รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ
Design of Electrical System
Design and Low Voltage Switch Board

โดย

นายสุวิทย์	วิชาอ่อน	6004200008
นายกิตติธัช	สาสนะ	6004200006

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ภาคการศึกษา 3 ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงงาน การออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

Design of Electrical System Design and Low Voltage Switch Board

รายชื่อผู้จัดทำ นายสุวิทย์ วิชาล่อน 6004200008

นายกิตติภัช สาสนะ 6004200006

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการการสอบโครงงาน

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า)

.....พนักงานที่ปรึกษา

(นายวุฒิชัย ศรีบ้อย)

.....กรรมการกลาง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรสถียร)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์สันติสุข สว่างกล้า

ตามที่คณะผู้จัดทำ นายสุวิทย์ วิชาอ่อน และ นายกิตติธัช สาสนะ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ในตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกรไฟฟ้า ณ บริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การบริการวิชาการ เรื่อง การออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว คณะผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นายสุวิทย์ วิชาอ่อน

นายกิตติธัช สาสนะ

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

ตามที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เรื่อง การออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิชต์ไฟฟ้าแรงต่ำ ตั้งแต่วันที่ 17 พฤษภาคม 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม 2564 ส่งผลให้ นายสุวิทย์ วิชาอ่อน และ นายกิตติธัช สาสนะ ได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและการปฏิบัติงานในอนาคต เกี่ยวกับการปฏิบัติงานตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรไฟฟ้า ณ บริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคตโดยได้รับความร่วมมือจาก ณ บริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ได้สอนได้เรียนรู้งาน และปัญหาที่พบในงานต่างๆ จึงขอบคุณมา ณ ที่นี้และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1) นายวุฒิชัย ศรีน้อย (พนักงานที่ปรึกษา)
2) นายรักสิทธิ์ เทวชู (พนักงานที่ปรึกษา)
3) อาจารย์สันติสุข สว่างกล้า (อาจารย์ที่ปรึกษา)

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินโครงการ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ
นายสุวิทย์ วิชาอ่อน
นายกิตติธัช สาสนะ

หัวข้อโครงงาน	การออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ
หน่วยกิต	5 หน่วยกิต
ชื่อนักศึกษา	นายสุวิทย์ วิชาอ่อน 6004200008
	นายกิตติธัช สาสนะ 6004200006
อาจารย์ที่ปรึกษา	ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	3/2563

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจเล่มนี้นำเสนอเกี่ยวกับ งานการออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ งานการออกแบบระบบไฟฟ้านี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสหกิจศึกษาของมหาวิทยาลัยสยามโดยทำร่วมกับบริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นเรื่องของงานการออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบไปด้วยงานออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบเต้ารับไฟฟ้า ระบบแผงสวิตช์ไฟฟ้า และการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า รายละเอียดของงานการออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงไฟฟ้าแรงต่ำ โหลดไฟฟ้า การแบ่งวงจรไฟฟ้า การจัดทำตารางโหลด และขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อธิบายไว้ในปริญญานิพนธ์เล่มนี้แล้ว ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สามารถนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์และนำไปใช้เพื่อการศึกษาในเรื่องการออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำได้ต่อไป

คำสำคัญ: การออกแบบระบบไฟฟ้า, การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

Project Title	Design of Electrical System Design and Low Voltage Switch Board
Credits	5 Units
By	Mr.Suwit Wichaon 6004200008
	Mr.Kittitat Sasan 6004200006
Advisor	Acting Sub Lt.Santisuk Sawangkla
Degree	Bachelor of Engineering
Major	Electrical Engineering
Faculty	Engineering
Semester/Year	3/2020

Abstract

This cooperative education project presented the design electrical system and low voltage switch board. Thai electrical system design work was part of the cooperative education project of Siam University by working at ISEE Engineering CO. LTD. This cooperative education project was about the design of electrical systems and low voltage switch boards which consists of the design of the lighting system electrical equipment, details of the design work of electrical systems, and low voltage panels electrical loads, Electrical circuit divisions load schedule and operational procedures were described in this thesis. This thesis can be used to bring benefits and further study on the design of electrical systems and low voltage switch boards.

Keywords: Design Electrical System, Electrical Equipment Installation

Approved by

.....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 วิธีการออกแบบระบบไฟฟ้า	3
2.2 มาตรฐานกฎระเบียบในการออกแบบระบบไฟฟ้า	5
2.3 หลักเกณฑ์ในการออกแบบระบบไฟฟ้า	6
2.4 การประมาณโหลด (Load Estimating)	8
2.5 การคำนวณขนาดของโหลด	8
2.6 แผงสวิตช์แรงดันต่ำ	18
2.7 พิกัดของแผงสวิตช์แรงดันต่ำ	18
2.8 ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์แรงดันต่ำ	19
2.9 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์แรงดันต่ำ	21
2.10 สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์แรงดันต่ำ	22
2.11 MIMIC BUS และ NAMEPLATE	23
2.12 การติดตั้ง	23
2.13 การทดสอบ	24
2.14 เครื่องมือบำรุงรักษา	24
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	25
3.2 ลักษณะการประกอบการ	25
3.3 บทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	25
3.4 ชื่อและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา	25

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.5 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	25
3.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	26
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติตามโครงการ	
4.1 การอ่านแบบบ้าน	27
4.2 การตรวจเช็คกระแสไฟฟ้าภายในบ้าน	28
4.3 การออกแบบระบบแสงสว่างไฟฟ้าภายในบ้าน	29
4.4 การจัดทำตารางโหลด	30
4.5 การทำใบประเมินราคา	31
4.6 การเช็คตู้ควบคุมไฟฟ้า	33
4.7 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า	34
4.8 การ Layout ตู้คอนโทรล	35
4.9 การ Wiring ตู้คอนโทรล	36
4.10 การติดตั้งตู้คอนโทรลซิลเลอร์	37
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1.1 การดำเนินโครงงาน	38
5.1.2 ประโยชน์ด้านสังคม	38
5.1.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน	38
5.1.4 ข้อดีของการปฏิบัติงานโครงงานสหกิจ	38
5.1.5 ปัญหาของโครงการ	38
5.1.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	41
ประวัติผู้จัดทำ	48

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 4.1 ศึกษาเกี่ยวกับการอ่านแบบบ้าน	27
รูปที่ 4.2 รูปแสดงถึงหลักการทำงานเบื้องต้นของการตรวจเช็คกระแสไฟฟ้า	28
รูปที่ 4.3 แบบระบบแสงสว่างภายในบ้าน 1 ชั้น	29
รูปที่ 4.5 ใบประเมินราคา	31
รูปที่ 4.6 เช็คตู้ควบคุมไฟฟ้า ตู้ LOAD PANEL	33
รูปที่ 4.7 ติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น	34
รูปที่ 4.8 การ Layout ตู้คอนโทรล	35
รูปที่ 4.9 การ Wiring ตู้คอนโทรล	36
รูปที่ 4.10 การติดตั้งตู้คอนโทรลชิลเลอร์	37

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 โหลดแสงสว่าง	10
ตารางที่ 2.2 พิกัดกระแสหลอดดิสชาร์จ	11
ตารางที่ 2.3 พิกัดกระแสของไฟฟ้า	13
ตารางที่ 2.4 ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง	14
ตารางที่ 2.5 ขนาดมาตรฐานของ Circuit Breaker	16
ตารางที่ 2.6 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ	17
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	26
ตารางที่ 4.4 ตารางโหลด	30

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าระบบไฟฟ้ามีบทบาทที่เห็นได้อย่างมากในทุกๆที่ เช่น 1) ระบบการติดตั้ง 2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภานในอาคารบ้านเรือน ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องใช้ไฟฟ้าทั้งสิ้น จนอาจกล่าวได้ว่ามในปัจจุบันนี้มนุษย์จำเป็นที่ต้องมีระบบไฟฟ้าเพื่อในการอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตประจำวัน และเกิดผลกระทบหากระบบไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ดังนั้นระบบไฟฟ้ามีความจำเป็นกับทุกภาคส่วน บุคคลากรที่เกี่ยวข้องดูแลและเลือกที่จะประกอบวิชาชีพด้านไฟฟ้าก็ควรที่จะเข้าใจระบบและการติดตั้ง ดังนั้นการรู้ถึงระบบไฟฟ้า การเดินสายและการติดตั้งอุปกรณ์ฟ้าจึงมีความสำคัญ เนื่องจากทำให้สามารถใช้เครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และสามารถนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ในขั้นพื้นฐานได้ เพื่อลดความบกพร่องของระบบไฟฟ้า

จากเหตุผลข้างต้น คณะผู้จัดทำจึงได้จัดโครงการในการบริการวิชาการ เรื่อง การออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิตช์แรงต่ำ โดยมีเนื้อหาการเรียนรู้ ดังนี้ ในการออกแบบระบบไฟฟ้า ผู้ออกแบบต้องรู้คุณสมบัติของอุปรกรณ์ไฟฟ้า เพื่อสามารถเลือกอุปกรณ์เหล่านั้นได้อย่างถูกต้องและใช้งานได้อย่างเหมาะสมต่อการใช้งาน การศึกษาข้อมูลจากแคตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิตเพื่อทำความเข้าใจในคุณสมบัติและการใช้งานของอุปกรณ์นั้นๆ ได้อย่างดี เพื่อการออกแบบบระบบไฟฟ้าของสถานที่ประกอบการต่างๆ และออกแบบระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า เพื่อสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้อุปกรได้อย่างเพียงพอและได้ขนาดของการจ่ายกำลังไฟฟ้าหาได้จากโหลดและรายการสายป้อน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นในบริษัทและมีความรับผิดชอบต่องานและหน้าที่

1.2.2 เพื่อฝึกการประยุกต์ใช้ความรู้จากทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติงานจริง

1.2.3 เพื่อฝึกทักษะการวางแผนงานและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบในการฏิบัติงาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 จัดทำโครงการบริการวิชาการ เรื่องการออกแบบไฟฟ้าและแผงสวิตช์แรงต่ำ

1.3.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้านชั้นเดียว

1.3.3 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีความเข้าใจการออกแบบระบบไฟฟ้า

1.2.2 ปฏิบัติงานได้จริงสามารถแก้ไขปัญหางานได้อย่างเหมาะสม

1.2.3 มีความรับผิดชอบต่องานที่รับหมอบหมายได้อย่างดี

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการออกแบบระบบไฟฟ้า

2.1.1. ศึกษาแบบทางสถาปัตยกรรม เพื่อให้ทราบข้อมูลต่างๆ ของอาคาร การใช้งานของห้องที่ สถาปนิกได้ทำการออกแบบไว้ตามความต้องการของสถาปนิกและเจ้าของอาคาร

2.1.2. ประมาณการใช้โหลด โดยใช้ข้อมูลจากสถาปนิกและความต้องการของเจ้าของอาคาร ชนิด และลักษณะการใช้งานของอาคารและพื้นที่ทั้งหมดของอาคาร

2.1.3. กำหนดตำแหน่งและแนวทางของสายประธานจากการไฟฟ้าฯ ที่จ่ายให้แก่อาคาร, ขนาด แรงดันไฟฟ้าของระบบ, ตำแหน่งของมิเตอร์วัดไฟฟ้า ซึ่งจะต้องดูสถานที่ที่จะสร้างอาคารพร้อมทั้งขอ คำแนะจากการไฟฟ้าฯ หน่วยที่รับผิดชอบบริเวณที่จะทำการก่อสร้างอาคารนั้นๆ

2.1.4. ศึกษาชนิดและการใช้งานของพื้นที่ในอาคาร, อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการใช้และขนาดการกิน กระแสของอุปกรณ์แต่ละชนิด ซึ่งข้อมูลบางส่วนจะต้องสอบถามจากสถาปนิกผู้ออกแบบหรือเจ้าของ อาคาร

2.1.5. ศึกษาความต้องการของโหลดไฟฟ้าระบบอื่นๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ, ระบบลิฟท์, ระบบประปา และอื่นๆ

2.1.6. ศึกษาและกำหนดตำแหน่งติดตั้งและขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตลอดจนความต้องการเนื้อที่ของอุปกรณ์เหล่านั้น เช่น ตำแหน่งและขนาดของห้องเครื่อง ห้องติดตั้งหม้อแปลงและแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board ; MDB) แผงควบคุมไฟฟ้ารอง (Sub Distribution Board SDB) แผงควบคุมไฟฟ้าย่อย (Load Panel) แนวทางและขนาดของท่อเดินสายป้อน (Feeder Shaft) ซึ่งเป็นประโยชน์ในการออกแบบ

2.1.7. คำนวณและออกแบบความต้องการของแสงสว่างของแต่ละห้องตามชนิดของการใช้งาน พร้อมทั้งกำหนดชนิดของดวงโคม (ชนิดดวงโคมบางครั้งอาจถูกกำหนดโดยสถาปนิกทั้งนี้เพื่อความ สวยงาม) เพื่อหาโหลดของระบบแสงสว่าง

2.1.8. กำหนดตำแหน่งของดวงโคมและเต้ารับลงในแบบโดยทั่วไปการแสดงตำแหน่งของดวงโคมและเต้ารับจะแยกเขียนออกจากกัน และหากมีระบบไฟฟ้าสื่อสารอันได้แก่ ระบบโทรศัพท์ระบบโทรทัศน์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติก็มักจะเขียนแบบแยกแผ่นกันทั้งนี้เพ่อความง่าย ในการอ่านแบบ

2.1.9. แยกวงจรย่อยโดยโยงสายลงในแบบเพื่อควบคมดวงโคมหรือเชื่อมต่อวงจรของเต้ารับไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในวงจรเดียวกันเข้าด้วยกัน พร้อมทั้งกำหนดหมายเลขของวงจรในแผงจ่ายไฟ การกำหนดวงจรย่อยมักจะกำหนดตามความเหมาะสมของอุปกรณ์ตัดตอน (Circuit Breaker CB) หรือ กำหนดตามพื้นที่การใช้งานควบคู่กัน

2.1.10. คำนวณโหลดแต่ละแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย พร้อมทั้งชนิด, จำนวนและขนาดของสายไฟฟ้า, ท่อร้อยสายไฟฟ้า และขนาด AT AF และ Pole ของเซอร์กิตเบรคเกอร์ (CB) ลงในตารางโหลด

2.1.11. นำโหลดในแต่ละแผงควบคุมไฟฟ้ารวมกันในแตละเฟสของระบบ แล้วคำนวณหาสายป้อน และ ขนาดอุปกรณ์ป้องกันตู้ควบคุมไฟฟ้าย่อย (Main Circuit Breaker) ของตู้ควบคุมไฟฟ้าย่อยนั้น

2.1.12. รวมโหลดทั้งหมดของแผงควบคุมไฟฟ้าย่อยทั้งอาคารเพื่อนำมาคำนวณและออกแบบหา พิกัดของอุปกรณ์ป้องกันภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) และอุปกรณ์ประกอบภายในตู้รวมกับถึง การกำหนดขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าและสายประธานของอาคาร

2.1.13. คำนวณและเขียน Riser Diagram ของระบบไฟฟ้า รวมทั้ง คำนวณและเขียน Single Line Diagram ของตู้ MDB

2.1.14. คำนวณและออกแบบระบบอื่นๆ เช่น ระบบล้อฟ้า, ระบบสื่อสารในอาคาร, ระบบโทรศัพท์, ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติระบบป้องกันภัย และอื่นๆ

2.1.15. ตรวจสอบและแก้ไขแบบให้ถูกต้องสมบูรณ์

2.1.16. เขียนข้อกำหนดและรายละเอียดประกอบแบบ (รายการประกอบแบบ) ซึ่งจะแสดงรายละเอียดต่างๆ ในแบบ เช่น ขนาดและชนิดรวมถึงเครื่องหมายการค้าของอุปกรณ์ที่กำหนดให้ใช้และข้อกำหนดซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและปฏิบัติตาม โดยทั่วไปจะถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาในการรับเหมางานก่อสร้างงานติดตั้ง ระหว่างผู้รับจ้างกับผู้ว่าจ้าง (เจ้าของอาคาร) ด้วย

2.1.17. เมื่อวิศวกรผู้ออกแบบทำการกำหนดชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้ว ผู้ออกแบบจะต้องทำ การประมาณราคาเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้ใช้เป็นราคากลางในการคัดเลือกผู้รับเหมาทำการก่อสร้างติดตั้ง ต่อไป

2.1.18. ในบางกรณีวิศวกรผู้ออกแบบอาจต้องเป็นผู้ตรวจสอบให้คำแนะนำในการติดตั้งระบบไฟฟ้าด้วย จากขั้นตอนต่างๆ ในการออกแบบระบบไฟฟ้า จะเห็นว่ามีความซับซ้อนและต้องเกี่ยวข้องกับ บุคคลหลายฝ่ายความยากลำบากในการออกแบบจะมีมากขึ้นเมื่อเป็นอาคารขนาดใหญ่และมีการใช้ โหลดมากๆ โดยเฉพาะข้อจำกัดในด้านของการออกแบบที่ต้องการใช้เกิด ความประหยัด ความปลอดภัย และมีความเชื่อมั่นในระบบสูงๆ โดยจะต้องอาศัยความชำนาญ, ประสบการณ์และการศึกษาค้นคว้าในการออกแบบเป็นอย่างมาก

2.2 มาตรฐาน กฎและระเบียบ ในการออกแบบระบบไฟฟ้า

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสิ่งที่สำคัญที่สุดที่วิศวกรไฟฟ้าหรือผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงคือความปลอดภัย ทำนองเดียวกันหน่วยงานของรัฐซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องดูแลรักษาความปลอดภัยเกี่ยวข้องกับการใช้ไฟฟ้าก็จำเป็นต้องตรากฎและมาตรฐานเพื่อให้ผู้ออกแบบติดตั้งและผู้ใช้ไฟฟ้าปฏิบัติตามเพื่อความปลอดภัยของส่วนรวม

กระทรวงมหาดไทย สำนักงานพลังงานแห่งชาติ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) จึงได้ร่างกฎและมาตรฐาน เพื่อให้ผู้ออกแบบติดตั้งและผู้ใช้ไฟฟ้าปฏิบัติตาม ดังนั้นในการออกแบบระบบไฟฟ้า วิศวกรไฟฟ้าผู้ออกแบบจำเป็นต้องศึกษาและปฏิบัติตามกฎและมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนด กฎและมาตรฐานต่างๆ ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ ระบุถึงระเบียบและวิธีการในการออกแบบและ ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ตลอดจนระบบจำหน่ายที่จ่ายไฟฟ้าด้วย

2.2.1 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของการพลังงานแห่งชาติ เป็นมาตรฐานความปลอดภัยหลักสำหรับงานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า การไฟฟ้าทั้งสามแห่งได้ ยึดถือมาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดกฎและข้อบังคับของการไฟฟ้าฯ แต่ละแห่ง

2.2.2 กฎการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ใช้ในการกำหนดมาตรฐานในการออกแบบไฟฟ้า การติดตั้งเดินสายและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า การติดตั้งเครื่องป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร การออกแบบและป้องกันเกี่ยวกับการเดินสายไฟฟ้า การป้องกันอุปกรณ์และเครื่องยนต์ไฟฟ้า ในเขตการรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้า ส่วนภูมิภาค ในการขอใช้ไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้แก่ผู้ขอใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าฯ จะให้ช่างของการไฟฟ้าฯ ทำการ ตรวจสอบ วิธีการเดินสายและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารเสียก่อน บางอาคารจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้ารับรองการออกแบบระบบไฟฟ้าหรือรับรองการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคารนั้น ดังนั้นก่อนการติดตั้งระบบไฟฟ้าผู้ขอใช้ไฟฟ้าควรแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้ง เสาไฟฟ้า แนวสายประธานไฟฟ้า ขนาดของโหลด อุปกรณ์ เครื่องวัดและอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า และแนบผังการเดินสายอย่างละเอียดภายในอาคาร (Shop Drawing)เพื่อให้การไฟฟ้าฯ ตรวจสอบและแก้ไขเสียก่อน เมื่อการติดตั้งถูกต้องตามแบบและมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ จึง อนุมัติให้จ่ายไฟฟ้าแก่อาคารได้

2.2.3 กฎกระทรวงมหาดไทย กระทรวงมหาดไทยมีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับความปลอดภัยในการก่อสร้างอาคารได้ออก กฎกระทรวงเพื่อให้ผู้ติดตั้งและผู้ใช้ไฟฟ้าปฏิบัติตาม

2.2.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.) สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่มีส่วนสำคัญเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า เช่น สายไฟฟ้า บัลลาสต์ ฟิวส์ อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้า ได้มีการกำหนด มาตรฐานต่ำสุดซึ่งผู้ผลิตจะต้องปฏิบัติตาม โดยกำหนดโดยสำนักงานมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งจะครอบคลุมถึงคำอธิบายของคำจำกัดความและ นิยาม วิธีการทดสอบ การกำหนดคุณภาพและมาตรฐานต่ำสุด ความปลอดภัย ขนาดและชนิดของ ผลิตภัณฑ์ โดยจะมีการตรวจสอบและประทับตรารับรองมาตรฐานแก่ผลิตภัณฑ์มีมาตรฐานตามที่กำหนด

ในฐานะผู้ออกแบบและผู้กำหนดรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าวิศวกรผู้ออกแบบควรศึกษาและทำความคุ้นเคยกับมาตรฐานอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการคำนวณ กำหนดรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ

2.2.5 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (มาตรฐาน ว.ส.ท.) วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในฐานะหน่วยงาน ซึ่งให้บริการ ทางด้านวิชาการ ได้ร่างมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า เพื่อให้วิศวกรไฟฟ้าหรือผู้ออกแบบติดตั้งและบำรุงรักษาใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน

มาตรฐานฉบับนี้กำหนดหลักการทั่วไปในการออกแบบไฟฟ้า วัสดุ และวิธีการเดินสายตลอดจนการใช้งานและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งมีรายละเอียดและหลักเกณฑ์ต่างๆ อย่างกว้างๆครอบคลุมกว้างขวางในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า จึงควรมีมาตรฐานฉบับนี้เพอใช้เป็นคู่มือประกอบในการออกแบบ

2.2.6 มาตรฐานอื่นๆ National Electrical Code (NEC) เป็นมาตรฐานของ USA ซึ่งกำหนดหลักการเบื้องต้น สำหรับการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า และเป็นมาตรฐานหลักในการร่างมาตรฐานของ ว.ส.ท. National Electrical Manufacturer Association Standard (NEMA) เป็นมาตรฐานของ USA ซึ่งกำหนดและแยกประเภทของผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า ตามประเภทของการใช้งาน เช่น ใช้งานทั่วไป ชนิดกันน้ำได้, ชนิดใช้งานหนัก, ชนิดใช้ในโรงงาน เป็นต้น Underwriter's Laboratories (UL) เป็นสถาบันใน USA ที่กำหนดและทำการทดสอบ มาตรฐานต่ำสุดของความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้าที่จะนำไปใช้งาน หากผ่านการทดสอบก็จะได้รับเครื่องหมายรับรองจากสถาบัน ซึ่งเป็นเครื่องหมายที่ยอมรับกันทั่วโลก ดังนั้นในการกำหนด มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ผู้ออกแบบควรจะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมายมาตรฐานจาก UL ด้วย IES Lighting Handbook Illuminating Engineering Society (IES) แห่ง USA เป็น มาตรฐานทางด้านวิศวกรรมส่องสว่างที่จะต้องใช้ในการการออกแบบทางด้านการส่องสว่างและการกำหนดตำแหน่งและชนิดของดวงโคม
มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย 2545

เป็นมาตรฐานฉบับปรับปรุงขึ้นมาครั้งสุดท้ายเพื่อสำหรับเป็นมาตรฐานในการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะ โดย ทุกการไฟฟ้าฯ ยอมรับเป็นมาตรฐานหลักในการออกแบบระบบไฟฟ้า และในการออกแบบเราจะ อ้างอิงมาตรฐานฉบับนี้เป็นสำคัญ

2.3 หลักเกณฑ์ในการออกแบบระบบไฟฟ้า

การออกแบบระบบไฟฟ้าสามารถทำการออกแบบได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์รวมทั้งมาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในการอ้างอิงของผู้ออกแบบ รวมทั้งในเรื่องของค่าใช้จ่ายของการออกแบบและติดตั้งที่จะต้องมีผลตามมาหลักจากการออกแบบเสร็จสิ้นลง ในการออกแบบที่ดีจึงต้องคำนึงถึงเงื่อนไขที่สำคัญต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.3.1. ความปลอดภัย (Safety) เป็นข้อควรคำนึงถึงเป็นอันดับแรกของการออกแบบที่ผู้ออกแบบจะต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยต้องอ้างอิงตามหลักทางวิศวกรรมไฟฟ้าและระเบียบของกำหนดของการไฟฟ้าฯ และมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย สำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้า สามารถใช้เป็นหลักในการออกแบบได้อย่างดี

2.3.2. ความเชื่อมั่นของระบบ (Reliability) ระบบจะต้องมีความเชื่อมั่นสูงในการตัดตอนและป้องกันผลเสียหายอันเกิดมาจากระบบไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมาตรฐานรับรอง

2.3.3. ความง่ายในการดัดแปลง (Flexibility) ระบบที่ออกแบบจะต้องสามารถแก้ไขดัดแปลงได้อย่างสะดวก เพื่อที่จะจ่ายไฟฟ้าไปตามจุดที่ต้องการ และต้องออกแบบให้รับการเพิ่มโหลดในอนาคตได้ กล่าวคือ เมื่อมีการเพิ่มโหลดในอนาคตจะต้องทำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนระบบสายไฟฟ้าทั้งระบบ

2.3.4. ความประหยัด (Economy) ผู้ออกแบบที่ดีควรคำนึงถึงการออกแบบให้มีความประหยัด ภายใต้เงื่อนไขของความปลอดภัย, ความเชื่อมั่น, ความง่ายในการดัดแปลง โดยในเรื่องของความ ประหยัดมักจะสวนทางกับข้อควรพิจารณาทั้งสามข้อที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยสามารถจะยืดหยุนได้ ยกเว้นในเรื่องของ ความปลอดภัย ซึ่งจะยอมให้เรื่องของความประหยัดมีผลต่อความปลอดภัยไม่ได้ ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการกำหนดตำแหน่งและติดตั้งอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ปัญหาทางด้านพลังงานในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเลือกใช้ชนิดของหลอดไฟฟ้า การออกแบบระบบทำความเย็น การใช้เครื่องทำความร้อน และอื่นๆ ซึ่งจะมีผลในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน

2.3.5. แรงดันตก (Voltage Drop) ในการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคารจะต้องคำนึงถึงค่าแรงดันไฟฟ้าตกซึ่งเกิดเนื่องจากขนาดของโหลดและความยาวของสายป้อนและสายวงจรย่อยที่เดินไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้ารวมทั้งโหลดในอนาคตที่จะเพิ่มขึ้นด้วย แรงดันตกมักสร้างความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ และ NEC กำหนดแรงดันตกในช่วงของสายป้อนจะต้องไม่เกิน 3% หากในส่วนของวงจรย่อย ไม่เกิน 5% การพิจารณาในเรื่องแรงดันตกมักจะนำมาพิจารณาในกรณีที่สายป้อนหรือสายประธานมีระยะของการเดินสายที่ยาวๆ เท่านั้น

2.4 การประมาณโหลด (Load Estimating)

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องมีการประมาณโหลดทั้งหมดของอาคารที่ออกแบบเพื่อทราบถึงขนาดของโหลดทั้งหมดอย่างคราวๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกระบบแรงดันไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า โหลดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- โหลดแสงสว่าง (Lighting Load) เป็นโหลดทางด้านแสงสว่างจากดวงโคม
- โหลดไฟฟ้ากำลัง (Power Load) เป็นโหลดที่ใช้งานทางด้านไฟฟ้ากำลังอันได้แก่

• เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป
• เครื่องปรับอากาศ, เครื่องทำความเย็น
• ระบบลิฟต์, บันไดเลื่อน
• ระบบสุขาภิบาล
• ระบบโทรศัพท์
• ระบบโทรทัศน์
• ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
• ระบบเครื่องดูดควัน เป็นต้น

โหลดไฟฟ้ายังสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

- โหลดต่อเนื่อง อันได้แก่ โหลดทางไฟฟ้าที่จะต้องใช้งานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา เช่น โหลดแสงสว่าง โหลดบันไดเลื่อน เป็นต้น

- โหลดไม่ต่อเนื่อง ได้แก่โหลดที่มีลักษณะการทำงานเป็นครั้งคราวเป็นคาบเวลา เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศ (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า หากมีการใช้งานอยู่ตลอดเวลาก็ถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่องได้เช่นเดียวกัน) ในการแยกชนิดของโหลดจะส่งผลในการคำนวณออกแบบและการกำหนดขนาดสาย วงจรย่อย, สายป้อนและอุปกรณ์ป้องกัน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

2.5 การคำนวณขนาดของโหลด

การคำนวณค่าโหลดที่นิยมใช้โดยทั่วไปในปัจจุบันจะคิดค่าในหน่วย VA (โวลท์-แอมป์) ซึ่งเป็นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ หรือเป็นค่าที่เครื่องวัดทางไฟฟ้าสามารถวัดได้จริง และเมื่อรวมค่าทั้งหมดของโหลดแล้วสามารถเลือกใช้ขนาดของหม้อแปลงได้ทั้งนี้ และการกำหนดอุปกรณ์ป้องกันก็สามารถคำนวณได้ง่ายและชัดเจน

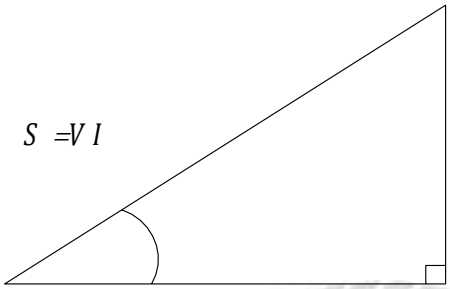
ค่าของกำลังไฟฟ้า มี 3 ค่า คือ

S = VI หน่วย (VA) โวลท์, แอมป์

P = VI cos θ หน่วย (W) วัตต์

Q = VI sin θ หน่วย (VAR) วาล์

สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของค่ากำลังไฟฟ้าทั้ง 3 ค่าสามารถนำมาเขียนในรูปสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าดังรูป



ระบบ 1 เฟส แทนค่า V=220V

$P=VI\cos\theta$

ระบบ 3 เฟส แทนค่า V=380V

$P=\sqrt{3}VI\cos\vartheta$

หากเราทราบค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในหน่วย วัตต์ (W) และทราบค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบ (PF cos θ) ของระบบก็จะสามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏได้จาก

$VI=\frac{P}{\cos\theta}$ ระบบ 1 เฟส

$VI=\frac{P}{\sqrt{3}.\cos\theta}$ ระบบ 3 เฟส

หากค่า PF ไม่สามารถทราบค่าได้เราสามารถประมาณค่า PF = 1 ได้

2.5.1 โหลดแสงสว่าง ผู้ออกแบบสามารถคำนวณค่าโหลดของโหลดแสงสว่างได้จากจำนวนของหลอดไฟฟ้าที่ใช้ งานจริงในวงจรย่อยนั้น ซึ่งจะสามารถดูค่าการใช้กระแสของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนดได้ จากตารางด้านล่าง เมื่อทราบค่ากระแสแล้วก็สามารถคำนวณค่าโหลดในหน่วย VA ได้ทั้งนี้เพื่อนำมาหาขนาด สายไฟฟ้าวงจรย่อยและอุปกรณ์ป้องกันต่อไป

หลอดไส้การหาค่ากระแสของหลอดไส้ ทำได้โดยใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าในหน่วยวัตต์หารด้วยแรงดันได้โดยตรงเนื่องจากไม่มีบัลลาสต์ต่ออยู่ในวงจร PF=1

ตารางที่ 2.1 พิกัดกระแสของหลอดไส้

ชนิดของหลอด	**กระแส (A)**	**กำลัง (VA)**
40W	0.182	40
60W	0.273	60
75W	0.341	75
100W	0.455	100
150W	0.682	150

หลอด Gas Discharge มีบลลาสต์ต่ออยู่ในวงจรดังนั้นจึงต้องคิดค่า Power Factor ของวงจรเข้าไปด้วยค่ากระแสในตารางเป็นค่าที่วัดได้จากการต่อวงจรจริง

ตารางที่ 2.2 พิกัดกระแสของหลอดดิสชาร์จ

ชนิดของหลอด	กำลังวัตต์	POWER CONSUMPTION			
		LOW POWER FACTOR		HIGH POWER FACTOR	
		กระแส (A)	กำลัง (VA)	กระแส (A)	กำลัง (VA)
ฟลูออเรสเซนต์	20 (18)	0.370	81.40 (100)	0.160	35.20 (50)
	40 (36)	0.430	94.60 (100)	0.270	59.40 (60)
	32	0.410	90.20 (100)	0.240	52.80 (60)
คอมแพค ฟลูออเรสเซนต์	9	0.190	41.80 (50)	0.100	22.00 (30)
SL	13	0.175	38.50 (50)	0.100	22.00 (30)
	18	0.220	48.40 (50)	0.140	30.80 (40)
	25	0.315	69.30 (50)	0.180	39.60 (50)
คอมแพค ฟลูออเรสเซนต์	5	0.180	39.60 (50)	0.070	15.40 (20)
PL (TC-S)	7	0.175	38.50 (50)	0.070	15.40 (20)
	9	0.170	37.40 (50)	0.070	15.40 (20)
	11	0.155	34.10 (50)	0.080	17.60 (20)
TC-D	10	0.190	41.80 (50)	0.100	22.00 (30)
	13	0.175	38.50 (50)	0.100	22.00 (30)
	18	0.220	48.40 (50)	0.140	30.80 (40)
	25	0.315	69.30 (70)	0.180	39.60 (50)
HIGH PRESSURE MERCURY	50	0.620	136.40 (150)	0.300	66.00 (70)

ตารางที่ 2.2 พิกัดกระแสหลอดดิสชาร์จ (ต่อ)

ชนิดของหลอด	กำลังวัตต์	POWER CONSUMPTION			
		LOW POWER FACTOR		HIGH POWER FACTOR	
		กระแส (A)	กำลัง (VA)	กระแส (A)	กำลัง (VA)
	80	0.800	176.00 (200)	0.450	99.00 (100)
	125	1.150	253.00 (300	0.700	154.00 (160)
	250	2.150	473.00 (500)	1.400	308.00 (310)
	400	3.250	715.00 (750)	2.150	473.00 (500)
	700	5.450	1199.00(1200)	3.800	836.00 (850)
	1000	7.500	1650.00(1700)	5.300	1166.0(1200)
HIGH PRESSURE SODIUM	35	0.540	118.80 (120)	0.220	48.40 (50)
	50	0.780	171.60 (180)	0.300	66.00 (70)
	70	1.000	220.00 (220)	0.580	127.60 (150)
	100	1.200	264.00 (270)	0.600	132.00 (150)
	150	1.800	396.00 (400)	1.100	242.00 (250)
	250	3.000	660.00 (660)	1.400	308.00 (310)
	400	4.600	1012.00(1100)	2.200	464.00 (500)
	600	6.200	1384.00(1400)	3.000	660.00 (660)
	1000	10.200	2244.00(2300)	5.450	1199.0 (1200)
HIGH PRESSURE METAL HALIDE	35	0.540	118.8 (120)	0.220	48.40 (50)
	70	1.000	220.00 (220)	0.580	127.60 (130)
	150	1.800	396.00 (400)	0.800	176.00 (200)
	250	3.000	660.00 (660)	1.400	308.00 (320)
	400	3.500	770.00 (800)	2.200	464.00 (500)
	1000	9.500	2090.00(2100)	5.350	1177.0 (1200)
	2000	10.300	2266.00(2300)	6.150	1353.0 (1400)
	3500	18.000	3960.00(4000)	10.600	2332.0 (2400)

ค่าในวงเล็บเป็นค่าที่ควรจะใช้ในการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย 2545 อนุญาตให้ใช้สายขนาดเล็กสุดของวงจรแสงสว่างคือสายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร (sq.mm.)

ขนาดของสายทนกระแสได้มากกว่า 125% ของพิกัดกระแสทั้งหมดของวงจรย่อย และเลือกสายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายไฟฟ้าดังตาราง

ตารางที่ 2.3 พิกัดกระแสของไฟฟ้า

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ตาม มอก. 11-2531 อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส ขนาดแรงดัน 300 หรือ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค) และ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการ เดินสาย ง และ จ)

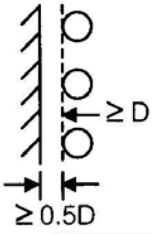
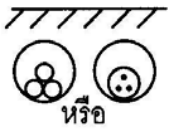
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
	วิธีการเดินสาย (หมายเหตุ 2)						
	≥ D, ≥ 0.5D		หรือ		หรือ		หรือ
	ก	ข	ค		ง		จ
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	287	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

ตารางที่ 2.4 ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง

หมายเหตุ

1) D = เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

2) ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้งเป็นไปดังนี้

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง
ก		• สายแกนเดียวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ
ข		• สายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง
ค		• สายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อในอากาศในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน
ง		• สายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อฝังดิน
จ		• สายแกนเดียวหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน ฝังดินโดยตรง

ตารางที่ 2.4 ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง (ต่อ)

หมายเหตุ (ต่อ)

3) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค) หรือ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ) ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณดังนี้

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ตัวคูณ	
	วิธีเดินสาย ก-ค (หมายเหตุ 1)	วิธีเดินสาย ง และ จ (หมายเหตุ 1)
21-25	-	1.06
26-30	-	1
31-35	1.08	0.94
36-40	1	0.87
41-45	0.91	0.79
46-50	0.82	0.71
51-55	0.71	-
56-60	0.58	-

4) ในที่ซึ่งมีการเดินสายผสมระหว่างการเดินสายในอากาศหรือเกาะผนัง (วิธีการเดินสาย ก หรือ ข) และการเดินสายในท่อ (วิธีการเดินสาย ค) หากความยาวสายที่เดินในท่อไม่เกินครึ่งหนึ่งของความยาวสายทั้งหมด และสายที่เดินในท่อยาวไม่เกิน 6 เมตร อนุญาตให้ใช้ค่าขนาดกระแสตามวิธีการเดินสายในอากาศหรือเกาะผนังได้

ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน (CB) ป้องกันที่ 80% ของขนาดพิกัดสูงสุดของพิกัดกระแส สายไฟฟ้าตามชนิดและลักษณะการติดตั้งของสายชนิดนั้น ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันมาตรฐาน สามารถใช้ค่าตามตารางนี้

ตารางที่ 2.5 ขนาดมาตรฐานของ Circuit Breaker

พิกัดกระแสตัดวงจรของตัดตอนอัตโนมัติเปลือกหุ้มมิดชิด(molded case circuit breaker) ที่พิกัดแรงดัน 600 V เป็นกิโลแอมป์(kA) SYM. r.m.s.

พิกัดกระแสโครง (ampere frame) (AF)	พิกัดกระแสตัด (ampere trip) (AT)	อัตราพิกัดกระแสตัดวงจรที่แรงดันพิกัด		
		240 V	380/415 V	480 V
50	5,6,10,15,20,25, 30,35,40,50	2.5-10 (85)	2.5-7.5 (30)	2.5-5 (22)
100	15,20,25,30,35, 40,50,60,70,80, 90,100,	7.5-35 (85)	5-30 (45)	5-25 (42)
225	125,150,175,200, 225	15-42 (85)	10-30 (50)	10-25 (42)
400	125,150,175,200, 225,250,300,350, 400	30-50 (85)	17-36 (50)	15-30 (42)
600	450,500,600	30-50 (85)	22-45 (60)	20-30 (42)
800	600,700,800	50-85 (130)	30-60 (100)	30-42 (85)
1000	800,900,1000	60-85 (130)	30-65 (100)	30-50 (85)
1200	800,1000,1200	70-85 (130)	35-65 (100)	35-50 (85)
1600	1000,1200,1600	70-130	40-100	34-85
2000	1200,1600,2000	70-130	40-100	34-85

ในวงเล็บ ( ) เป็นตัดตอนอัตโนมัติชนิดพิกัดกระแสตัดวงจรสูง

ขนาดของท่อร้อยสายไฟฟ้า ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ กำหนดให้สายไฟฟ้าที่เดินร้อย ในท่อร้อยสายมีพื้นที่หน้าตัดรวมไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ เราสามารถกำหนดขนาดของ ท่อร้อยสายไฟฟ้าให้เหมาะสมได้โดยการใช้ตารางนี้จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

ตารางที่ 2.6 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 (THW) ในท่อร้อยสาย

ขนาดสายไฟ (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 ในท่อร้อยสาย											
1	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6	11	17	28	44	-	-	-	-	-	-	-
2.5	4	8	13	22	34	-	-	-	-	-	-	-
4	3	5	9	15	23	36	-	-	-	-	-	-
6	2	4	7	12	19	29	-	-	-	-	-	-
10	1	3	4	7	12	19	32	-	-	-	-	-
16	1	1	3	5	9	14	23	36	-	-	-	-
25	1	1	1	3	5	9	15	23	29	-	-	-
35	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-
50	-	-	1	1	3	5	9	14	17	21	34	-
70	-	-	1	1	2	4	7	10	13	16	26	37
95	-	-	1	1	1	3	5	7	10	12	19	27
120	-	-	-	1	1	2	4	6	8	10	16	23
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	8	13	19
185	-	-	-	-	1	1	2	4	5	6	10	15
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	6	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	6
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย mm	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150
(นิ้ว)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6

หมายเหตุ

- ตารางที่ 4.4 และ 4.5 ใช้ตามภาคผนวกของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

2.6แผงสวิตช์แรงดันต่ำ

2.6.1 ด้านการออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วย

- แผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB)
- แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Panel, EDP)
- แผงสวิตช์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Sub Distribution Panel, SUB or Feeder Board)

2.6.2 แผงสวิตช์แรงดันต่ำในการนำมาใช้ ต้องได้รับตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

- มาตรฐานสากล ISO 9001:2000
- มาตรฐานอุตสาหกรรม หรือ มอก. 1436-2540 และ ผ่านการทดสอบ Type Tested Assemblies ตามมาตรฐาน IEC 60439-1 และรับรองผลการทดสอบโดย KEMA หรือ VDE โดยผู้ผลิตจะต้องมีสามัญวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิตและการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนด

2.6.3 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตช์ ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Circuit Breaker Tie Circuit Breaker และ Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นได้

2.6.4 ขนาดของแผงสวิตช์ฯ ใช้แบบให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหากสวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผงสวิตช์ให้ใหญ่ขึ้นได้

2.7 พิกัดของแผงสวิตช์แรงดันต่ำ

แผงสวิตช์ ฯ รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างตาม NEMA, IEC และมาตรฐานอื่น ๆ ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าที่กำหนดไว้แผงสวิตช์ ฯ ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามความต้องการของ NEC CODE ข้อ 384 โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- RATED SYSTEM VOLTAGE : 416/240 VOLT.
- SYSTEM WIRING : 3 PHASES,4WIRES SOLIDLY GROUNDED.
- RATED FREQUENCY : 50 HZ.
- RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ
- RATED SHORT-TIME : ไม่น้อยกว่า 75 KA 1 S (Main Circuit)
- WITHSTAND ICW
- RATED PEAK WITHSTAND : 1,000 VOLT.
- CONTROL VOLTAGE : 220-240 VAC.
- TEMPERATURE RISE : ตาม IEC 60439-1
- FINISHING OF CABINET : ELECTRO GALVANIZED STEEL and EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT COATING

• FORMS OF INTERNAL : FORM 3A

• SEPARATIONS

• TYPE OF CABINET : Dead Front With Rotary Handles.

• DEGREE OF PROTECTION : IP 31 สำหรับงานภายในอาคาร IP 54 สำหรับงานภายนอกอาคาร

2.8 ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์แรงดันต่ำ

2.8.1 แผงสวิตช์ที่ใช้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing) ชนิด Dead – Front โครงสร้างของแผงสวิตช์ฯ ต้องเป็นแบบ Modularized Design System, Self – Standing Metal Structure โดยโครงสร้างรอบนอกที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงทำด้วยเหล็กหนาอย่างน้อย 2.0 มม. พับให้มีความแข็งแรงโดยพับอย่างน้อย 4 ครั้ง ยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียวถ้าแผงสวิตช์ฯ มีหลายส่วน

2.8.2 ลักษณะของแผงสวิตช์ฯต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Vertical Section) อย่างสมบูรณ์ สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนด ดังนี้

• ความสูง ไม่เกิน 2,200 มม.

• ความกว้าง ระหว่าง 300-1,000 มม.

• ความลึก ระหว่าง 600-1,200 มม.

2.8.3 ภายในของแผงสวิตช์ฯ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อย 4 ช่อง ดังนี้

Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ

Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด, อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์ฯ

Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์ฯ Cable Compartment เป็นช่องสำหรับวางสายไฟฟ้ากำลังเข้า – ออก จากแผงสวิตช์

2.8.4 ฝาด้านหน้าเป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hidden Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock เพื่อความสะดวกในการเปิด/ปิด ถอดฝาได้ง่ายบานประตูต้องแข็งแรงไม่บิดงอฝาสำหรับ Metering and Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง

2.8.5 ฝาปิดด้านหลังทั้งหมด ให้ใช้แบบถอดได้ ยึดด้วยสปริง (Snap–On Lid) หรือแบบอื่นที่สามารถถอดฝาเปิด/ปิดได้ง่ายโดยต้องได้รับการพิจารณาให้ความยินยอมจากวิศวกรก่อนและให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip–Proof Louver) โดยมีแผ่นเหล็กชนิดรูพรุน (Perforated Sheet Metal) ติดด้านในที่ฝาปิดด้านข้างและที่ฝาปิดด้านหลัง

2.8.6 ฝาด้านข้างริมนอกทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชิ้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ฯด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียวขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง

2.8.7 ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชิ้น โดยชิ้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable – Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ฯ ด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง

2.8.8 ส่วนฝาทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และฝาของแผงสวิตช์ฯทุกด้านต้องมีสายดินบริภัณฑ์ โดยใช้ทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงของแผงสวิตช์

2.8.9 การประกอบแผงสวิตช์ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติทั้งนี้ให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

2.8.10 การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ (Electro Galvanized Steel) หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

2.8.11 กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้นต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง

2.8.12 ชิ้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะไม่เป็นสนิมชนิดอื่นถ้ากำหนดไว้ให้พ่นสีก็ให้ใช้วิธีการเดียวกันกับที่กำหนดแต่ไม่ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิม

2.8.13 วิธีทำความสะอาดโลหะ

ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมันหรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing) เฉพาะแผ่เหล็ก ถ้ามีร่องรอยของการเกิดสนิม และไม่ใช่แผ่นเหล็กใหม่ต้องล้างด้วยน้ำยาล้างสนิมเพื่อให้สนิมเหลืออยู่หลังการขัดหลุดออกทั้งหมด น้ำยาล้างสนิมให้ใช้ของ ICI หรือเทียบเท่า

2.8.14 การเคลือบผิวชั้นแรกให้ใช้วิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบไฟฟ้า หรือ ELECTROPLATEDZINC ตามมาตรฐาน BS 1706

2.8.15 การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

2.8.16 ผู้ผลิตจะต้องมีผลการทดสอบการคงทนต่อการผุกร่อน หรือ Test certificated โดยการทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1440 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

2.9 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์แรงดันต่ำ

2.9.1 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ โดยผลิตตามมาตรฐาน

2.9.2 บัสบาร์ที่กำหนดในแบบมีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 หรือ IEC 60439 – 1 โดยให้คิดแบบ เปลือยไม่พ่นสี/ ไม่ทาสี และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด ตัวนำ (Conductor) ทำด้วยทองแดงทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาด CIRCUIT BREAKER ที่กำหนดในแบบ โดยแสดงสีเฟสเป็นช่วงๆ ด้วยอุปกรณ์คลิปกำหนดสีที่มีการรับรองการใช้งาน โดยกำหนดสีดังนี้

- LINE 1 สีแดง
- LINE 2 สีเหลือง
- LINE 3 สีน้ำเงิน
- NEUTRAL สีขาว
- GROUND สีเขียว

2.9.3 ขนาดของบัสบาร์ เส้นศูนย์ให้มีขนาดเท่ากับ150%ของเส้นเฟสหรือขนาดตามการคำนวณเพื่อรองรับปัญหาเนื่องจากฮาร์มอนิกในระบบ ขนาดบัสบาร์เส้นดิน (Ground Bus) ให้ใช้ทองแดงที่มีความสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 25% ของเส้นเฟส หรือตามที่กำหนดในแบบ แต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้งเส้นเฟส, เส้นศูนย์และเส้นดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร สำหรับแผงสวิตช์ฯ ที่ใช้ Main Breaker มีขนาดเกิน 800 แอมแปร์

2.9.4 การติดตั้งเมนบัสบาร์ให้ติดที่บริเวณด้านหลังของตู้ และฟีดเดอร์บัสบาร์ให้ใช้แบบตั้ง การจัด BUSBARทั้ง PHASE to PHASE และ PHASE to GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้มบัสบาร์โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของบัสบาร์ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์ที่อาจลดลง

2.9.5 การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตาม LINE 1, 2, 3, N ความห่างของบัสบาร์ต้องมีความเหมาะสมเพื่อลดปัญหาการเหนี่ยวนำที่ทำให้เกิดความร้อนให้ได้มากที่สุด โดยเมื่อมองเข้ามาด้านหน้าของสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียงจากหน้าไปหลังหรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามืออย่างใดอย่างหนึ่ง

2.9.6 บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน (รวมทั้ง Neutral Bus และ Ground Bus) ต้องมีความยาวตลอดเท่าความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุด

2.9.7 บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ฯ ทุก ๆ ส่วน และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์ เส้นดินและเส้นศูนย์ ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริภัณฑ์

2.9.8 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ EPOXY–RESIN แบบสองชิ้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า

2.9.9 Busbar และ Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ ไม่น้อยกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้ากำหนด โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

2.10 สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์แรงดันต่ำ

2.10.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ให้ใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 105 องศาเซลเซียสชนิด H07V2-K หรือดีกว่า

สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกันเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าขนาดที่กำหนดดังนี้

- CURRENT CIRCUIT 4.0 ตารางมิลลิเมตร
- VOLTAGE CIRCUIT 2.5 ตารางมิลลิเมตร
- CONTROL CIRCUIT 1.5 ตารางมิลลิเมตร

2.10.2 การต่อวงจรกำลังในแผงจ่ายไฟ เช่น ระหว่างบัสบาร์กับสวิตช์ฯตัดตอน เป็นต้น ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้าชนิดสายอ่อนหลายแกนมีฉนวนและเปลือกนอกทนแรงดันได้ 750 โวลต์ และทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียสชนิด H07V2-K หรือดีกว่าหรือต่อด้วยบัสบาร์ทองแดงหุ้มฉนวนแบบหดตัวด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Tubing) ที่ 40 องศาเซลเซียสของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้าหา

2.10.3 การเดินสายไฟฟ้าระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์ฯ ให้เดินในท่อร้อยสายหรือรางพลาสติกช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยในท่อพลาสติกอ่อนชนิดทนความร้อน การต่อสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้าน ห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ ถ้ามีสายไฟฟ้าส่วนที่ต้องเดินอยู่นอกท่อหรือรางสายไฟให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดหลายแกนมีฉนวนและเปลือกนอกทนแรงดันได้ 750 โวลต์ และทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส ชนิด H07V2-Kหรือดีกว่า

2.10.4 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

2.10.5ขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้กับสายทองแดง

2.10.6 สลักเกลียวแป้นเกลียวและแหวน (Bolts, Nuts & Washers) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High–Tensile, Electro–Galvanized or Chrome – Plated ให้ใช้จำนวนสลักและแป้นเกลียวให้เพียงพอแล้วขันด้วยTorque
Wrench ให้เพียงพอตามที่กำหนดไว้

2.10.7 การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วต่อสายกับบัสบาร์ หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ ให้ใช้สลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริง ก่อนต่อต้องทำความสะอาดบริเวณผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ

2.11 MIMIC BUS และ NAMEPLATE

2.11.1 แผงสวิตช์ฯ ต้องมีข้อมูลขั้นต้นแสดงไว้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษาอย่างน้อยดังนี้

2.11.2 ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสิ่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ

2.11.3 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสี เช่นเดียวกัน MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

2.11.4 ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิตเป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯด้านนอกตรงที่เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

2.12 การติดตั้ง

2.12.1 แผงสวิตช์ฯ ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน๊อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา

2.12.2ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ EXPANSION BOLT

2.13 การทดสอบ

การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 จะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้

2.13.1 ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical-Operation)

2.13.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Test)

2.13.3 ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective Measures)

2.13.4 ตรวจสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด

ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ

ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

2.14 เครื่องมือบำรุงรักษา

2.14.1 ที่ข้างแผงสวิตช์ฯ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือ สำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน โดยมีประกบติดรัดไว้กับแผงสวิตช์ฯ ให้สูงประมาณ 1,800 มม.

2.14.2 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอันไขควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่นโลหะหนึ่งอัน Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสมหนึ่งอันพร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตช์ฯ ตัดตอนครบทุกขนาดที่ต้องใช้หนึ่งชุด พร้อมกล่องโลหะ สำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

สถานที่ประกอบการชื่อ บริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด สำนักงานสาขา ตั้งอยู่ (1) เลขที่ 47/2 ซอยพุทธมณฑลสาย2 ซอย 12 แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160

3.2 ลักษณะการประกอบการ

บริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด มีความชำนาญด้านการออกแบบ – ติดตั้งงานระบบไฟฟ้าต่างๆ งานติดตั้งตู้คอนโทรล ตู้MDB สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร สำนักงาน และงานโครงสร้างของภาครัฐ เราโด่ดเด่นด้วยความเป็นเลิศด้านการบริหารจัดการระบบวิศวกรรมและการจัดการสรรทรัพยากรอย่างเป็นระบบ ที่สามารถสอดประสานเข้ากับความต้องการของลูกค้าเข้ากับความคุ้มค่าในการดำเนินการ ช่วยสร้างสรรค์ให้เกิดผลงานที่เต็มเปี่ยมไปด้วยคุณภาพ

3.3 บทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

นายสุวิทย์ วิชาอ่อน และ นายกิตติธัช สาสนะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม ได้รับมอบหมายให้ทำงานในตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศกรไฟฟ้า

3.4 ชื่อและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา นายรักสิทธิ์ เทวชู
ตำแหน่ง กรรมการบริษัท

3.5 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

ระยะเวลาที่ได้ปฏิบัติงานที่บริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เริ่มเข้าปฏิบัติสหกิจ ตั้งแต่วันที่ 17 พฤษภาคม 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม 2564 เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ โดยระยะเวลาในการทำงาน 1 วัน จะทำงานทั้งหมด 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งตามที่บริษัทได้กำหนดตั้งแต่เวลา 08.30 – 17.30 น. โดยมีเวลาพักกลางวันตอนเวลา 12.00 น. วันหยุดของนักศึกษาฝึกสหกิจจะเป็นวันอาทิตย์

3.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.6.1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

3.6.2. จัดทำร่างรายงาน

3.6.3. ปรุบปรุงรายละเอียดรายงานตามความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.6.4. สรุปข้อมูลรายงาน

3.6.5. นำเสนอรายงาน

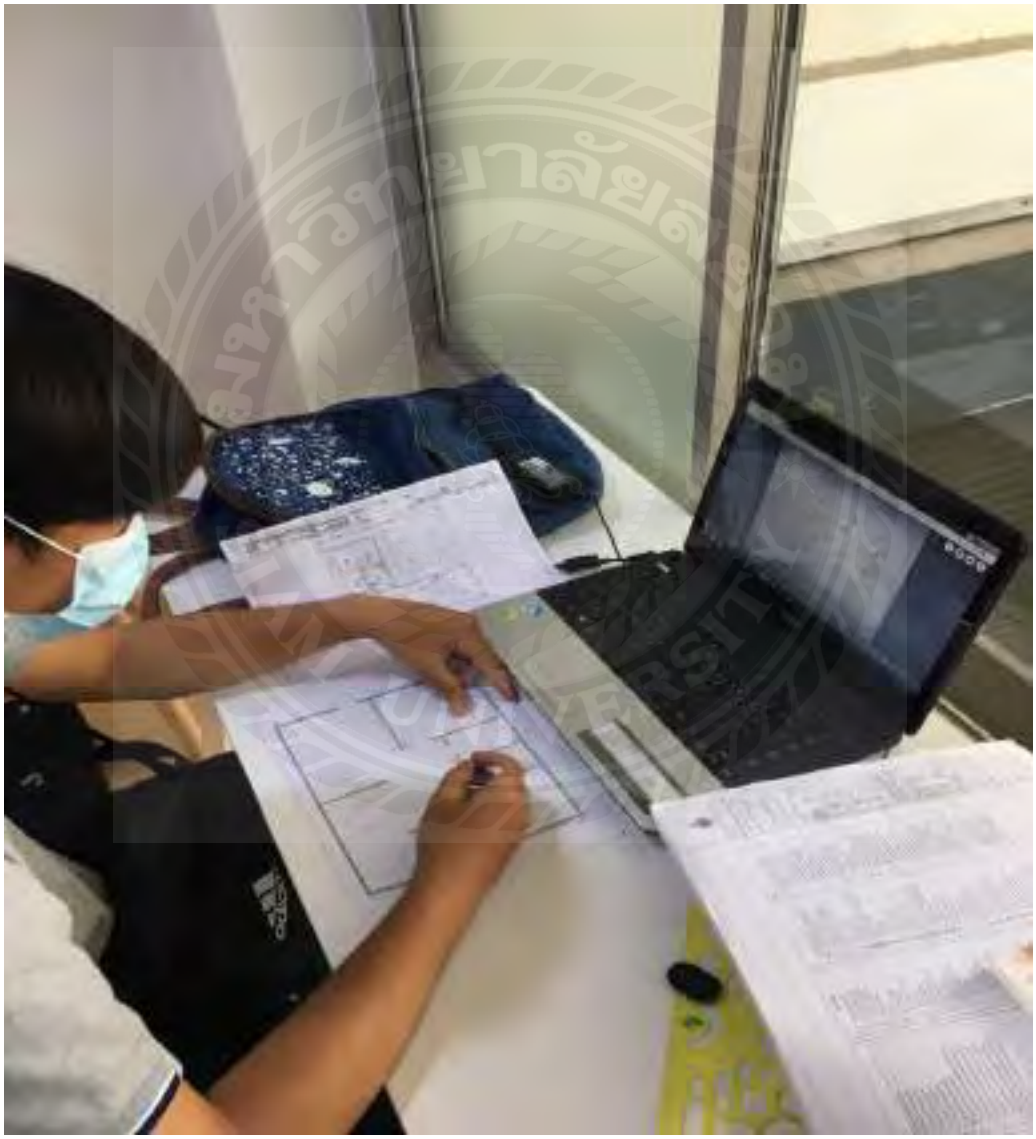
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินการ	ระยะเวลาในการดำเนินการ				
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1.ศึกษารวบรวมข้อมูล	←	→			
2.จัดทำร่างรายงาน		←	→		
3.ปรับปรุงรายละเอียดและรายงานตามความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษา			←	→	
4.สรุปข้อมูลของรายงาน				←	→
5.นำเสนอรายงาน					→

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

4.1 การอ่านแบบบ้าน

การอ่านแบบให้เป็นเพื่อที่จะได้เขียนแบบขึ้นมาได้และไปตรวจหน้างานว่าช่างวางอุปกรณ์ต่างๆ ถูกต้องตามแบบ



รูปที่ 4.1 ศึกษาเกี่ยวกับการอ่านแบบบ้าน

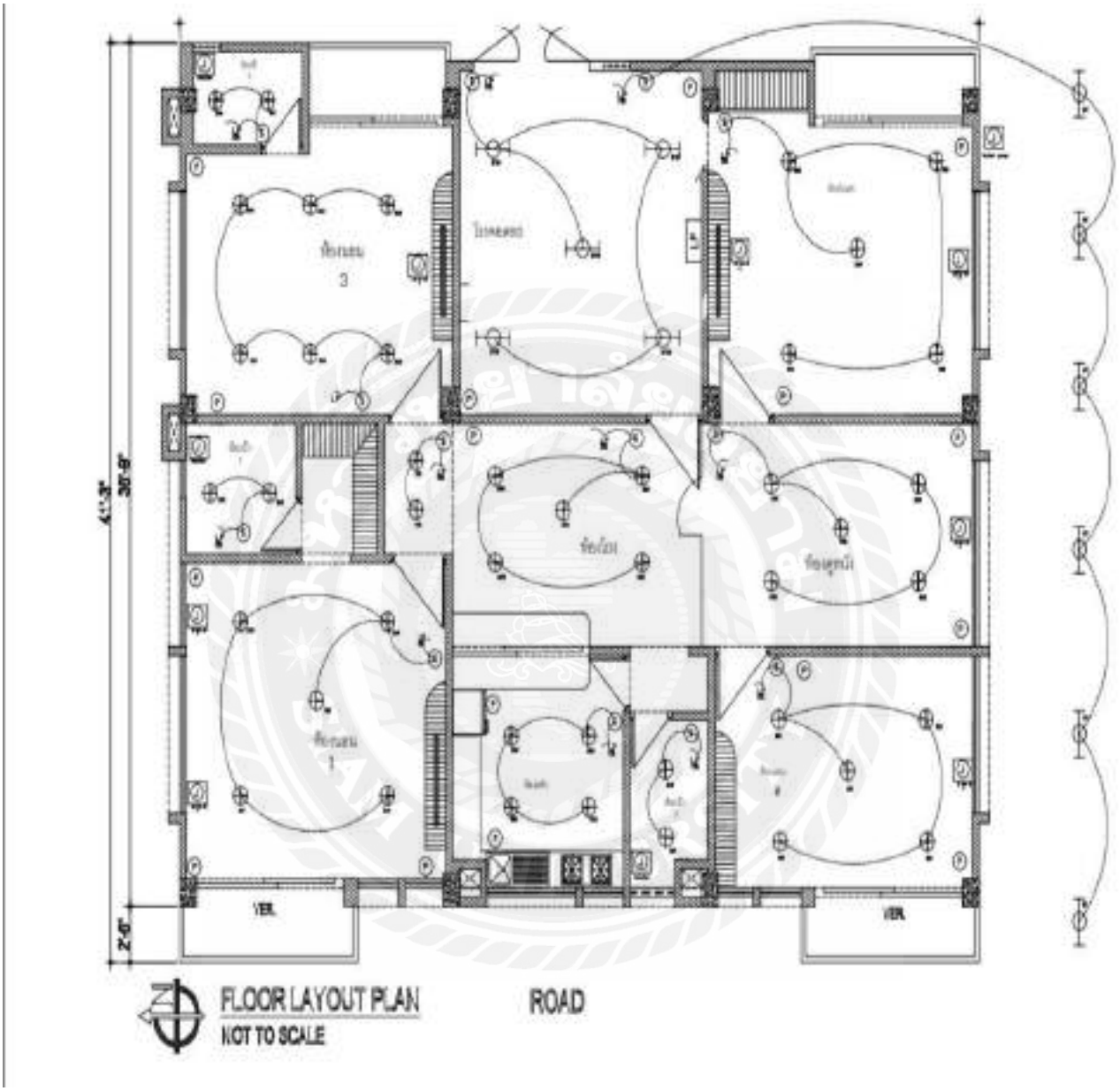
4.2 การตรวจเช็คกระแสไฟฟ้าภายในบ้าน

การตรวจเช็คกระแสชุดเต้ารับไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อจะได้รู้ว่ามีกระแสไฟฟ้ามาถึงหรือป่าว หรือถ้าเกิดการขัดข้องหรือมีปัญหาจะต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อย เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ไฟฟ้า

รูปที่ 4.2 รูปแสดงถึงหลักการทำงานเบื้องต้นของการตรวจเช็คกระแสไฟฟ้า

4.3 การออกแบบระบบแสงสว่างไฟฟ้าภายในบ้าน

การออกแบบระบบแสงสว่างไฟฟ้าภายในบ้าน ออกแบบโดยใช้โปรแกรม AUTO DAD โดยการเลือกใช้ขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับขนาดของตัวบ้านหรือความกว้างภายในบ้าน



รูปที่ 4.3 แบบระบบแสงสว่างภายในบ้าน 1 ชั้น

4.4 การจัดทำตารางโหลด

โหลดไฟฟ้ามีการใช้งานแตกต่างกันไป บางชนิดใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานาน แต่บางชนิดใช้เพียงไม่กี่ครั้ง ดังนั้นการคำนวดโหลดรวมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- โหลดต่อเนื่อง (Continuous Load)
- โหลดแบบไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous Load)

โหลดต่อเนื่อง คือโหลดไฟฟ้าที่ใช้ต่อเนื่องกันตั้งแต่ 3 ช.มขึ้นไป เช่นเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้ระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัยและเชื่อถือได้ อุปกรณ์ไฟฟ้าสำคัญๆ เช่นสายไฟ จะเผื่อพิกัดอีก 25% สำหรับ **โหลดไม่ต่อเนื่อง** คือโหลดที่ใช้ติต่อกันไม่เกิน 3 ช.ม เช่น เตาไฟฟ้า

ตารางที่ 4.4 ตารางโหลด

ตารางโหลด									
เลขที่	รายการโหลด	โหลด(VA)			เบรกเกอร์			ขนาดสาย	ไดอะแกรม
		A	B	C	AF	AT			
1		397			A	63	10	IEC 01 2x2.5 mm²เดินร้อยในท่อเพลาน PVCϕ1/2"	
2		3,375			A	63	10	IEC 01 2x2.5 mm²เดินร้อยในท่อเพลาน PVCϕ1/2"	
3			300		B	63	10	IEC 01 2x2.5 mm²เดินร้อยในท่อเพลาน PVCϕ1/2"	
4			3,500		B	63	16	IEC 01 2x2.5 mm² + 1.5mm²(G) เดินร้อยในท่อเพลาน PVCϕ1/2"	
5				3,500	C	63	16	IEC 01 2x2.5 mm² + 1.5mm²(G) เดินร้อยในท่อเพลาน PVCϕ1/2"	
6				3,500	C	63	16	IEC 01 2x2.5 mm² + 1.5mm²(G) เดินร้อยในท่อเพลานPVCϕ1/2"	
7		1,500			A	63	10	IEC 01 2x2.5mm² + 2.5mm²(G) เดินร้อยในท่อเพลาน PVCϕ1/2"	
8		1,500			A	63	10	IEC 01 2x2.5mm² + 2.5mm²(G) เดินร้อยในท่อเพลาน PVCϕ1/2"	
9			1,500		B	63	10	IEC 01 2x2.5 mm² +2.5mm²(G)เดินร้อยในท่อเพลาน PVCϕ1/2"	
10									
11									
12									
TOTAL		6772	5300	7,000	MCCB 50AT/63AF 10KA_3P				
		19072			Cond. THW 4 – 16mm² + 16mm²(G)in PVC ϕ 1¼"				

4.5 การทำใบประเมินราคา

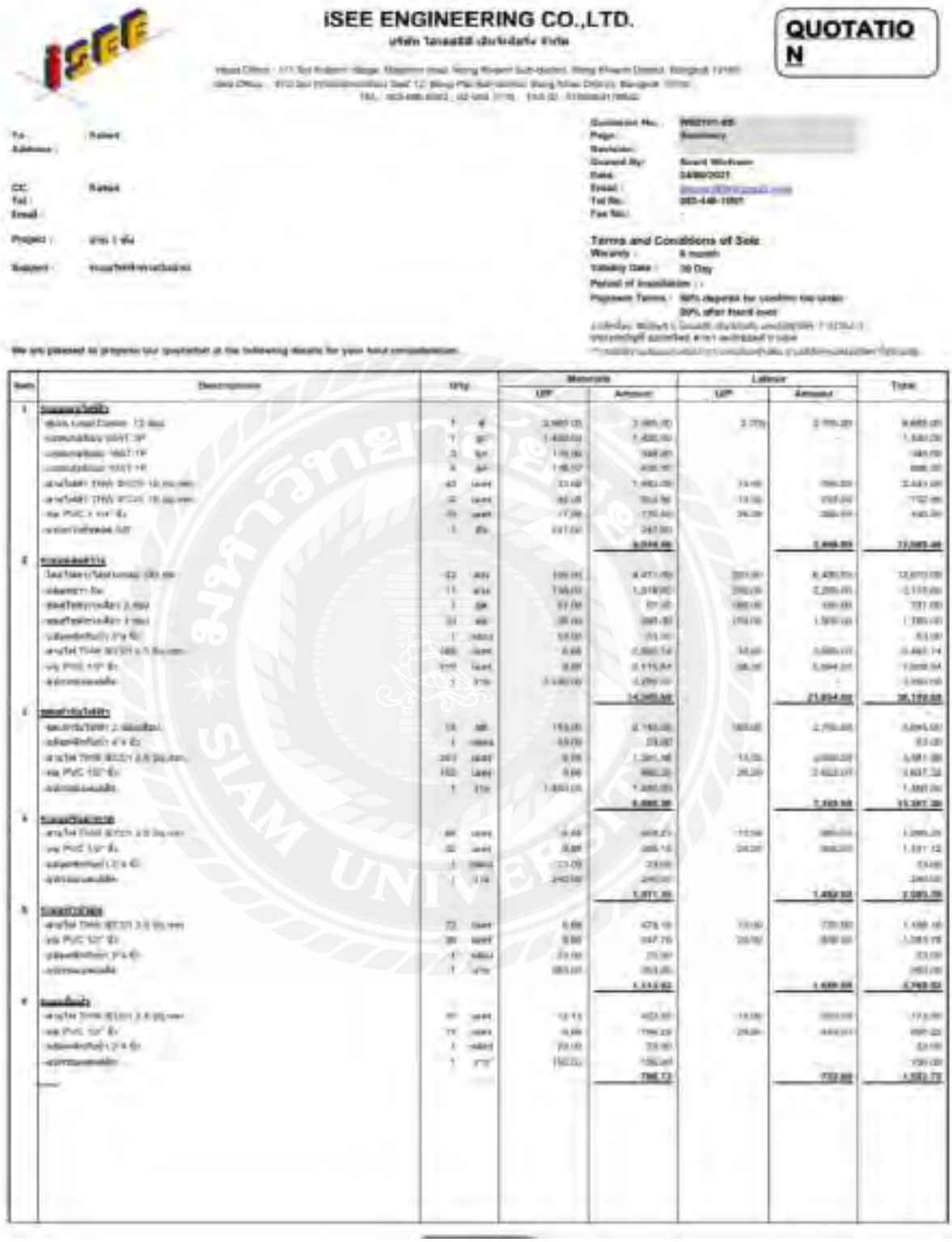
1.สำรวจและประเมินหน้างาน

2.ถอดจำนวนวัสดุในการติดตั้ง

3.การศึกษาราคาต้นทุนกับราคาขาย

4.ประเมินค่าแรงการติดตั้ง

รูปที่ 4.5 ใบประเมินราคา



iSEE ENGINEERING CO.,LTD.

QUOTATION

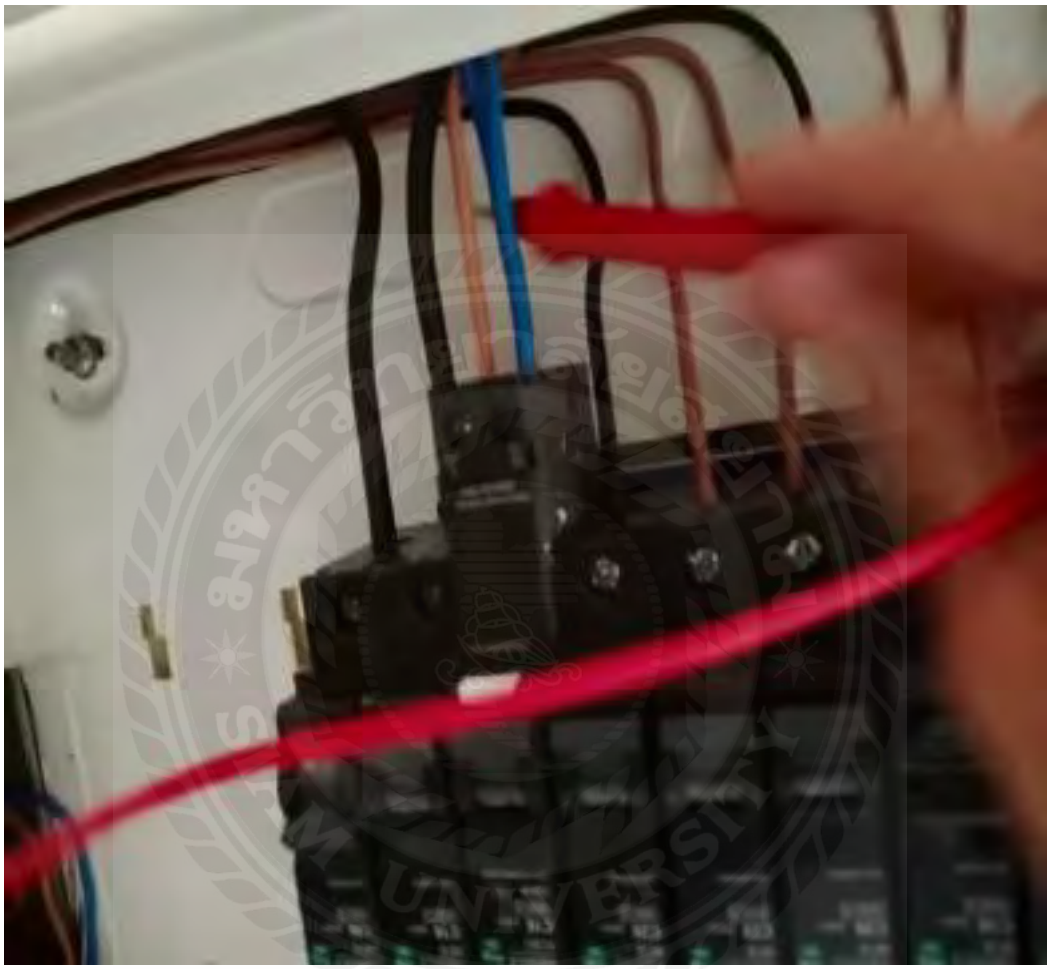
Terms and Conditions of Sale

Item	Description	Qty	Unit	Materials		Labour		Total
				UPP	Amount	UPP	Amount	
1								
		1	ชุด					
		1	ชุด					
		3	ชุด					
		1	ชุด					
		43	เมตร					
		12	เมตร					
		15	เมตร					
		1	ชุด					
2								
		12	ตัว					
		11	ตัว					
		1	ชุด					
		11	ตัว					
		1	หลอด					
		165	เมตร					
		115	เมตร					
		1	งาน					
3								
		13	ตัว					
		1	หลอด					
		243	เมตร					
		153	เมตร					
		1	งาน					
4								
		89	เมตร					
		32	เมตร					
		1	ชุดหลอด					
		1	งาน					
5								
		72	เมตร					
		39	เมตร					
		1	หลอด					
		1	งาน					
6								
		91	เมตร					
		77	เมตร					
		1	หลอด					
		1	งาน					

รูปที่ 4.5 ใบประเมินราคา

4.6 การเช็คตู้ควบคุมไฟฟ้า

1. ตรวจเช็คกระแสแต่ละเฟส
2. สำรวจรอบๆสายว่ามีสายบาดหรือรั่ว
3. สำรวจขอบตู้เพื่อใส่ยางกันบาด



รูปที่ 4.6 เช็คตู้ควบคุมไฟฟ้า ตู้ LOAD PANEL

4.7 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า

การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นแบบเดินไฟฟ้าสายสำเร็จไว้แล้ว

รูปที่ 4.7 ติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น

4.8 การ Layout ตู้คอนโทรล

การ Layout ตู้คอนโทรลเพื่อจะได้จัดวางอุปกรณ์ตามแบบที่ออกแบบไว้ เพื่อให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า

รูปที่ 4.8 การ Layout ตู้คอนโทรล

4.9 การ Wiring ตู้คอนโทรล

การ Wiring เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ และทำการตรวจสอบหรือเช็คก่อนส่งหมอบงานให้ลูกค้า

รูปที่ 4.9 การ Wiring ตู้คอนโทรล

4.10 การติดตั้งตู้คอนโทรลชิลเลอร์

การติดตั้งตู้คอนโทรลชิลเลอร์ในอุตสาหกรรมมีความต้องการในการใช้งานชิลเลอร์ หรือเครื่องทำน้ำเย็นที่หลากหลายตามลักษณะของอุตสาหกรรมต่างๆ

รูปที่ 4.10 การติดตั้งตู้คอนโทรลชิลเลอร์

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1.1 การดำเนินโครงงาน

การปฏิบัติงานโครงงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไอเอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด โดยการจัดบริการวิชาการ เรื่อง การออกแบบระบบไฟฟ้าและแผงสวิชต์ไฟฟ้าแรงต่ำ ทำให้ได้นำความรู้ทางทฤษฎีไปเผยแพร่ให้กับผู้อื่น เพื่อเป็นความรู้ และเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพต่อไป ซึ่งการดำเนินโครงการสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากการให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำจากพนักงานพี่เลี้ยงในการฝึกงานครั้งนี้

5.1.2 ประโยชน์ด้านสังคม

1. เรียนรู้ถึงชีวิตการทำงาน การวางตัวในสังคม
2. เรียนรู้ถึงการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ
3. เรียนรู้ถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อผู้อื่นภายในหน่วยงาน

5.1.3 ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน

1. ได้ประสบการณ์ใหม่ๆ ที่แตกต่างจากในห้องเรียน
2. เรียนรู้การปฏิบัติงานจริง
3. นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ภาคทฤษฎีไปใช้จริง รวมถึงได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ จากการปฏิบัติงานจริง

5.1.4 ข้อดีของการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา

1. ได้นำความรู้ทางภาคทฤษฎีไปเผยแพร่ให้กับผู้อื่น เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพต่อไป
2. ได้ฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง ทำให้ได้เรียนรู้ถึงการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า
3. ได้ประสบการณ์ในส่วนของการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลในองค์กร
4. มีความมุ่งมั่นในการหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้การทำงานเกิดประโยชน์สูงสุดและมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

5.1.5 ปัญหาของโครงการ

1. เนื่องด้วยสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้การออกไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ได้ยากลำบากมากยิ่งขึ้น
2. ขาดประสบการณ์ในการทำงาน ทำให้เกิดการตัดสินใจค่อนข้างยาก และขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

5.1.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

1. เรียนรู้ สอบถาม และขอคำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์ตรง

2. ศึกษาหาความรู้ในทางทฤษฎีเพิ่มเติม

3. มีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้มากขึ้น เพื่อที่จะปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์มากที่สุด และดำเนินการทันตามระยะเวลาที่กำหนด

บรรณานุกรม

การออกแบบระบบไฟฟ้า. (ม.ป.ป.) เข้าถึงได้จาก

https://blog.rmutl.ac.th/montri/old/ee/04212209/L-07.pdf

บริษัท ไอ เอสอีอี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด. (ม.ป.ป.) เข้าถึงได้จาก

https://www.facebook.com/ISEE-Engineering-CoLtd-537997490472387/

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ. (ม.ป.ป.) เข้าถึงได้จาก

https://medesignsystem.com/%E0%B9%81%E0%B8%9C%E0%B8%87%E0%B8%AA%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%8A%E0%B9%8C%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B3%E0%B8%81%E0%B8%B1/

ภาคผนวก ก

(การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษานิเทศงานสหกิจ

การออกปฏิบัติงานติดตั้งตู้คอนโทรล

การออกปฏิบัติงานการติดตั้งตู้คอนโทรลชิลเลอร์ที่ จ.ระยอง

ภาคผนวก ข

(การนำเสนอโครงงาน)

การนำเสนอโครงงาน

อาจารย์ที่ปรึกษา และกรรมการกลางคุมสอบ

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ - นามสกุล นายสุวิทย์ วิชาอ่อน

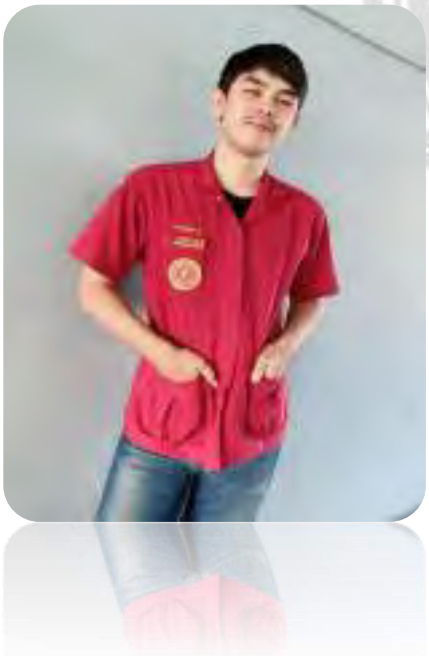
รหัส 6004200008

เกิด 31 มีนาคม 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน 58หมู่3 เพชรเกษม 36แยก 1 แขวงบางจาก เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160

ประวัติการศึกษา 2559 – 2560 ประกาศนียบัตร ร.ร สุวรรณพลับพลาพิทยาคม

พ.ศ 2560 – ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม



ชื่อ - นามสกุล นายกิตติธัช สาสนะ

รหัส 6004200006

เกิด 17 ตุลาคม 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน 24/5 ซ.รวมญาติ แขวงฉิมพลี เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร 10170

ประวัติการศึกษา 2559 – 2560 ประกาศนียบัตร ร.ร สุวรรณพลับพลาพิทยาคม

พ.ศ 2560 – ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม