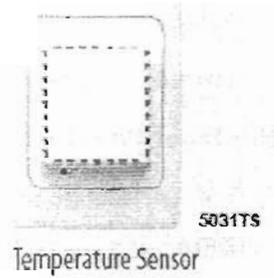
3.1.6 Light Level Sensor

ทำหน้าที่เหมือนกับ Photo Electric Sensor โดยจะทำการ วัดและตั้งค่าระดับความเข้มของแสง (Lux) ซึ่งมีระดับอยู่ที่ 40-1600 Lux แล้วประมวลผล ข้อมูลกับค่า Lux ที่ตั้งไว้ หลังจากนั้นจะส่งสัญญาณที่ ได้ผ่าน C-Bus Network เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ ทางด้าน Output Unit ให้รักษาระดับความเข้ม ของแสงสว่างให้ได้ดังที่โปรแกรมไว้



3.1.7 Temperature Sensor

ทำหน้าที่ตรวจวัดระดับของอุณหภูมิ ซึ่งสามารถวัดระดับอุณหภูมิอยู่ที่ 0°C - 50°C หลังจากนั้นจะส่งสัญญาณที่ได้ผ่าน C-Bus Network เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ทางด้าน Output Unit ในการเปิด-ปิด อุปกรณ์ ไฟฟ้า

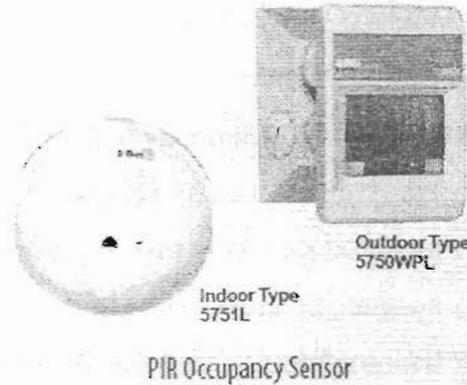


5031TS

Temperature Sensor

3.1.8 PIR Cccupancy Sensor (Motion Detector)

ทำหน้าที่ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detector) แล้วประมวลกับข้อมูลที่ได้โปรแกรมไว้ หลังจากนั้นส่งข้อมูลที่ไปควบคุมอุปกรณ์ทางด้าน Output Unit ในการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งจะมีให้เลือก 2 รุ่น คือ รุ่น 5751 L ที่ใช้ติดตั้งภายในอาคาร (สามารถครอบคลุมพื้นที่ $6\text{m.} \times 6\text{m.}$) และรุ่น 5750WPL (IP66) ใช้ติดตั้งภายในอาคาร (สามารถครอบคลุมพื้นที่ $18\text{m. Radius} \times 110^{\circ}$)

Indoor Type
5751LOutdoor Type
5750WPL

PIR Occupancy Sensor

3.1.9 360 Degree Indoor Motion Sensor

เป็น C-Bus Input Unit ที่ใช้เพื่อสืบหาการเคลื่อนไหวโดยรอบ 360 องศาโดยการวัดจากอุณหภูมิความร้อนจากการเคลื่อนไหวของร่างกายเมื่อการเคลื่อนไหวถูกตรวจพบ ยูนิทจะส่งคำสั่งจาก C-Bus Network ไปควบคุม C-Bus Output อุปกรณ์ Sensor จะควบคุมแสงสว่างในบ้าน อพาร์ทเมนท์ ออฟฟิศ ระเบียง ห้องประชุม ฯลฯ ระยะทางต่ำสุดที่สามารถตรวจพบประมาณ 5 เมตร และ สูงจากพื้น 2.4 เมตร



5753L

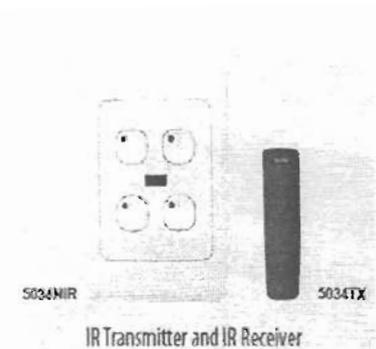
360 Degree Indoor Motion Sensor

Product Feature

- รูปแบบสำหรับใช้ติดตั้งที่เพดาน
- เหมาะสมที่จะใช้สำหรับติดตั้งในออฟฟิศ
- รูปแบบยื่นออกมาจากหลังคาเพียง 8 มม.
- ความไวต่อสิ่งกระตุ้นของแสงไฟตั้งไว้ที่ Sensor Unit

3.1.10 IR Transmitter and IR Receiver

เป็นสวิตช์ที่สั่งงานโดยใช้ 4 Keys IR Transmitter (Remote Control Switch) เป็นตัวส่งสัญญาณและมีตัว 4 Key 4 Channels IR Receiver เป็นตัวรับสัญญาณจากนั้นจะส่งข้อมูลที่ได้ไปยัง C-Bus Network เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ทางด้าน Output Unit ในการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า



3.1.11 4 Channel Auxilliary Input

สามารถ learn และอาจจะโปรแกรมภายนอก switches รวมทั้ง toggle (on/off) หรือ momentary (dimming) C-Bus Auxiliary Input เป็นตัวประกอบสายเคเบิลที่จำกัดโดยจำนวนของเคเบิลและ switch resistance มากที่สุด 1,000 โอห์ม

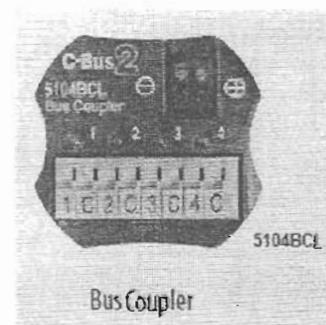


3.1.12 4 Channel Bus Coupler Unit

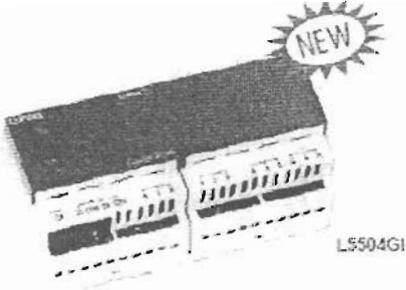
อุปกรณ์นี้ออกแบบมาเพื่อใช้เชื่อมต่อกับสวิตช์ ธรรมดาทั่วไป หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่มีหน้าสัมผัส (Dry Contact) โดยอาศัยหน้าสัมผัสของอุปกรณ์จากภายนอกนั้นๆ เพื่อมาสั่งงานอุปกรณ์ในระบบ C-Bus

Product Features

- มี LED แสดงสถานะของการทำงาน
- สามารถที่จะต่อได้ไกลประมาณ 1 เมตร ระหว่าง Bus Coupler กับ สวิตช์ธรรมดา หรือ อุปกรณ์อื่นๆ จากภายนอกระบบ
- ออกแบบมาให้สามารถติดตั้ง Bus Coupler อยู่ภายใน Handy Box ซึ่งเป็น Box มาตรฐาน



3.1.13 General Analogue / Digital Input Unit



General Analogue / Digital Input Unit

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ Measure Digital, Voltage, Current Loop and Thermistor Inputs and Generate Messages สามารถใช้ต่อร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Light Level Sensors, Current Sensors, Temperature Sensor, Power, Frequency, CO2 Detectors, Differential Sensors, Pressure Sensors, kWhr Meters และ Moisture Probes. นอกจากนี้ยังสามารถใช้ร่วมกับระบบอื่น เช่น HVAC และ Power Monitoring systems ได้

Product Features:

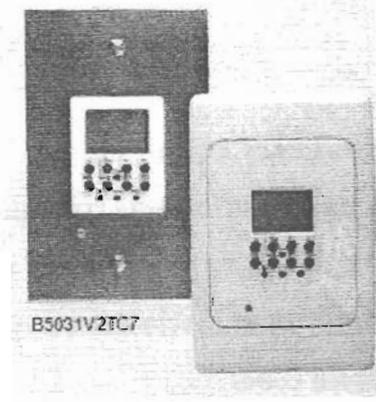
-General Input Unit สามารถรองรับสัญญาณต่างๆ ได้ดังนี้ :

Digital (Voltage Free Input) , Voltage (0-1V, 0-5V, 0-10V and 0-20V), Current (0-20mA, 4-20mA) and Impedance (0-500, 1K and 3K)

- 8 Bit A/D Converter

3.1.14 2 Chansels Clock, 7 Days Module

ทำหน้าที่ในการตั้ง โปรแกรมเวลา เพื่อควบคุม สังกงานให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำการเปิด-ปิด ตามเวลาที่ ต้องการอัตโนมัติ โดยสามารถโปรแกรมเป็นแบบ สัปดาห์ (Weekly Time)



3.1.15 Touch Screen (with IR.Remote Control)

มีขนาดเล็กและสวยงาม สามารถใช้แทน Multi-Gang Switch และ Dimmer plates ที่มีขนาดใหญ่ และสามารถทำให้เหมาะสมกับความต้องการ



Product Features:

- LCD เป็น VGA (240x320 Pixels) สีเดียว
- กำหนดการ 365 วัน สามารถสั่งงานโดยการสัมผัสบนหน้าจอ LCD ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบ โดยใช้ Application บน Windows Software
- อาศัยไฟเลี้ยงจาก C-Bus Network โดยไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยงจากภายนอก
- สามารถสั่งงานจาก Remote Control ได้
- สามารถตั้งเวลาในการสั่งงานในลักษณะของ Real Time Clock และมี Battery Backup ได้ถึง 12 ชม.ในตัว
- สามารถกำหนดรูปแบบของ Buttons, Text Images, Bitmap Images, Shapes, Sliders, Clock Display และ Percent ไว้บน C-Touch ได้
- สามารถกำหนด "Password" ไว้ในแต่ละ Page ได้
- การควบคุมบนหน้าจอของ C-Touch มีรูปแบบการทำงานต่างๆ คือ
 1. สั่งให้เปิด ปิด หรือหรี่ไฟ
 2. สั่งงานในลักษณะของ Scene Control
 3. มีเสียงแจ้งเวลาสัมผัสบนจอภาพ
 4. สามารถเชื่อมโยงกับ Page อื่นภายใน C-Touch

3.1.16 Scene Master Control Unit with IR (Remote Control)

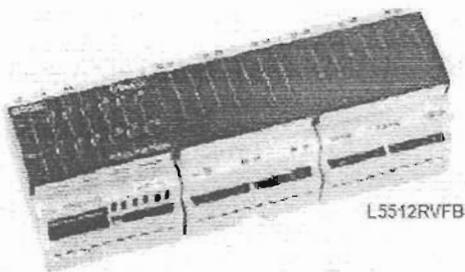
อุปกรณ์ตัวนี้ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เพื่อใช้สั่งงานเปิด-ปิด หรือหรี่ไฟ ซึ่งเราสามารถกำหนดรูปแบบ หรือบรรยากาศ ในการเปิด-ปิดได้ถึง 5 บรรยากาศ ต่อ 1 Scene Master Unit โดยจะสามารถต่อขยาย Scene Master Control ได้ถึง 50 Units/Network และยังสามารถสั่งงานผ่าน Infra-red Remote control ได้ โดยมีระยะควบคุมสั่งงานได้ไกลถึง 15 เมตร ที่ 90 องศา



3.2 อุปกรณ์ด้านกำลัง (Output Unit)

3.2.1 Relay Unit (DIN-Rail)

เป็นอุปกรณ์ทางด้าน Output ที่ทำหน้าที่ควบคุม ในการเปิด - ปิด ของอุปกรณ์ไฟฟ้า จะมี



ขนาดตั้งแต่ 1CH x 10A., 2CH x 10A., 8CH x 10A., 12CH x 1A., 12CH x 10A. และ 4CH x 20A. (มีทั้งชนิด Latching Relay และ non-Latching Relay) มี Power Supply (Built -in) เป็น Option ให้เลือก และ ด้านบนของ Relay Unit จะมีสวิตช์ควบคุมและสัญญาณไฟ (LED) เพื่อใช้บอกสถานะการเปิด-ปิด ของ Relay แต่ละตัว (มีเฉพาะบางรุ่น)

3.2.2 Relay Driver Unit

เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาโดยการทำงานร่วมกับ Relay Units 5002RL20 (2 x 20A Relay) หรือ Relay อื่นๆ ซึ่งจะเป็นตัวสั่งงานให้ Relay เปิดหรือปิด

Product Features:

- Local ON/OFF Toggle Buttons Allow Individual Channels to be Manually Overridden at Each Unit
- Remote ON and OFF Facilities Permit All Channel to be Turned ON or OFF Without C-Bus Network Communication



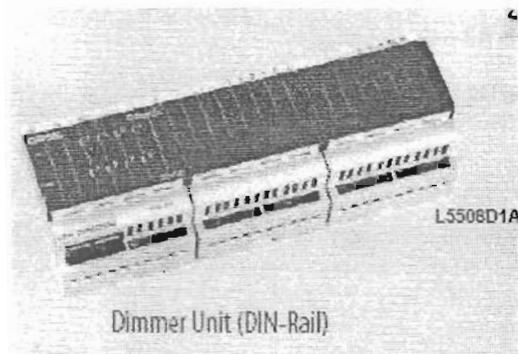
3.2.3 4 Channels Changeover Relays Unit

อุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายประเภท เช่น การควบคุมความเร็วมอเตอร์ ฝ้าม่าน บานเกล็ดและอุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายกัน และมีหน้าสัมผัส (Contact) แบบ Normally Open (N.O.) และ Normally Closed (N.C.) เชื่อมต่อในแต่ละ Channel ซึ่งแต่ละ Channel ทนกระแสไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ 10A. (Resistive), 5A (Inductive) และ Incandescent และ 1A. (Fluorescent Loads)



3.2.4 Dimmer Unit (DIN-Rail)

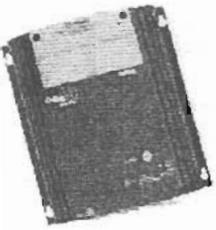
เป็นอุปกรณ์ทางด้าน Output ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิด และหรี่ไฟจะมีขนาดตั้งแต่ 8CH x 1A. และ 4CH x 2A. มี Power Supply (Built-in) เป็น Option ให้เลือก และด้านบนของ



Dimmer Unit จะมีสวิทช์ควบคุมหลอดไฟ (LED) เพื่อใช้บอกสถานะการเปิด-ปิด ของ Dimmer แต่ละตัวซึ่งภายในระบบสามารถที่จะมี Dimmer Unit ได้มากกว่า 255 Units ขึ้นไป

3.2.5 Dimmer Unit (Professional Range)

เป็นอุปกรณ์ทางด้าน Output ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิด และหรี่ไฟจะมีขนาดตั้งแต่ 4CH x 5A., 2CH x 10A. และ 1CH x 20A. และด้านบนของ Dimmer Unit จะมีสวิทช์ควบคุม และสัญญาณไฟ (LED) เพื่อใช้บอกสถานะการเปิด - ปิดของ Dimmer แต่ละตัว ซึ่งภายในระบบสามารถที่จะมี Dimmer Unit ได้มากกว่า 255 Units ขึ้นไป



Dimmer Unit (Professional)

3.2.6 C-Bus Architectural Multi-Channel Dimmers

Product Features:

- มีให้เลือก 3 รุ่น คือรุ่น 10A, 12A หรือ 16A
- MCCB Protection, with 6kA Fault Current Rating
- มีระบบป้องกันแรงดันเกิน (Over Voltage) และ อุณหภูมิสูงเกิน (Over Temperature) –APC Technology
- Cold Cathod (Non-Capactive Input)
- Low Voltage Lighting Fitted With Magnetic Transformers
- Fluorescent Lighting With Correct Ballast Fitted



3.2.7 4 Channels Analogue Output , 0-10V.

ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณจาก Digital ที่ส่งมา C-Bus Network ให้เป็นสัญญาณ Analog (สามารถกำหนดแบบ ให้เป็นแบบ Source หรือ Sink ได้) เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ในบางประเภท เช่น Dimmable Electronic Ballast เพื่อใช้ในการหรี่หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยจะรับ ค่าสัญญาณทางด้าน Input เฉพาะ สัญญาณที่เป็นแบบ Analog เท่านั้น (โดยมีระดับแรงดันมาตรฐานที่ 0-10 VDC.)



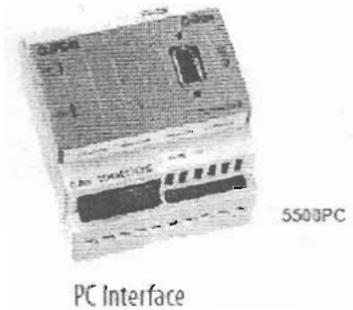
3.2.8 DSI Gateway Unit

- ออกแบบมาเพื่อใช้กับ Electronic DSI Digital Ballast หรือ อุปกรณ์ Digital อื่นๆ ที่ Compatible กับสัญญาณ
- สามารถควบคุม DSI Ballast ได้ถึง 100 ตัว ต่อ 1 Channel
- มี Indication Lamp บอกสถานะการทำงาน ในแต่ละ Channel
- มี Indication Lamp บอกสถานะความ ผิดพลาดของ Lamp และ Ballast
- มี Indication Lamp แสดงสถานะในกรณีที่มี การต่ออุปกรณ์เกินกว่าที่กำหนด
- มีปุ่ม Override Switch อยู่ด้านบนของตัวอุปกรณ์ และสามารถที่จะเพิ่มปุ่ม Override Switch Remotely เพื่อให้ง่ายในการสั่งงานจากภายนอกระบบ



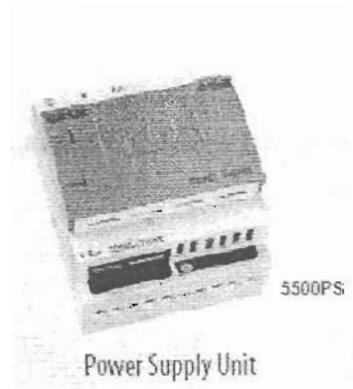
3.3 อุปกรณ์ด้านสนับสนุนระบบ (System Support Unit)

3.3.1 PC Interface (DIN-Rail)



ทำหน้าที่เชื่อมต่อ (Interface) ผ่านทาง RS-232 Port ระหว่าง C-Bus Network กับ Personal Computer (PC), Modem หรือจอสั่งงานแบบสัมผัส (Touch Screen)

3.3.2 Power Supply Unit (DIN-Rail)



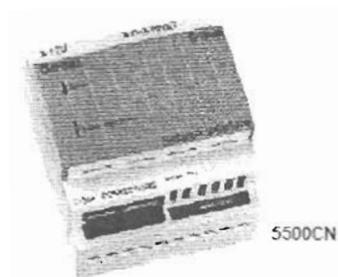
ทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันไฟจาก 220 Vac. ลงมาเป็น 36Vdc. (350mA.) เพื่อใช้เป็น Power Source ให้กับอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบ (อุปกรณ์แต่ละตัวส่วนใหญ่จะกินกระแสประมาณ 18mA. ต่อ Unit) อุปกรณ์ตัวนี้ยังได้ออกแบบวงจรที่ช่วยในการรักษาระดับแรงดัน (Safety Extra Low Voltage Level : SELV) ซึ่งจะทำให้ระบบมีเสถียรภาพมากขึ้น

3.3.3 Network Bridge (DIN-Rail)



- อุปกรณ์ตัวนี้จะมีอยู่ 2 หน้าที คือ
1. ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Network กับ Network (100 C-Bus Units per 1 Network) ซึ่งสามารถที่จะขยายได้ถึง 255 Network
 2. เพื่อใช้ทวนสัญญาณในกรณีที่ระยะทางของสายภายใน Network เกิน 1,000 เมตร

3.3.4 C-Bus Ethernet Network Interface (DIN-Rail)



C-Bus Ethernet Network Interface

คืออุปกรณ์ที่ใช้เป็น Gateway ระหว่าง C-Bus Network กับ TCP/IP (10 Base-T) Protocol Standard

3.3.5 Telephone Interface Unit

ใช้สำหรับควบคุมและตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ โดยใช้โทรศัพท์จากภายนอก (PSTN)

Product Features:

- มี Audio Output จึงสามารถที่จะได้ยินในระยะไกลได้
- กำหนด Configuration โดยใช้คอมพิวเตอร์
- ใช้ DTMF เพื่อปล่อยเสียงในการรายงานสถานะของอุปกรณ์และคอยรับการ (Operator)
- สามารถเชื่อมต่อกับ Public Switch Telephone Network (PSTN) หรือ Private Automatic Branch Exchange (PABX) ทั่วไปได้
- สามารถกำหนดจำนวนผู้ใช้และรหัสผ่าน (Password) ในการโทรเข้ามาสั่งงานได้ (Voice Prompt)



Telephone Interface Unit

แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 7 ข้อ จำนวน 1 หน้า

2. เวลาทั้งหมด 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษแบบฝึกหัด

1. ระบบควบคุมและจัดการพลังงานมีชื่อเรียกอีกอย่างย่อๆว่าอะไร

ก.C-Bus

ข.E-Bus

ค.EIB

ง.BIB

2. ข้อใดคือจุดประสงค์หลักของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

ก. ต้นทุนติดตั้งต่ำ

ข. ประหยัดพลังงาน

ค. ปลอดภัย

ง. ปรับปรุงการใช้งานง่าย

3. ข้อใดไม่ใช่ คุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

ก. การเดินสายไม่ต้องสลับไปสลับมา

ข. สามารถตั้งเวลาปิด-เปิดอัตโนมัติ

ค. การควบคุมแบบจำกัดจำนวนสวิทช์

ง. สามารถควบคุมจากส่วนกลาง

4. ข้อใดเป็น คุณสมบัติของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

ก. สามารถหรีไฟได้ไม่จำกัดจุด

ข. สามารถตั้งเวลาปิด-เปิดแบบArea ได้

ค. สามารถตั้งเวลาปิด-เปิดได้

ง. ถูกทุกข้อ

5. การติดตั้งอุปกรณ์แต่ละตัวในระบบไม่ควรเกินระยะทางห่างเกินเท่าไร

ก. 800 เมตร

ข. 900 เมตร

ค. 1,000 เมตร

ง. 1,200 เมตร

6. การติดตั้งสายสัญญาณในระบบการเข้าสายข้อใดถูกต้อง

ก. สีขาวเข้ากับสีขาวส้อมขั้วลบ

ข. สีส้มกับสีฟ้าขั้วบวก

ค. สีส้มขั้วลบสีฟ้าขั้วลบ

ง. ข้อ ก และ ข ถูก

7. รูปแบบการเดินสายสัญญาณระบบควบคุมและจัดการพลังงานมีกี่แบบ

ก. 2 แบบ

ข. 3 แบบ

ค. 4 แบบ

ง. 5 แบบ

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

1. ก
2. ข
3. ค
4. ง
5. ค
6. ง
7. ข

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ ในระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้า

- คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 9 ข้อ จำนวน 2 หน้า
2. เวลาทั้งหมด 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษแบบฝึกหัด

1. ข้อใดไม่ใช่ ส่วนประกอบหลักเมื่อต่อใช้งานของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |

2. ส่วนประกอบใดที่ใช้ในการสั่งงานควบคุมระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |

3. อุปกรณ์ใดที่ไม่ใช่ อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit)

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| ก. 4 Key Science Controller Unit | ข. 4 Channel Bus Coupler Unit |
| ค. Touch Screen Unit | ง. Power Supply Unit |

4. อุปกรณ์ด้านควบคุม (Input Unit) Neo series ใช้รีโมทรับได้กี่องศา

- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 45 องศา | ข. 90 องศา |
| ค. 180 องศา | ง. 360 องศา |

5. ข้อใดอยู่ในส่วนประกอบของอุปกรณ์กำลัง (Output Unit)

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| ก. Relay Unit | ข. Scene Master Control Unit |
| ค. 2 Channel Clock Module | ง. IR Transmitter and IR Receiver |

6. Dimmer Unit เป็นส่วนประกอบใดของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |

7. การควบคุมสั่งงาน Output Unit สามารถทำได้จากข้อใด

- | | |
|------------------|----------------------|
| ก. Input Unit | ข. Touch Screen Unit |
| ค. Software Unit | ง. ถูกทุกข้อ |

8. PC Interface Unit เป็นส่วนประกอบใดของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |

9. โครงสร้างระบบควบคุมและจัดการพลังงานส่วนใดใช้ต่อกับโหลดโดยตรง

ก. Input Unit

ข. Output Unit

ค. Software Unit

ง. System Support Unit

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง

ส่วนประกอบและหลักการทำงานของอุปกรณ์ ในระบบควบคุมและจัดการพลังงาน ไฟฟ้า

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

- แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- คำชี้แจง** 1. แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 10 ข้อ จำนวน 2 หน้า
2. เวลาทั้งหมด 13 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษแบบฝึกหัด

1. อุปกรณ์ข้อใดนำไปใช้งานสามารถกำหนดตั้งโปรแกรมการทำงานล่วงหน้า 365 วัน
- | | |
|---------------------|----------------------|
| ก. Touch Screen | ข. Time Clock Module |
| ค. Scene Controller | ง. ถูกทุกข้อ |
2. ถ้าต้องการใช้สวิตช์ธรรมดามาใช้กับระบบควบคุมและจัดการพลังงานใช้อุปกรณ์ใดเชื่อมต่อ
- | | |
|---------------------|-----------------|
| ก. PC Interface | ข. Bus Coupler |
| ค. DSI Gateway Unit | ง. Relay Driver |
3. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของ Touch Screen
- | | |
|------------------------|---------------------------------------|
| ก. ใช้รีโมทควบคุมได้ | ข. กำหนด Password ได้ |
| ค. บอกค่าพลังงานที่ใช้ | ง. แสดงค่าอุณหภูมิ และค่าความสว่างได้ |
4. สวิตช์ ควบคุม Neo series ใช้รีโมทควบคุมมีมุมควบคุมกี่องศา
- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 60 องศา | ข. 90 องศา |
| ค. 110 องศา | ง. 180 องศา |
5. Touch Screen สามารถเขียนจำนวนหน้าได้ถึง Page
- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 50 Page | ข. 60 Page |
| ค. 100 Page | ง. 120 Page |
6. ถ้าต้องการเปิด-ปิดไฟวงจรที่มีขนาด 1000 W จำนวน 2 หลอดใช้อุปกรณ์ใดเหมาะสมที่สุด
- | | |
|---------------------|----------------------|
| ก. Relay 2 CH x 10A | ข. Relay 4 CH x 20A |
| ค. Relay 8 CH x 10A | ง. Relay 12 CH x 10A |
7. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติ ของ C-Bus Architectural Multi Channel Dimmers
- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| ก. มีระบบป้องกันลัดวงจร | ข. มีระบบป้องกันอุณหภูมิเกิน |
| ค. มีระบบป้องกันกระแสเกิน | ง. มีระบบป้องกันแรงดันเกิน |
8. อุปกรณ์ใดไม่ใช่อุปกรณ์ด้านกำลัง
- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| ก. DSI Gateway Unit | ข. 4 Channels Analogue 0-10 V |
| ค. 4 Channels Changeover | ง. Scene Controller |

9. ถ้ามีอุปกรณ์ระบบควบคุมจัดการพลังงาน 45 Unit / Network ใช้ Power Supply ที่ Unit

ก. 3 Unit

ข. 4 Unit

ค. 5 Unit

ง. 6 Unit

10.หน้าที่ของ Network Bridge คือข้อใด

ก. เชื่อมต่อระหว่าง Network กับ Network ข. ทวนสัญญาณกรณีระยะทางสายเกิน 1000 เมตร

ค. ใช้เป็น Gateway ระหว่าง C-Bus Network ง. ข้อ ก และ ข ถูก

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง**การนำอุปกรณ์ไปใช้ในการออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า**

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

แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องการนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 9 ข้อ จำนวน 2 หน้า

2. เวลาทั้งหมด 12 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษแบบฝึกหัด

1. พื้นที่ใดไม่เหมาะสมในการติดตั้ง Motion Sensor Indoor

- | | |
|---------------------|--------------------|
| ก. ห้องทำงานส่วนตัว | ข. ห้องน้ำ |
| ค. ห้องเก็บของ | ง. ทางเดินส่วนกลาง |

2. การติดตั้ง Motion Sensor Indoor สามารถตรวจจับจากพื้นที่เมตร

- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 1.4 เมตร | ข. 2.4 เมตร |
| ค. 1.5 เมตร | ง. 2.5 เมตร |

3. Motion Sensor Outdoor มีระยะทางวัดได้ไกลกี่เมตร

- | | |
|------------|------------|
| ก. 6 เมตร | ข. 12 เมตร |
| ค. 18 เมตร | ง. 24 เมตร |

4. ระดับแสงสว่าง Light Level Sensor ทำงานระดับใด

- | | |
|----------------|----------------|
| ก. 40-1000 lux | ข. 40-1200 lux |
| ค. 40-1400 lux | ง. 40-1600 lux |

5. Light Level Sensor (Outdoor) มีค่า IP เท่าไหร่

- | | |
|----------|----------|
| ก. IP 44 | ข. IP 55 |
| ค. IP 66 | ง. IP 77 |

6. Temperature Sensor มีระดับค่าตั้งทำงานวัดอุณหภูมิที่ระดับใด

- | | |
|------------|------------|
| ก. 0-50 C | ข. 0-50 F |
| ค. 0-100 C | ง. 0-100 F |

7. ห้องน้ำควรติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานข้อใด

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ก. Light Level Sensor | ข. Light Level Sensor (Outdoor) |
| ค. Temperature Sensor | ง. Motion Sensor |

8. อาคารจอดรถต้องการปิด-เปิดไฟตามระดับแสงสว่างควรติดตั้งเซ็นเซอร์ข้อใด

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ก. Light Level Sensor | ข. Light Level Sensor (Outdoor) |
| ค. Temperature Sensor | ง. Motion Sensor |

9. อุปกรณ์ข้อใดใช้คู่ร่วมกับเซ็นเซอร์ที่ไม่ได้เป็นอุปกรณ์ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

ก. Bus Coupler

ข. Auxiliary Input

ค. General Analogue /Digital Input Unit

ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง
การนำเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

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

แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่อง การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 14 ข้อ จำนวน 2 หน้า

2. เวลาทั้งหมด 20 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษแบบฝึกหัด

1. ข้อใดไม่ใช่การวางและกำหนดรูปแบบการสั่งงานของสวิทช์ควบคุม

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| ก.ปฏิทินเวลา (Calendar Time) | ข.ควบคุมเป็นพื้นที่ (Area) |
| ค.ควบคุมเป็นบรรยากาศ(Scene) | ง.ควบคุมเป็นกลุ่ม (Group) |

2. การเลือกอุปกรณ์ด้านควบคุมเลือกปัจจัยข้อใด

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| ก.จากข้อกำหนดจากแบบ | ข.จากรูปแบบการทำงาน |
| ค.หน้าที่การทำการควบคุม | ง.ถูกทุกข้อ |

3. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยขนาดของตู้ควบคุมระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

- | | |
|----------------------|---------------------|
| ก.ขนาดพื้นที่ติดตั้ง | ข. ขนาดตามผู้ออกแบบ |
| ค.จำนวนอุปกรณ์กำลัง | ง. จำนวนวงจรควบคุม |

4. วงจรไฟฟ้า4วงจรละ 4,000วัตต์ควบคุมแบบปิด-เปิดใช้อุปกรณ์ด้านกำลังข้อใด

- | | |
|-----------------|------------------|
| ก.RELAY 12CHx1A | ข.RELAY 12CHx10A |
| ค.RELAY 4CHx10A | ง.RELAY 4 CHx20A |

5. วงจรไฟฟ้าหลอดฮาโลเจน2วงจรละ2,000วัตต์ควบคุมแบบหรี่ไฟใช้อุปกรณ์ด้านกำลังข้อใด

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| ก.DIMMER 8CHx1A | ข. PROFESSIONAL DIMMER 4CHx5A |
| ค. PROFESSIONAL DIMMER 2CHx10A | ง. PROFESSIONAL DIMMER 1 CHx20A |

6. วงจรไฟฟ้าหลอดไส้ 11 วงจรละ3,500วัตต์ควบคุมแบบหรี่ไฟใช้อุปกรณ์กำลังข้อใดเหมาะสมที่สุด

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| ก.PROFESSIONAL DIMMER 2CHx10A | ข. PROFESSIONAL DIMMER 1CHx20A |
| ค. ARCHITURAL DIMMER 12CHx10A | ง.ARCHITURAL DIMMER 12 CHx16A |

7.  ใน Riser Diagram คือสัญลักษณ์ข้อใด

- | | |
|-----------------------|------------------|
| ก.Light Level Sensor | ข. Motion Sensor |
| ค. Temperature Sensor | ง. Smoke Sensor |

8. SC ใน Riser Diagram คือสัญลักษณ์ข้อใด
- | | |
|---------------------|----------------------|
| ก. Touch Screen | ข. Smoke Sensor |
| ค. Scene Controller | ง. Switch Controller |
9. ข้อมูลใน Riser Diagram ได้มาจากข้อใด
- | | |
|--------------------------|----------------------|
| ก. จากข้อกำหนดจากแบบ | ข. จากรูปแบบการทำงาน |
| ค. หน้าที่การทำการควบคุม | ง. ถูกทุกข้อ |
10. Remark ในตาราง Load Schedule บอกข้อมูลอะไร
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| ก. ชนิดอุปกรณ์ด้าน Input | ข. ชนิดอุปกรณ์ด้าน Output |
| ค. ขนาดและชนิดอุปกรณ์ด้าน Input | ง. ขนาดและชนิดอุปกรณ์ด้าน Output |
11. Group No. ในตาราง Load Schedule มีตัวย่ออะไรบ้าง
- | | |
|--------|--------|
| ก. Rxx | ข. Dxx |
| ค. Sxx | ง. Axx |
12. Description ในตาราง Load Schedule บอกข้อมูลอะไร
- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| ก. ตำแหน่งวงจรควบคุม | ข. ตำแหน่งสวิตช์ควบคุม |
| ค. ขนาดและชนิดอุปกรณ์ด้าน Input | ง. ขนาดและชนิดอุปกรณ์ด้าน Output |
13. ข้อมูลข้อใดไม่ได้บอกไว้ใน BOQ
- | | |
|-----------------|----------------------|
| ก. ราคาอุปกรณ์ | ข. มูลค่างานก่อสร้าง |
| ค. จำนวนอุปกรณ์ | ง. ค่าแรงก่อสร้าง |
14. ข้อมูลใน BOQ ได้มาจากข้อใด
- | | |
|------------------|----------------|
| ก. Load Schedule | ข. จากแบบไฟฟ้า |
| ค. Riser Diagram | ง. ถูกทุกข้อ |

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 5 เรื่อง

การออกแบบระบบแสงสว่างในอาคารด้วยระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

1. ก
2. ง
3. ข
4. ง
5. ค
6. ข
7. ข
8. ค
9. ก
10. ง
11. ค
12. ก
13. ข
14. ง

แบบทดสอบ ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 50 ข้อ จำนวน 6 หน้า

3. เวลาทั้งหมด 60 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1.ระบบควบคุมและจัดการพลังงานมีหน้าที่อะไร

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| ก.เปิด-ปิดระบบไฟฟ้า | ข.จ่ายพลังงานไฟฟ้า |
| ค.เปิด-ปิดหรือหรีไฟระบบไฟฟ้า | ง.บันทึกค่าพลังงานไฟฟ้า |

2.ระบบควบคุมและจัดการพลังงานต่างจากระบบHard wire อย่างไร

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| ก.การเดินสายไม่ต้องสลับไปสลับมา | ข.การใช้งานปลอดภัย |
| ค.สามารถควบคุมได้หลายทาง | ง.ถูกทุกข้อ |

3.อุปกรณ์ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานมีหน่วยประมวลผลใช้หน่วยความจำแบบใด

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| ก.Volatile memory | ข.Non-volatile memory |
| ค.Data memory | ง.Bank memory |

4.การส่งสัญญาณของระบบควบคุมและจัดการพลังงานใช้สายสัญญาณมาตรฐานชนิดใด

- | | |
|-----------------|-----------|
| ก.สายโทรศัพท์ | ข.สายTHW |
| ค.สาย UTP Cat 5 | ง.สาย VAF |

5.ค่าความต้านทานของสายสัญญาณในระบบควบคุมต้องมีค่าไม่เกินกี่โอห์มต่อ 1 Network

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| ก.80 โอห์มต่อ 1 Network | ข.90 โอห์มต่อ 1 Network |
| ค.100 โอห์มต่อ 1 Network | ง.120 โอห์มต่อ 1 Network |

6.Power Supply จ่ายแรงดันให้กับอุปกรณ์ในระบบขนาดเท่าไรได้กี่Unit

- | | |
|----------------|----------------|
| ก.250mA 10Unit | ข.250mA 15Unit |
| ค.350mA 10Unit | ง.350mA 15Unit |

7.ข้อใดไม่ใช่การต่อสายสัญญาณในระบบควบคุมและจัดการพลังงาน

- | | |
|---------------------------------|-------------------|
| ก.Star Connection | ข.Combination |
| ค.Daisy Chain, Loop In-Loop Out | ง.Tree Connection |

8.ส่วนประกอบหลักเมื่อต่อใช้งานของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้ามีกี่ส่วน

- | | |
|----------|----------|
| ก.2 ส่วน | ข.3 ส่วน |
| ค.4 ส่วน | ง.5 ส่วน |

9. ส่วนประกอบใดที่ใช้ในการตั้งงานควบคุมระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
10. Touch Screen เป็นส่วนประกอบใดของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
11. Scene Master Control Unit เป็นส่วนประกอบใดของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
12. ส่วนประกอบใดที่ใช้ในการตั้งงานอุปกรณ์ด้านกำลังระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
13. Dimmer Unit เป็นส่วนประกอบใดของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
14. Analogue Output 0-10vdc Unit เป็นส่วนประกอบใดของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
15. Power Supply Unit เป็นส่วนประกอบใดของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
16. PC Interface Unit เป็นส่วนประกอบใดของระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
17. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน
- | | |
|------------------|------------------------|
| ก. Input Unit | ข. Output Unit |
| ค. Software Unit | ง. System Support Unit |
18. ข้อใดคือคุณสมบัติหลักของระบบควบคุมและจัดการพลังงาน
- | | |
|-------------------|--------------------------|
| ก. ประหยัดพลังงาน | ข. ต้นทุนติดตั้งต่ำ |
| ค. ปลอดภัย | ง. ปรับปรุงการใช้งานง่าย |

19. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ควบคุมจากส่วนกลาง

ก. Central Selector Switch

ข. Personal Computer

ค. Touch Screen

ง. Master Switch

20. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติอุปกรณ์ควบคุมกลาง

ก. สามารถโปรแกรมตั้งเวลาเปิด-ปิดได้

ข. สามารถดูสถานะภาพทำงานระบบไฟฟ้าได้

ค. สามารถสั่งงานจากระยะไกลได้

ง. สามารถบันทึกค่าพลังงานได้

21. สวิตช์ควบคุมรุ่นใดสามารถรับการสั่งงานจากรีโมทได้

ก. standard Series

ข. Neo Series

ค. Reflection Series

ง. Satum Series

22. สวิตช์ควบคุมที่สามารถใช้รีโมทควบคุมได้ระยะไกลเท่าไร

ก. 5 เมตร

ข. 10 เมตร

ค. 12 เมตร

ง. 15 เมตร

23. การเลือกใช้งานอุปกรณ์ด้านกำลังควรยึดข้อใดเป็นหลัก

ก. ขนาดทนกระแสหน้าสัมผัส

ข. จำนวน Channel ของอุปกรณ์กำลัง

ค. ชนิดของโหลด

ง. ถูกทุกข้อ

24. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของ 4 Channel Relay

ก. เปิด-ปิดวงจรไฟฟ้า ได้ 4 วงจร

ข. สามารถเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าจากตัวเองได้

ค. ขนาดทนกระแสหน้าสัมผัส 20 A

ง. จ่ายกระแสไฟเลี้ยงระบบ

25. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของ Dimmer Unit

ก. Dimmer 4 CH x 2 A

ข. Dimmer 4 CH x 5 A

ค. Dimmer 4 CH x 10 A

ง. Dimmer 4 CH x 20 A

26. Power Supply Unit ทำหน้าที่อะไรในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้า

ก. เปลี่ยนแรงดันในระบบ

ข. จ่ายกระแสไฟเลี้ยงในระบบ

ค. จ่ายแรงดันเลี้ยงในระบบ

ง. เปลี่ยนแรงดันต่ำพิเศษจ่ายกระแสไฟเลี้ยง

27. PC Interface Unit ในระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้ามีหน้าที่ตรงกับข้อใด

ก. เชื่อมต่อระหว่าง Input กับ Output

ข. เชื่อมต่อระหว่าง Software กับ Input

ค. เชื่อมต่อระหว่าง Software กับ Output

ง. เชื่อมต่อระบบกับคอมพิวเตอร์

28. PIR Occupancy Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับอะไร

ก. อุณหภูมิ

ข. ความไว

ค. การเคลื่อนไหว

ง. ความดัน

39. อุปกรณ์ด้านกำลังควรติดตั้ง บริเวณใด

- | | |
|-----------------|-------------|
| ก.ห้องเก็บของ | ข.ห้องลิฟต์ |
| ค.ข้างตู้จ่ายไฟ | ง.บนเพดาน |

40. วงจรไฟฟ้าวงจรละ 2,200 วัตต์ควบคุมแบบปิด-เปิดใช้อุปกรณ์ด้านกำลังข้อใด

- | | |
|-----------------|------------------|
| ก.RELAY 12CHx1A | ข.RELAY 12CHx10A |
| ค.RELAY 4CHx10A | ง.RELAY 4 CHx20A |

41. วงจรไฟฟ้า 48 วงจรละ 4,000 วัตต์ควบคุมแบบปิด-เปิดใช้ RELAY 4 CHx20A จำนวนกี่ตัว

- | | |
|----------|----------|
| ก.12 ตัว | ข.13 ตัว |
| ค.14 ตัว | ง.15 ตัว |

42. วงจรไฟฟ้าหลอดฮาโลเจน 4 วงจรละ 1,000 วัตต์ควบคุมแบบหรี่ไฟใช้อุปกรณ์ด้านกำลังข้อใด

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| ก.DIMMER 8CHx1A | ข. PROFESSIONAL DIMMER 4CHx5A |
| ค. PROFESSIONAL DIMMER 2CHx10A | ง. PROFESSIONAL DIMMER 1 CHx20A |

43. ข้อมูลข้อใดไม่ได้บอกไว้ใน Riser Diagram

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| ก.จำนวนสวิทช์ควบคุม | ข.ตำแหน่งสวิทช์ควบคุม |
| ค.ชนิดโหลดควบคุม | ง.ตำแหน่งชั้น |

44. **LL** คือสัญลักษณ์อะไรในแบบ Riser Diagram

- | | |
|-----------------------|------------------|
| ก.Light Level Sensor | ข. Motion Sensor |
| ค. Temperature Sensor | ง. Smoke Sensor |

45. รูปแบบเส้นส่งสัญญาณใน Riser Diagram เป็นแบบใด

- | | |
|-----------|--------------|
| ก.เส้นหนา | ข. เส้นปะ |
| ค.เส้นบาง | ง. ถูกทุกข้อ |

46. ข้อใดไม่ได้อยู่ในตาราง Load Schedule

- | | |
|-------------|--------------|
| ก.Group No. | ข.Unit No. |
| ค.Type Amp. | ง.Switch No. |

47. Dxx ในตาราง Load Schedule มีความหมายตรงข้อใด

- | | |
|-------------|--------------|
| ก.Data No. | ข.Dimmer No. |
| ค.Relay No. | ง.Switch No. |

48. Rxx ในตาราง Load Schedule มีความหมายตรงข้อใด

- | | |
|-------------|--------------|
| ก.Group No. | ข.Unit No. |
| ค.Relay No. | ง.Switch No. |

49. ข้อมูลข้อใดไม่ได้อยู่ในตารางกำหนด Bill of Quantity (BOQ)

ก. Quantity

ข. Project name

ค. จำนวนอุปกรณ์

ง. ชื่อผู้ออกแบบ

50. ข้อมูลในตารางกำหนด Bill of Quantity (BOQ) ได้มาจากข้อใด

ก. ตาราง Load Schedule

ข. Riser Diagram

ค. จากแบบไฟฟ้า

ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบทดสอบ

ชุดฝึกอบรม : การออกแบบระบบควบคุมและจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

1.	ก	26.	ง
2.	ง	27.	ง
3.	ข	28.	ค
4.	ค	29.	ข
5.	ข	30.	ค
6.	ง	31.	ง
7.	ง	32.	ข
8.	ข	33.	ค
9.	ก	34.	ค
10.	ก	35.	ข
11.	ก	36.	ง
12.	ก	37.	ข
13.	ข	38.	ง
14.	ข	39.	ค
15.	ง	40.	ข
16.	ง	41.	ก
17.	ค	42.	ข
18.	ก	43.	ข
19.	ง	44.	ก
20.	ง	45.	ข
21.	ข	46.	ง
22.	ง	47.	ข
23.	ง	48.	ค
24.	ง	49.	ง
25.	ค	50.	ง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : ว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์ สมบูรณ์
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการออกแบบระบบควบคุม
 และจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร
 สาขาวิชา : ไฟฟ้า

ประวัติ

เกิดวันที่ 2 สิงหาคม พุทธศักราช 2523 ที่บ้านแก่งเค็ง ตำบลแก่งเค็ง อำเภอภูซำบูน
 จังหวัดอุบลราชธานี มีพี่น้อง 6 คน เป็นบุตรคนที่ 6 ของนายคำเหมื่อย และนาง อ้อม สมบูรณ์

ประวัติการจบการศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนบ้านแก่งเค็ง
 จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
 จบการ ศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง
 วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอุบลราชธานี

จบการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ) สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทาง
 อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

ประวัติการทำงาน

- 2547-2549 บริษัท กลิปเซิล (ประเทศไทย) จำกัด
- 2550-ปัจจุบัน บริษัท กลิปเซิล (ประเทศไทย) จำกัด
 เปลี่ยนเป็น บริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด