รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การเขียนแบบระบบไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัย

Electrical Drawings for Habitation

โดย

นางสาวภัทรพร	ธำรงกิจวิทยากุล	6204200005
นางสาวธนัชพร	อำภา	6204200008
นายศักดา	ดวงสง่า	6204200010

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564

หัวข้อโครงงาน การเขียนแบบระบบไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัย

Electrical Drawings for Habitation

ผู้จัดทำ นางสาวภัทรพร ธำรงกิจวิทยากุล 6204200005

นางสาวธนัชพร อำภา 6204200008

นายศักดา ดวงสง่า 6204200010

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์)

..... พนักงานที่ปรึกษา

(คุณภาคภูมิ กรอบเพ็ชร์)

..... กรรมการกลาง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

หัวข้อโครงงาน	การเขียนแบบระบบไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัย		
หน่วยกิต	5 หน่วยกิต		
โดย	นางสาวภัทรพร	ธำรงกิจวิทยากุล	6204200005
	นางสาวธนัชพร	อำภา	6204200008
	นายศักดา	ดวงสง่า	6204200010
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์		
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์		
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	3/2564		

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอการเขียนแบบระบบไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัย ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ได้จากการฝึกสหกิจศึกษาภาคปฏิบัติระหว่างมหาวิทยาลัยสยามกับบริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด ซึ่งทางบริษัทได้มอบหมายงานให้ฝึกการเขียนแบบระบบไฟฟ้า การตรวจสอบคุณภาพงาน และประเมินราคา ผลจากการออกปฏิบัติงานจริงทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้กับงานจริงได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ การเขียนแบบระบบไฟฟ้า / การตรวจสอบคุณภาพ / การประเมินราคา

Project Title	Electrical Drawings for Habitation		
Credits	5 Credits		
By	Ms. Pataraphon	Thumrongkitwittayakul	6204200005
	Ms. Thanatchapawn	Ampha	6204200008
	Mr. Sakda	Duangsahnga	6204200010
Advisor	Asst.Prof. Pakit Suwat		
Degree	Bachelor of Engineering		
Major	Electrical Engineering		
Faculty	Engineering		
Semester/Year	3/2021		

Abstract

This cooperative education project proposed drawings of electrical systems for residences at the project, which was training from the cooperative education practice between Siam University and Sivarom Real Estate Co., Ltd. The company assigned practice of system drawings, electricity quality inspection, and appraisal. The results from the work can be applied to the knowledge learned in the real work.

Keywords: electrical system drawings, quality inspection, cost estimation

Approved by

.....

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ในตำแหน่งผู้ช่วยQC ณ บริษัท สิวารมณ์ เรียล เอสเตท จำกัด ตั้งแต่วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2565 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจสำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด
2. คุณจักรพงษ์ ปราชญ์นคร ผู้ช่วยผู้จัดการอาวุโส
3. คุณภาคภูมิ กรอบเพ็ชร์ ผู้จัดการฝ่าย QC
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ผู้จัดทำขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พกิจ สุวัตถิ์ และอาจารย์ทุกท่านผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คณะผู้จัดทำ

นางสาวภัทรพร ธำรงกิจวิทยากุล

นางสาวธนัชพร อำภา

นายศักดา ดวงสง่า

สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน ก

บทคัดย่อ ข

Abstract ค

กิตติกรรมประกาศ ง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการเบื้องต้น 3

2.2 สายไฟฟ้า 4

2.3 ท่อสาย (Raceways) 22

2.4 ระบบไฟฟ้ากำลัง 39

2.5 หม้อแปลง (Transformer) 40

2.6 ระบบไฟฟ้าสำรอง 44

2.7 แผงไฟฟ้าย่อย DB และ Consumer 48

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 51

3.2 ประวัติความเป็นของอาคารพาณิชย์ 52

3.3 วิสัยทัศ พันธกิจ เป้าหมายและกลยุทธ์ 52

3.4 แผงผังโครงการองค์กร 53

3.5 ตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย 54

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.6 ชื่อและตำแหน่งของพนังงานที่ปรึกษา 56

3.7 ระยะเวลาการปฏิบัติงาน 57

3.8 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน 58

3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 58

3.10 การคำนวณโหลด 65

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

4.1 ภาพรวมของการปฏิบัติงาน 63

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 63

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลสรุปโครงงาน 75

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา 75

5.3 ข้อเสนอแนะ 76

บรรณานุกรม 82

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบการปฏิบัติงานและสถานที่ปฏิบัติงาน 83

ภาคผนวก ข นิเทศงานสหกิจศึกษา 85

ภาคผนวก ค การสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 86

ภาคผนวก ง การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใชโปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 87

ประวัติผู้จัดทำ 88

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 สาย CV 7

รูปที่ 2.2 สายทนไฟ (FRC) 8

รูปที่ 2.3 สาย ACC 10

รูปที่ 2.4 สาย ACSR 10

รูปที่ 2.5 สาย PIC 11

รูปที่ 2.6 สาย SAC 11

รูปที่ 2.7 สาย XLPE 12

รูปที่ 2.8 สาย 60227 IEC 01 14

รูปที่ 2.9 สาย VAF 15

รูปที่ 2.10 สาย NYY 15

รูปที่ 2.11 ท่อ RSC (Rigid Steel Conduit) 22

รูปที่ 2.12 ท่อ RMC (Rigid Metal Conduit) 23

รูปที่ 2.13 การติดตั้งท่อในที่มีการผุกร่อน 23

รูปที่ 2.14 บุชชิ่ง 24

รูปที่ 2.15 มุมดัดโค้งท่อระหว่างจุดดึงสาย 24

รูปที่ 2.16 การติดตั้งท่อ RMC 24

รูปที่ 2.17 การต่อท่อ RMC 25

รูปที่ 2.18 การต่อสายไฟ 25

รูปที่ 2.19 ท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC) 26

รูปที่ 2.20 ท่อโลหะบาง (EMT) 27

รูปที่ 2.21 การต่อท่อ EMT 28

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.22 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit) 28

รูปที่ 2.23 การใช้งานท่อ FMC 29

รูปที่ 2.24 การติดตั้งท่อโลหะอ่อน 30

รูปที่ 2.25 ท่อโลหะ 30

รูปที่ 2.26 Duct Bank 31

รูปที่ 2.27 รางเดินสาย 32

รูปที่ 2.28 รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type) 34

รูปที่ 2.29 รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type) 34

รูปที่ 2.30 รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type) 35

รูปที่ 2.31 กล่องไฟฟ้า และแผ่นปิดชนิดต่างๆ 36

รูปที่ 2.32 กล่องดึงสายชนิดดึงตรง 37

รูปที่ 2.33 กล่องดึงสายชนิดดึงเป็นมุม 37

รูปที่ 2.34 เครื่องประกอบท่อ RMC,EMT และบุชชิ่ง 38

รูปที่ 2.35 ข้องอและตัวจับยึด 38

รูปที่ 2.36 สายไฟฟ้า XLPE 39

รูปที่ 2.37 ตะกร้อดึงสายไฟฟ้า 40

รูปที่ 2.38 การเดินสายท่อใต้ดิน 40

รูปที่ 2.39 หม้อแปลงไฟฟ้า 41

รูปที่ 2.40 ลักษณะ Tap Charger 42

รูปที่ 2.41 ชุดควบคุมการทำงานของหม้อแปล 43

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.42 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) 46

รูปที่ 2.43 ชุดควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 47

รูปที่ 2.44 แผงไฟฟ้าย่อย 48

รูปที่ 2.45 คอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer Unit) 49

รูปที่ 2.46 เครื่องตรวจสอบเบรกเกอร์ตัวไฟรั่วไหล (ELCB Tester) 50

รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์ของ บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด 51

รูปที่ 3.2 แผนที่ตั้งของบริษัท สิวารมย์ เรียลเอสเตท จำกัด 51

รูปที่ 3.3 แผนผังโครงสร้างองค์กรของ บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด 53

รูปที่ 3.4 แบบแปลนไฟฟ้า ชั้นที่ 1และ ชั้นที่ 2 (ใช้สำหรับทำเล่มสหกิจเท่านั้น) 59

รูปที่ 3.5 แบบแปลนไฟฟ้า 4 unit ชั้นที่1 และ ชั้นที่ 2 60

รูปที่ 3.6 แปลนเต้ารับคู่ ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 61

รูปที่ 3.7 แปลนไฟฟ้าแบบ 5 unit ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 62

รูปที่ 3.8 แปลนไฟฟ้าแสงสว่างแบบสโมสร ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 (ใช้สำหรับทำเล่มสหกิจเท่านั้น) 63

รูปที่ 3.9 แปลนไฟฟ้าเต้ารับคู่แบบสโมสร ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 (ใช้สำหรับทำเล่มสหกิจเท่านั้น) 64

รูปที่ 3.10 ตารางรายละเอียดเครื่องปรับอากาศ 66

รูปที่ 4.1 ศึกษาแบบ 68

รูปที่ 4.2 ประกอบแผ่นผนัง Precast ก่อนเป็นรูปตัวบ้าน 68

รูปที่ 4.3 ตัวแบบบ้านที่ประกอบเสร็จแล้ว 69

รูปที่ 4.4 ตรวจงานก่อนวางท่อ 69

รูปที่ 4.5 วางท่อในแผ่น Precast 70

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.6 อุปกรณ์การวัดความต้านทานดิน Earth Tester Meter 73

รูปที่ 4.7 การต่อหลักดินด้วยชุดเบ้าหลอมหลักดิน (Exothermic Welding) 73

รูปที่ 4.8 การต่อสายเข้ากับโครงสร้างอาคาร 74

รูปที่ 4.9 ตรวจเช็คบล็อกไฟหลังจากลงแผ่น Precast 74

รูปที่ 4.10 การเช็คบล็อกเครื่องทำน้ำอุ่น 75

รูปที่ 4.11 การติดตั้งโคมตะแกรง (Fin Louver Type) 76

รูปที่ 4.12 โคมไฟดาวน์ไลท์ (Down Light) 77

รูปที่ 4.13 สวิทช์ (Switch) 77

รูปที่ 4.14 ลักษณะการต่อสวิทช์บันไดหรือสวิทช์ 3 ทาง 77

รูปที่ 4.15 การวัดระดับการติดตั้งสวิทช์ด้วยระดับน้ำ 78

รูปที่ 4.16 เต้ารับไฟฟ้า (Outlets) 78

รูปที่ 4.17 ฝาครอบกันน้ำ 79

รูปที่ 4.18 อุปกรณ์ทดสอบเต้ารับไฟฟ้า (Easy Check Outlet) 79

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบมาตรของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศไทย 4

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของทองแดงและอะลูมิเนียม 5

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของฉนวน PVC และ XLPX 6

ตารางที่ 2.4 เครื่องหมายการทนไฟ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทดสอบ 9

ตารางที่ 2.5 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC แกนเดี่ยวที่ 70°C 18

ตารางที่ 2.6 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC หลายแกน ที่ 70°C 19

ตารางที่ 2.7 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน XLPE แกนเดี่ยว ที่ 90°C 20

ตารางที่ 2.8 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน XLPE หลายแกน ที่ 90°C 21

ตารางที่ 2.8 Ratio Tap Charger 43

ตารางที่ 2.9 หลักการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ 46

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน 57

ตารางที่ 4.1 ขนาดสายไฟฟ้าต่อการทนกระแสไฟฟ้า 71

ตารางที่ 5.1 ปัญหาที่ได้พบและวิธีแก้ 81

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ณ ปัจจุบันความต้องการใช้ไฟฟ้ามีอยู่ในทุกๆสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นที่พักอาศัยหรือสำนักงานอาคารต่างๆ จำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เป็นระบบตามมาตรฐานในการติดตั้งและมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยในที่พักอาศัยจะมีระบบไฟฟ้าหลายระบบ เช่น การจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Distribution System) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System) ระบบไฟฟ้าสำรอง (Standby Power System) เป็นต้น ระบบเหล่านี้ มีความสำคัญอย่างมากสำหรับอาคารที่ใช้สำหรับการอยู่อาศัย เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าได้มีความเชื่อมั่นในการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและความปลอดภัยต่อผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งในการออกแบบและติดตั้งจะต้องเลือกใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งานมากที่สุด โดยต้องติดตั้งที่ได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิผลและความปลอดภัยสูงที่สุด

เนื่องด้วยทางมหาวิทยาลัยสยามต้องการมุ่งให้นักศึกษาจะต้องจบการศึกษาอย่างมีคุณภาพและมีความสามารถที่จะประกอบวิชาในสายอาชีพสาขาของตนเองได้ แต่การเรียนการสอนภายในสถาบันการศึกษาจะเป็นการสอนที่เน้นความรู้แบบกว้างๆ ยังขาดการให้ความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานที่ทำให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะความรู้สามารถแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงานได้ ทางมหาวิทยาลัยสยามจึงได้จัดการศึกษาวิชาสหกิจศึกษา เพื่อให้นักศึกษาได้ออกไปปฏิบัติงานกับสถานประกอบการ โดยคณะผู้จัดทำได้ไปปฏิบัติสหกิจ ณ สถานประกอบการ บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ประกอบกิจการ ด้านการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสุขาภิบาล ส่วนงานที่คณะผู้จัดทำได้รับหมอบหมายคือ การเขียนแบบระบบไฟฟ้า การตรวจสอบคุณภาพงาน และการประเมินราคาระบบไฟฟ้ากำลัง และทำการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้จัดทำนำการเขียนแบบระบบไฟฟ้า และการตรวจสอบคุณภาพงานสำหรับที่พักอาศัยมาจัดทำเป็นโครงงานเพื่อให้ผู้ที่สนใจได้นำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้และประยุกต์ใช้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อฝึกทักษะทางสังคมในการปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรในองค์กรได้
1.2.2 เพื่อฝึกทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้จากทฤษฎีที่ได้ศึกษามาปฏิบัติงานจริง
1.2.3 เพื่อฝึกทักษะการวางแผนงานและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าขณะปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ
1.2.4 เพื่อฝึกความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายมาปฏิบัติงานให้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด
1.2.5 เพื่อฝึกพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัยทั้งภายในและภายนอกอาคาร

1.3.2 ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าขนาดแรงดัน 220 V และกระแสไฟฟ้า 32 A

1.3.3 ทำการทดสอบระบบวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าหลังการติดตั้ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถวางแผนงานอย่างเป็นระบบและสามารถคำนวณระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้

1.4.2 มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบระบบไฟฟ้า และรู้ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.4.3 สามารถปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกวิธีตามมาตรฐาน

1.4.4 สามารถปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรในองค์กรได้

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการเบื้องต้น

การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า ต้องเลือกใช้บริภัณฑ์และอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโปรเจกต์นั้นๆ แม้ว่าการออกแบบระบบไฟฟ้าจะออกแบบให้มีค่าลงทุนเริ่มแรกที่ต่ำที่สุด แต่ต้องให้ได้ระบบไฟฟ้าที่ดี มีความถูกต้อง และปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ใช้งานเป็นสำคัญ โดยให้เป็นตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หรือ ตามมาตรฐานต่างประเทศที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทยอย่าง NEC (National Electrical Code) ที่เป็นมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาโดยต้องทำความเข้าใจอย่างระมัดระวังเพื่อให้เป็นไปตามที่ประเทศไทยได้ข้อกำหนดไว้เนื่องจากผู้ที่ทำการออกแบบระบบไฟฟ้าต้องรับผิดชอบต่องานที่ได้ทำ สำหรับการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าและนิยมนำมาใช้ในประเทศแบ่งได้ดังนี้

2.1.1 มาตรฐานประจำชาติ ประเทศอุตสาหกรรมที่สำคัญในโลก ต่างมีมาตรฐานของตนเองนานแล้ว โดยมาตรฐานประจำชาติของแต่ละประเทศต่างร่างขึ้นมาใช้ภายในประเทศของตนเอง เพื่อให้ตรงกับอุตสาหกรรมภายในประเทศและตรงกับวิธีปฏิบัติของตนเอง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของประเทศนั้นๆ ด้วย

มาตรฐานประจำชาติที่สำคัญ ได้แก่

- ANSI (American National Standard Institute) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- BS (British Standard) ของประเทศสหราชอาณาจักร
- DIN (German Industrial Standard) ของประเทศเยอรมนี
- VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) ของประเยอรมนี
- JIS (Japanese Industrial Standard) ของประเทศญี่ปุ่น
- มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ของประเทศไทย

มาตรฐานการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

1. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

เนื่องจากหลายๆ ประเทศมีมาตรฐานการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับประเทศไทยเองก็ได้มีการจัดทำ “ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ” ด้วยความร่วมมือจากการไฟฟ้าและสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) เพื่อให้ทั้งประเทศได้มีมาตรฐานที่เป็นเรื่องของการติดตั้งทางไฟฟ้าเพียงฉบับเดียวไว้ใช้ประโยชน์

2. มาตรฐานสากลในการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า

ประเทศในทวีปยุโรปได้มีมาตรฐานการติดตั้งระบบในและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นของตัวเอง ซึ่งรายละเอียดต่างๆจะมีความแตกต่างเป็นอย่างมาก ดังนั้น International Electro Technical Commission (IEC) จึง ได้จัดทำมาตรฐานเกี่ยวกับการติดตั้งระบบ และอุปกรณ์ไฟฟ้าขึ้นในปี 1972 คือ IEC 60364 “ Electrical Installation of Buildings ”

3. มาตรฐานสากล NEC

NEC (National Electrical Code) เป็นมาตรฐานที่ได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับในประเทศไทย ซึ่งเป็นมาตรฐานการออกแบบติดตั้งระบบ และอุปกรณ์ไฟฟ้าของประเทศสหรัฐอเมริกามีตั้งแต่ปี 1897 และมีการแก้ไขปรับปรุงทุกๆ 3 ปีจึงเป็นมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งที่สมบูรณ์มากแม้ว่า NEC จะเป็นมาตรฐานที่ดีมากแต่ก็มีข้อกำหนดที่วิศวกรไฟฟ้าไทยต้องอ่านและทำความเข้าใจอย่างระมัดระวัง เพื่อให้การออกแบบระบบต่างๆเป็นไปอย่างถูกต้องเนื่องจากระบบต่างๆที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาตาม NEC นั้นมีข้อแตกต่างจากระบบที่ใช้ภายในประเทศไทยหลายอย่างด้วยกันตามที่ได้แสดงในตารางดังนี้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบมาตรของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศไทย

	ประเทศสหรัฐอเมริกา	ประเทศไทย
ความถี่	60 Hz	50 Hz
ระบบไฟฟ้า	120/208V,277/480V	230/400V
สายไฟฟ้า	AWG	mm^2
มิติ	Inch, feet	m. , mm.
น้ำหนัก	Pound	Kg.

แต่เนื่องจากข้อแตกต่างของระบบที่ใช้ ดังกล่าวมาแล้วมีใช้เฉพาะในสหรัฐอเมริกาเท่านั้นหากประเทศสหรัฐอเมริกายังไม่ปรับปรุงมาตรฐาน NEC ของตนให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลคงจะเสื่อมความนิยมไปอย่างช้าๆ และในที่สุดก็อาจมีแค่ประเทศสหรัฐอเมริกาที่ใช้เท่านั้น

2.2 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้ามีหน้าที่คือการนำพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่างๆสายไฟฟ้ามีผู้ที่ผลิตมากมายและหลายชนิดตามความต้องการในรูปแบบของการติดตั้งต่างๆดังนั้นการเลือกใช้สายไฟฟ้าเพื่อให้ความเหมาะสมกับงานที่ใช้เพื่อความปลอดภัยประหยัดและเชื่อถือได้ซึ่ง จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลาย

ประการด้วยกัน ได้แก่ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ติดตั้งความสามารถในการนำกระแสของตัวนำ ขนาดแรงดันตกที่เกิดขึ้นความสามารถในการทนต่อความร้อนที่เกิดขึ้นทั้งในขณะใช้งานปกติและขณะเกิดลังวงจร

2.2.1 ส่วนประกอบ

สายไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ ตัวนำ ฉนวน และเปลือก

2.2.1.1 ตัวนำ

- ทองแดงเป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงมากมีความแข็งแรงเหนียวทนต่อการกัดกร่อนได้ดีแต่มีข้อเสียอยู่คือมีน้ำหนักมากและราคาสูง

- อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงลองจากทองแดง แต่เมื่อเปรียบเทียบในกรณีกระแสเท่ากันแล้วพบว่าอะลูมิเนียมจะมีน้ำหนักที่เบาและราคาถูกกว่าทองแดง

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของทองแดงและอะลูมิเนียม

คุณสมบัติ	ทองแดง	อะลูมิเนียม
ความนำไฟฟ้าสัมพัทธ์ (ทองแดง=100)	100	61
สภาพความต้านทานไฟฟ้าที่ 20°C (Ωm x 10^{-8})	1.724	2.803
สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (per °C x 10^{-6})	17	23
จุดหลอมเหลว (°C)	1083	659
ความนำความร้อน (W / cm °C)	3.8	2.4
ความหนาแน่นที่ 20°C (g / cm3)	8.89	2.7

2.2.1.2 ฉนวน

ฉนวนมีหน้าที่ห่อหุ้มตัวนำเพื่อป้องกันการสัมผัสกันโดยตรงระหว่างตัวนำหับส่วนที่ต่อลงดินและเพื่อป้องกันตัวนำจากผลกระทบทางกลและทางเคมีต่างๆในระหว่างที่ตัวนำกระแสไฟฟ้าจะเกิดพลังงานสูญเสียในรูปแบบความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถ่ายเทไปยังเนื้อฉนวนความสามารถในการทนต่อความร้อนของฉนวนจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการทนต่อความร้อนของสายไฟฟ้านั้นเอง

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของฉนวน PVC และ XLPX

คุณสมบัติ	PVC	XLPE
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะใช้ (°C)	70	90
พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะลัดวงจร (°C)	120	250
ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก	6	2.4
ความหนาแน่น (g / cm^3)	1.4	0.92
ความนำความร้อน (cal / cm.sec °C)	3.5	8
ความทนทานต่อแรงดึง (kg / $mm.^2$)	2.5	3

จะเห็นว่าฉนวน XLPE มีความแข็งแรง ทนต่อความร้อนและถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าฉนวน PVC ทำให้มีความนิยมที่ฉนวนชนิด XLPE

2.2.1.3 เปลือก

เปลือกทำหน้าที่หุ้มแกนหรือหุ้นสายชั้นนอกสุดอาจจะมี 1 หรือ 2 ชั้นก็ได้เพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพที่อาจเกิดขึ้นในขณะติดตั้งหรือใช้งาน

2.2.2 สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำเป็นสายไฟฟ้าที่ใช้ได้กับแรงดันไม่เกิน 1000 V มีลักษณะเป็นสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวน โดยที่ตัวนำสำหรับสายไฟฟ้าชนิดนี้ อาจจะใช้ทองแดงหรืออะลูมิเนียมแต่ ที่นิยมใช้สำหรับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ คือ สายทองแดง สายไฟฟ้าขนาดใหญ่ มีลักษณะเป็นตัวตีเกลียวแต่ถ้าเป็นสายไฟฟ้าขนาดเล็ก ตัวนำก็จะเป็นตัวนำเดี่ยว วัสดุฉนวนที่นิยมใช้กับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำได้แก่ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross-linked Polyethylene (XLPE)

2.2.2.1 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน PVC

สายไฟฟ้าชนิดนี้แล้วจะมีตัวนำที่ใช้วัสดุเป็นอะลูมิเนียม และหุ้มด้วยฉนวน PVC โดยอาจจะเป็น PVC ธรรมดาหรือเป็นแบบ Heat Resisting PVC ก็ได้ซึ่งไฟฟ้าชนิดนี้สามารถใช้กับแรงดันได้ไม่เกิน 750 V ตามที่มาตรฐาน ได้กำหนดโดยสายไฟฟ้าชนิดนี้จะเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 293-2541

2.2.2.2 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน PVC

เนื่องจากทองแดงนั้นมีคุณสมบัติข้อดีที่เหนือกว่าอะลูมิเนียมหลายประการด้วยกันไม่ว่าขะเป็นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูงกว่า การตัดต่อก็ทำได้ง่ายกว่า จึงนิยมใช้สายไฟฟ้าชนิดนี้กันมากสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน PVC มีด้วยกันมากมายหลายชนิดและแต่บะชนิดก็เหมาะกับงานแต่ละแบบ โดยที่สามารถจะเป็นสายเชื่อมต่อวงจรเล็กๆ จนกระทั่งเป็นสายประธารหรือสายป้อน

2.2.2.3 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE

เนื่องจากคุณสมบัติของฉนวน XLPE ที่มีความสามารถในการที่จะทนต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรง ทนต่อแรงทางกล และการกัดกร่อนทางเคมีได้ในปัจจุบันจึง มีการใช้สายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน XLPE มากขึ้นโดยสายชนิดนี้มีชื่อเรียกว่าสาย CV หรือ CVE ซึ่งไม่ได้อยู่ในระบบมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แต่จะใช้ตามมาตรฐานอื่น เช่น IEC 60502 โดยทั่วไปสายชนิดนี้จะสามารถใช้งานได้เหมือนกับสาย NYY จึงนิยมใช้เป็นสายป้อนหรือสายประธาน

รูปที่ 2.1 สาย CV

2.2.2.4 สายไฟฟ้าทนไฟ (Fire Resistant Cable)

สายไฟฟ้าปกติจะมีฉนวนหรือเปลือกที่ทำมาจากวัสดุ เช่น PVC หรือ XLPE โดยหากเมื่อวัสดุเหล่านี้ถูกเพลิงไหม้ ก็จะทำให้วัสดุเหล่านี้สามารถติดไฟและลุกลามไปทั่วบริเวณตามช่องทางเดินสายไฟนอกจากนี้จะทำให้เกิดควันหนาแน่นและอากาศพิษกระจายไปทั่วซึ่งทำให้คนหมดสติและเสียชีวิตในที่สุดได้ เพื่อแก้ปัญหาจะต้องเลือกสายไฟที่มีลักษณะทนไฟ

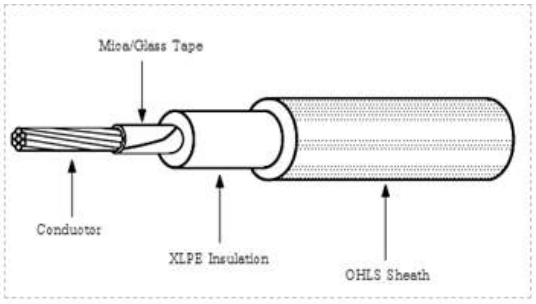
สายไฟฟ้าทนไฟมีลักษณะสมบัติที่สำคัญดังต่อไปนี้

1.คุณสมบัติด้านเปลวเพลิง (Flame Propagation or Flame Retardancy) คือคุณสมบัติการหน่วงเหนี่ยวลุกลามของการลุกไหม้ของสายไฟฟ้า เมื่อเกิดไฟไหม้สายไฟฟ้าจะช่วยลดปัญหาลุกลามของไฟไปตามสายไฟฟ้า ดังนั้นบริเวณที่ถูกเพลิงไหม้จะขยายเป็นบริเวณกว้างและเมื่อเอาแหล่งไฟออกก็จะดับลง(Self-extinguish) กำหนดให้ใช้ตามฐานของ IEC 610332-1 หรือ IEC 60332-3

2.คุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรด (Acid and Corrosive Gas Emission) คือคุณสมบัติซึ่งแสดงการเกิดกรดหลังจากเกิดไฟไหม้กรดที่เกิดขึ้นจะกัดโลหะของโตรงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆสายไฟฟ้าที่มีสาร Halongen น้อย หรือไม่มีเลยก็จะลดการเกิดกรดและก๊าซพิษกำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ IEC 60754-2

3.คุณสมบัติการปล่อยควัน (Smoke Emission) คือ คุณสมบัติที่แสดงว่าปริมาณควันที่จะเกิดขณะเพลิงไหม้สายไฟฟ้า กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ IEC 61034-2

4.คุณสมบัติต้านทานการติดไฟ (Fire Resistance) คือคุณสมบัติที่แสดงว่า ภายใต้สถานการณ์ไฟไหม้สายไฟไหม้ สายไฟฟ้ายังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ในช่วงเวลาหนึ่ง กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ BS6387 หรือ IEC 60331 ส่วนประกอบของสายไฟฟ้าทนไฟ (FRC)



รูปที่ 2.2 สายทนไฟ (FRC)

- ตัวนำ (Conductor) : ทองแดง
- เทปกันไฟ (Fire Barrier Tape) : Mica/Glass
- ฉนวน (Insulator) : XLPE
- ฉนวนหุ้มชั้นนอก (Outer Sheath) : ทำด้วยสารจำพวก Zero Halongen,Low smoke (OHLS)

สายไฟฟ้าทนไฟ (FRC) ควรใช้กับระบบและวงจรไฟฟ้าที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัย เช่น

1. ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System)
2. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation)
3. ระบบไฟแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Lighting System)
4. ระบบเสียงอากาศ (Public Address System)
5. ระบบไฟฟ้าสำรอง (Standby Power System)
6. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System)
7. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit TV System)
8. ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน (Lifts and Escalators System)
9. ระบบปั้มน้ำดับเพลิงและปั้มอัดอากาศในช่องบันไดหนีไฟ (Fire Pumps and Pressurised Stairs)
10. ในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งต้องการให้ระบบสามารถปฏิบัติงานได้ในขณะที่เกิดไฟไหม้

ตาราง 2.4 เครื่องหมายการทนไฟ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

ประเภท	การทดสอบ	เครื่องหมาย
การทนไฟ	650°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	A
	750°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	B
	950°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	C
	650°C เป็นเวลา 20 นาที	S
การทนไฟและน้ำ	650°C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้น พ่นน้ำและทำการทดสอบ 650°C เป็นเวลา 15 นาที	W
การทนไฟและทนแรงกระแทก	650°C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก	X
	750°C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก	Y
	950°C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก	Z

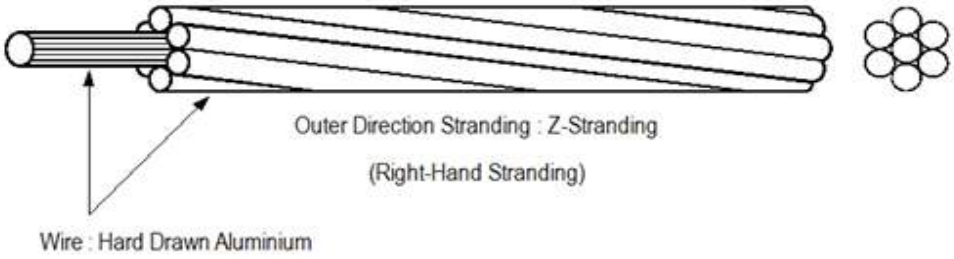
2.2.3 สายไฟฟ้าแรงดันสูง

สายไฟฟ้าที่ใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดันสูงเป็นสายที่มีขนาดใหญ่ ในลักษณะตัวนำตีกลัวสายไฟฟ้าแรงดันสูงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

2.2.3.1 สายเปลือย (Bare Wires)

สายแปลือย คือ สายที่ไม่มีฉนวนหุ้มสาย ถ้าหากนำไปใช้กับระบบจำหน่ายแรงดันต่ำจะไม่ปลอดภัยจึงจะใช้สายนี้เฉพาะกับงานแรงดันสูงเท่านั้น สายปลือยที่นิยมใช้งานมักจะทำมาจากอะลูมิเนียม เพราะน้ำหนักเบา และราคาถูก สายเปลือยที่นิยมใช้งานในปัจจุบันได้แก่

1. สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย (AAC-All Aluminium Conductor) เป็นสายที่ตัวนำอะลูมิเนียมพันตีเกลียวเป็นชั้นๆ



รูปที่ 2.3 สาย ACC

2. สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมผสม (AAAC-All Aluminium Alloy Conductor) เป็นสายที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม แมกนีเซียม และซิลิกอน
3. สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมแกนเหล็ก (ACSR-Aluminium Conductor Steel Reinforced) สายไฟฟ้าประเภทนี้เป็นสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียว และมีสายอยู่ตรงกลาง

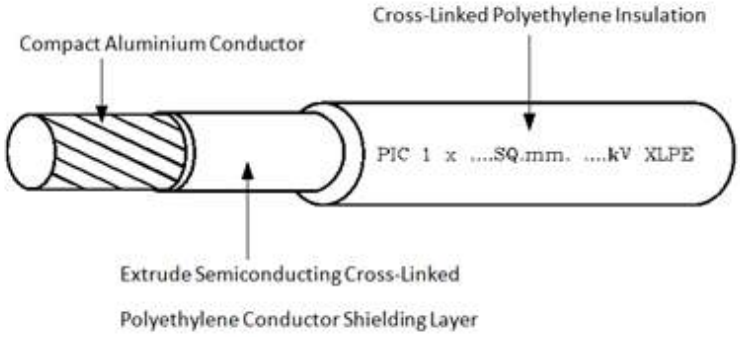
รูปที่ 2.4 สาย ACSR

2.2.3.2 สายหุ้มฉนวน (Insulated Wires)

การเดินสายไฟฟ้าแรงสูงผ่านบริเวณที่มีผู้คนอาศัยจะต้องใช้สายไฟฟ้าแรงดันสูงที่มีฉนวนหุ้มและการใช้สายหุ้มฉนวนเพื่อความปลอดภัยและยังช่วยลดการเกิดลัดวงจรจากสัตว์หรือกิ่งไม้แตะถูกสายไฟฟ้าอีกด้วย ทำให้ระบบไฟฟ้ามีความเชื่อถือได้สูงขึ้น สายไฟฟ้าแรงดันสูงหุ้มฉนวนที่นิยมใช้มีดังนี้

1. สาย Partial Insulated Cable (PIC)

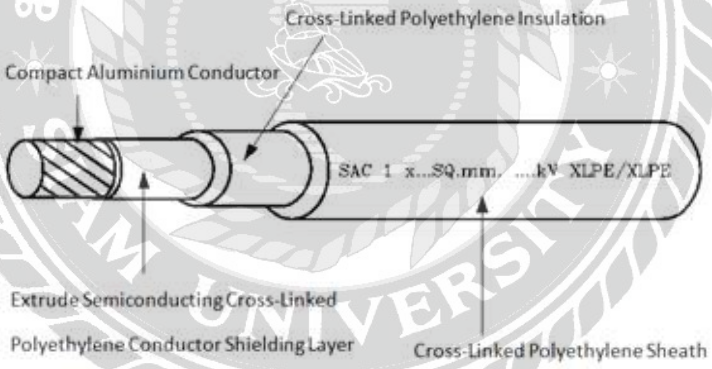
การใช้สายเปลือยจะมีโอกาสเกิดลัดวงจรขึ้นได้ง่ายเพื่อลดปัญหานี้จึงได้ให้มีการนำสาย PIC มาใช้แทนสายเปลือยโดยโครงสร้างของสาย PIC นี้ประกอบด้วยตัวนำอะลูมิเนียมตีเกลียวหุ้มฉนวน XLPE 1 ชั้น ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 สาย PIC

2. สาย Space Aerial Cable (SAC)

สายSACโครงสร้างเป็นตัวนำอะลูมิเนียมตีเกลียว มีฉนวน XLPE หุ้ม เช่นเดียวกับสาย PIC แต่จะมีเปลือก (Sheath) ที่ทำจาก XLPE หุ้มฉนวนอีกชั้นหนึ่ง ทำให้สายSACมีความทนทานมากกว่าสาย PIC สาย SACมีลักษณะดังรูปที่ 2.6



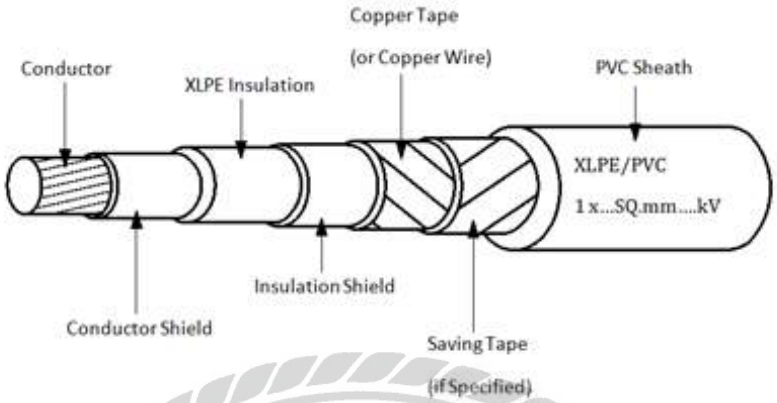
รูปที่ 2.6 สาย SAC

3. สาย Preassembly Aerial Cable

สายชนิดนี้ จัดเป็นสาย Fully Insulated มีโครงสร้างคล้ายสาย XLPE เนื่องจากสายชนิดนี้สามารถวางใกล้กันได้จึงใช้สายชนิดนี้เมื่อสายไฟฟ้าผ่านใน บริเวณที่มีระยะห่าง (Clearance) กับอาคารจำกัดหรือผ่านบริเวณที่มีคนอาศัยอยู่ สายชนิดนี้ยัง สามารถวางพาดไปกับมุมตึกได้เนื่องจากมีความแข็งแรงทนทานมาก

4. สาย Cross-linked Polyethylene (XLPE)

สาย XLPE สาย Fully Insulated โดยมีโครงสร้าง และ ส่วนประกอบดังรูป



รูปที่ 2.7 สาย XLPE

ตัวนำ (Conductor) ส่วนใหญ่เป็นทองแดงในลักษณะตีเกลียว (Strand) ซึ่งอาจจะจัดอยู่ในรูปแบบของ Copper Concentric Strand

ชีลด์ของตัวนำ (Conductor Shield) ทำด้วนสารกึ่งตัวนำ (Semi-conducting Material) ที่มีหน้าที่ช่วยให้สนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำกับฉนวนกระจายอย่างสม่ำเสมอในแนวรัศมีเป็นการช่วยลดการเกิด Breakdown ได้

ฉนวน (Insulation) เป็นชั้นที่หุ้มห่อชั้นชีลด์ของตัวนำอีกที่หนึ่ง ทำด้วยฉนวน XLPE สายเคเบิลที่ดีนั้นผิวด้านนอกของชั้นฉนวนจะต้องเรียบ

ชีลด์ของฉนวน (Insulation Shield) เป็นชั้นของ Semi-conducting Tape พันทับชั้นขอฉนวน จากนั้นก็จะหุ้มด้วนชั้นของ Copper Tape อีกหนึ่งชีลด์ของฉนวนนี้จะทำหน้าที่จำกัดสนามไฟฟ้าให้อยู่ภายในสายเคเบิลเป็นการป้องกันรบกวนระบบสื่อสาร นอกจากนี้การต่อชีลด์ลงดินจะช่วยลดอันตรายจากการสัมผัสถูกสายเคเบิลด้วยและทำให้เกิดการกระจายของแรงดันอย่างสม่ำเสมอขณะใช้งาน

เปลือกนอก (Jacket) ของสายนี้อาจจะเป็น Polyvinyl Chloride หรือ Polyethylene ก็ได้แล้วแต่ว่าลักษณะของงานจะเป็นอย่างไรถ้าเป็นงานกลางแจ้งก็มักจะใช้ Polyvinyl Chloride เพราะว่ามันเฉื่อยต่อการติดไฟในขณะที่ Polyethylene มักจะใช้งานแบบเดินลอยเนื่องจากความทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศส่วนในกรณีวางเคเบิลใต้ดินอาจมีชั้นของ Service Tape ซึ่งอาจทำด้วนชิ้นผ้า (Fabric Tape) คั่นระหว่างชีลด์กับเปลือกนอกช่วยป้องกันการเสียดสีและการกระทบกระแทก สายชนิดนี้สามารถเดินลอยในอากาศหรือฝั่งใต้ดินก็ได้ แต่นิยมใช้ฝั่งใต้ดิน เนืองจากมีความแข็งแรงทนทานสามาทนต่อความชื้อได้ดี

2.2.4 สายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553

สายไฟฟ้าแรงต่ำหุ้มฉนวนพอลิไวคลอไรด์มีใช้อยู่มากมายและมีมาตรฐานบังคับมานานแล้วฉบับแรก คือ มอก. 11-2518 ต่อมาได้ปรับปรุงเป็น มอก. 11-2553

- ข้อกำหมดทั่วไป

  แรงดันไฟฟ้า กำหนดให้ เป็น U_0 / U

  U_0 = แรงดัน RMS ระหว่างตัวนำกับดิน

  U = แรงดัน RMS ระหว่างตัวนำกับตัวนำ

- สีฉนวน

  สายแกนเดี่ยว ไม่มีกำหนด

  สาย 2 แกน สีฟ้าและสีน้ำตาล

  สาย 3 แกน สีเขียวแถบเหลือง,สีฟ้า,สีน้ำตาล หรือ สีน้ำตาล,สีดำ,สีเทา

  สาย 4 แกน สีเขียวแถบเหลือง,สีน้ำตาล,สีดำ,สีเทา หรือ สีฟ้า,สีน้ำตาล,สีดำ,สีเทา

  สาย 5 แกน สีฟ้าและสีน้ำตาล,สีฟ้า,สีน้ำตาล,สีดำ,สีเทา, หรือ สีฟ้า,สีน้ำตาล,สีดำ,สีเทา,สีดำ

  ระบบไฟ 3 เฟส 4 สาย

  สาย สีเขียวแถบเหลือง สายดิน

  สาย สีฟ้า สาย Neutral

  สาย สีน้ำตาล สายเฟส 1 (A)

  สาย สีดำ สายเฟส 2 (A)

  สาย สีเทา สายเฟส 3 (A)

- สายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 ที่นิยมใช้งานคือ

  1. 60227 IEC 01 สาย THW

     60227 IEC 01 คือสายไฟฟ้าแกนเดียวไม่มีเปลือก ชนิดตัวนำสายแข็งสำหรับงานทั่วไป รหัส 60227 IEC 01

     แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450/750 V

     คล้ายสายไฟฟ้า มอก. 11-2531 หรือเรียกทั่วไปว่า สาย THW

     มีขนาด 1.5 mm^2 ถึง 400 mm^2

     การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสาย และต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้าร้อยท่อฝังงดินหรือฝังดินโดยตรง
- ห้ามเดินบน Cable Trays

รูปที่ 2.8 สาย 60227 IEC 01

2. สาย VAF

สาย VAF คือ สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก มี 2 แบบ คือสายแบบ 2แกนและ 2แกนมีสายดิน

รหัสชนิด กรณีไม่มีสายดิน VAF

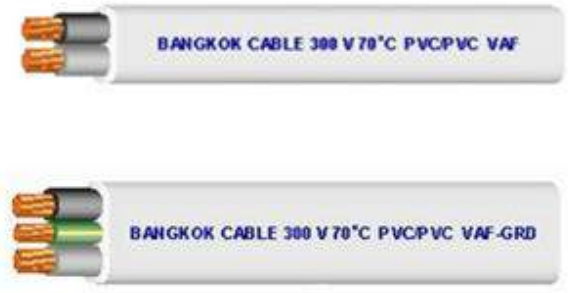
กรณีมีสายดิน VAF – G หรือ VAF / G

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 / 500 V

มีขนาด 1 mm^2 ถึง 16 mm^2

การใช้งาน

- ใช้เดินเกาะผนัง
- เดินในช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อ
- ห้ามฝังดิน



รูปที่ 2.9 สาย VAF

3. สาย NYY

สาย NYY คือ สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก มี 2 แบบ คือสายแบบ 2 แกนและ 2 แกนมีสายดิน

รหัสชนิด กรณีไม่มีสายดิน NYY

กรณีมีสายดิน NYY-G

แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 450 / 750 V

NYY แกนเดี่ยว มีขนาด 1 mm^2 ถึง 500 mm^2

NYY หลายแกน มีขนาด 1 mm^2 ถึง 500 mm^2

NYY หลายแกนมีสายดิน มีขนาด 1 mm^2 ถึง 500 mm^2

การใช้งาน

- ใช้งานทั่วไป
- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- เดินบน Cable Trays

รูปที่ 2.10 สาย NYY

- กลุ่มการติดตั้ง

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า วสท.ได้ปรับปรุงแบบการติดตั้ง และลักษณะการติดตั้งสายไฟฟ้าแบ่งเป็น 7 กลุ่ม

- กลุ่มที่ 1 สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมี / ไม่มีเปลือกนอกเดินในท่อโลหะ ภายในฝ้าเพดานที่เป็น ฉนวนความร้อน หรือ ผนังกันไฟ
- กลุ่มที่ 2 สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมี / ไม่มีเปลือกเดินในท่อโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน
- กลุ่มที่ 3 สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกเดินเกาะผนังหรือเพดานที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มคล้ายกัน
- กลุ่มที่ 4 สายเคเบิ้ลแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนมี / ไม่มีเปลือกนอกวางเรียงแบบมีระยะห่างเดินบนฉนวนลูกถ้วยอากาศ
- กลุ่มที่ 5 สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกเดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน
- กลุ่มที่ 6 สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกฝังดินโดยตรง
- กลุ่มที่ 7 สายเคเบิ้ลแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกวางบรางเคเบิ้ลแบบด้านล่างทึบ, รางเคเบิ้ลแบบระบายอากาศหรือรางเคเบิ้ลแบบบันได

2.2.4 แรงดันตก

แรงดันตก (Voltage Drop) คือ ความแตกต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่จุดแหล่งจ่ายต้นทางและจุดรับไฟฟ้า โดยเกิดเนื่องจากการที่มีกระแสไฟฟ้านั้นไหลผ่านสายไฟฟ้าที่มีค่าอิมพีแดนซ์(Impedance)ขอตัวสายไฟฟ้าเอง แรงดันตกนั้นถือเป็นปัญหาที่สำคัญมากปัญหาหนึ่งที่จะต้องพิจารณาเมื่อใช้สายไฟฟ้าที่มีความยาวมากๆผลของแรงดันตกต่อบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีมากมายเช่นมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้าเพราะความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะแปรตามแรงดันยกกำลังสองเมื่อแรงดันตกลงไปจะทำให้ความสว่างลดลงไปเป็นอนันต์มากถ้าเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent)การที่แรงดันตกจะทำให้หลอดติดยากบัลลาสต์ร้อนเกินไปเป็นต้น

แรงดันตกสำหรับระบบแรงดันต่ำกรณีรับไฟแรงต่ำจากไฟฟ้าแรงดันตกคิดจากเครื่องวัดฯจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% จากแรงดันที่ระบุ

แรงดันตกในวงจรไฟฟ้า โหลดจะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ Concentrated Load, Distributed Load

- Concentrated Load คือ วงจรที่โหลดมีเพียงชุดเดียวและอยู่ที่สายแรงดันตกของการจ่ายโหลด ลักษณะนี้จะมีค่าสูงสุด
- Distributed Load คือ วงจรที่มีโหลดหลายชุดกระจายไปตามความยาวสายแรงดันตกของการจ่ายโหลดลักษณะนี้จะมีค่าน้อยกว่าแบบแรก

2.2.4.1 ตารางแรงดันตก

เพื่อให้การคิดคำนวณแรงดันตกทำให้ได้สะดวกขึ้นมาตรฐานหลายฉบับจะทำตารางให้โดยตารางจะใเป็นแต่ละขนาดแต่ละชนิดตามการติดตั้งเป็น mV/A/m ดังนั้นถ้าทราบกระแสและระยะทางก็สามารถคำนวณแรงดันตกได้มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วสท. ได้ให้การคำนวณแรงดันตกในซึ่งมี 4 ตาราง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC แกนเดี่ยวที่ 70°C

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV/Am)			3 เฟส AC (mV/Am)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3,7		กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3,7		
		Touching	Spaced		Touching	Flat	Spaced
1.0	44	44	44	38	38	38	38
1.5	29	29	29	25	25	25	25
2.5	18	18	18	15	15	15	15
4	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5
6	7.3	7.3	7.3	6.4	6.4	6.4	6.4
10	4.4	4.4	4.4	3.8	3.8	3.8	3.8
16	2.8	2.8	2.8	2.4	2.4	2.4	2.4
25	1.81	1.75	1.75	1.52	1.50	1.50	1.52
35	1.33	1.25	1.27	1.13	1.11	1.12	1.15
50	1.00	0.94	0.97	0.85	0.81	0.84	0.86
70	0.71	0.66	0.69	0.61	0.57	0.60	0.63
95	0.56	0.50	0.54	0.48	0.44	0.47	0.50
120	0.48	0.41	0.45	0.40	0.35	0.39	0.43
150	0.41	0.35	0.39	0.35	0.30	0.34	0.38
185	0.36	0.29	0.34	0.31	0.26	0.30	0.34
240	0.30	0.25	0.29	0.27	0.21	0.25	0.29
300	0.27	0.22	0.26	0.24	0.18	0.23	0.26
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.16	0.20	0.24
500	0.23	0.17	0.21	0.20	0.15	0.18	0.22

ตารางที่ 2.6 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC หลายแกน ที่ 70°C

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV/Am)	3 เฟส AC (mV/Am)
	ทุกกลุ่มการติดตั้ง	ทุกกลุ่มการติดตั้ง
1.0	44	38
1.5	29	25
2.5	18	15
4	11	9.5
6	7.3	6.4
10	4.4	3.8
16	2.8	2.4
25	1.75	1.50
35	1.25	1.10
50	0.93	0.80
70	0.65	0.57
95	0.49	0.43
120	0.41	0.36
150	0.34	0.29
185	0.29	0.25
240	0.24	0.21
300	0.21	0.18
400	0.17	0.15

ตารางที่ 2.7 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน XLPE แกนเดี่ยว ที่ 90°C

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV/Am)			3 เฟส AC (mV/Am)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3,7		กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3,7		
		Touching	Spaced		Touching	Flat	Spaced
1.0	46	46	46	40	40	40	40
1.5	31	31	31	27	27	27	27
2.5	19	19	19	16	16	16	16
4	12	12	12	10	10	10	10
6	7.9	7.9	7.9	6.8	6.8	6.8	6.8
10	4.7	4.7	4.7	4.0	4.0	4.0	4.0
16	2.9	2.9	2.9	2.5	2.5	2.5	2.5
25	1.85	1.85	1.85	1.60	1.57	1.58	1.60
35	1.37	1.35	1.37	1.17	1.14	1.15	1.17
50	1.04	1.00	1.02	0.91	0.87	0.87	0.90
70	0.75	0.70	0.73	0.65	0.61	0.62	0.64
95	0.58	0.52	0.56	0.50	0.45	0.46	0.52
120	0.49	0.42	0.47	0.42	0.37	0.38	0.42
150	0.42	0.36	0.40	0.37	0.31	0.33	0.37
185	0.37	0.31	0.35	0.32	0.26	0.27	0.31
240	0.32	0.25	0.30	0.27	0.22	0.23	0.27
300	0.28	0.22	0.26	0.24	0.19	0.20	0.24
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.17	0.18	0.22
500	0.23	0.17	0.21	0.20	0.15	0.16	0.20

ตาราง 2.8 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน XLPE หลายแกน ที่ 90°C

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV/Am)	3 เฟส AC (mV/Am)
	ทุกกลุ่มการติดตั้ง	ทุกกลุ่มการติดตั้ง
1.0	46	40
1.5	31	27
2.5	19	16
4	12	10
6	7.9	6.8
10	4.7	4
16	2.9	2.5
25	1.85	1.60
35	1.35	1.15
50	0.99	0.86
70	0.68	0.60
95	0.52	0.44
120	0.42	0.36
150	0.35	0.31
185	0.30	0.25
240	0.24	0.22
300	0.21	0.18
400	0.19	0.16

2.3 ท่อสาย (Raceways)

การเดินสายไฟฟ้าในท่อสาย (Raceways) นั้นเพื่อป้องกันสายไฟฟ้าจากแรงกระแทกต่างๆเนื่องจากสายไฟฟ้าถึงแม้ว่าจะมีฉนวนที่หุ้มสายไฟฟ้า ที่มีความแข็งแรงทนทานพอสมควร แต่ยังไม่แข็งแรงพอ ประโยชน์ของการใช้ท่อสาย มีดังนี้

1. ป้องกันสายไฟฟ้าจากความเสียหายทางกายภาพ เช่น การถูกกระทบกระแทกจากวัตถุมีคมหรือถูกสารเคมีต่างๆ
2. ป้องกันอันตรายกับคนที่อาจจะไปแตะถูกสายไฟฟ้าเมื่อฉนวนของมันเสียหายหรือมีการเสื่อมสภาพ
3. สะดวกต่อการร้อยสาย และ เปลี่ยนสายไฟฟ้าสายใหม่ เมื่อสายหมดอายุการใช้งาน
4. ท่อสายที่เป็นโล จะต้องมีการต่อลงดิน ดังนั้น จะเป็นการป้องกันไฟฟ้าช๊อตได้
5. สามารถป้องกันไฟไหม้ได้เนื่องจากถ้าเกิดการลัดวงจรภายในท่อประกายไฟหรือความร้อนจะถูกจำกัดอยู่ภายในท่อ

ชนิดของท่อสายที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีดังนี้

- ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)
- ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)
- ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)
- ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit)
- ท่อโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit)
- รางเดินสาย (Wire ways)
- รางเดินสายประกอบ (Auxiliary Gutters)

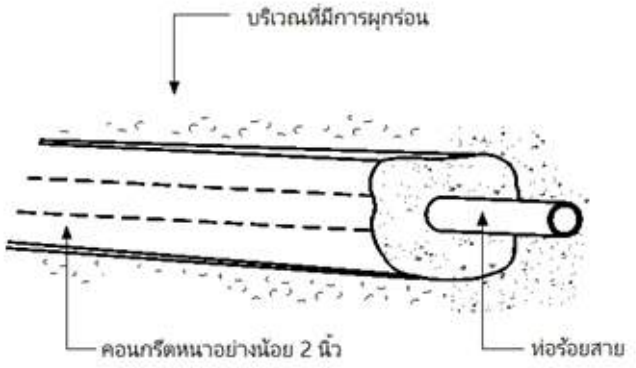
2.3.1 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit, RMC)

ท่อโลหะหนาเป็นท่อที่มีความแข็งแรงที่สุด สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆโดยท่อชนิดนี้ถ้าทำมาจากเหล็กกล้าจะเรียกว่า ท่อRSC (Rind Steel Conduit) และส่วนใหญ่จะผ่านขบวนการชุบด้วยสังกะสี (Galvanized) ซึ่งจะช่วยได้การป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี

รูปที่ 2.11 ท่อ RSC (Rigid Steel Conduit)

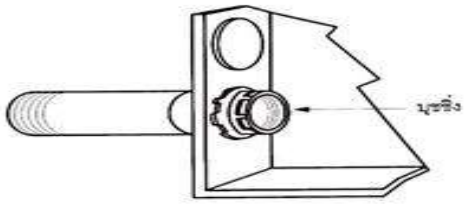
รูปที่ 2.12 ท่อ RMC (Rigid Metal Conduit)

- สถานที่ใช้งาน
    - ใช้งานได้ทุกสถานที่และอากาศ (All Occupancies and All Atmospheric Conditions) สามารถใช้ทั้งภายนอก ภายในอาคาร และ สามารถฝังใต้ดินได้
- ขนาดมาตรฐาน
    - มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ขนาดทางการค้า) 15mm.(1/2”) – 150 mm.(6”)
    - ความยาวท่อนละ 3 m
- การติดตั้ง
    - ในสถานที่เปียก (Wet Location) ส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อ เช่น Bolt, Strap และ Screw เป็นต้น ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้
    - ในที่ที่มีการผุกร่อน (Cinder Fill) ท่อจะต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้หรือหุ้มท่อด้วยคอนกรีตหนาอย่างน้อย 2 นิ้ว



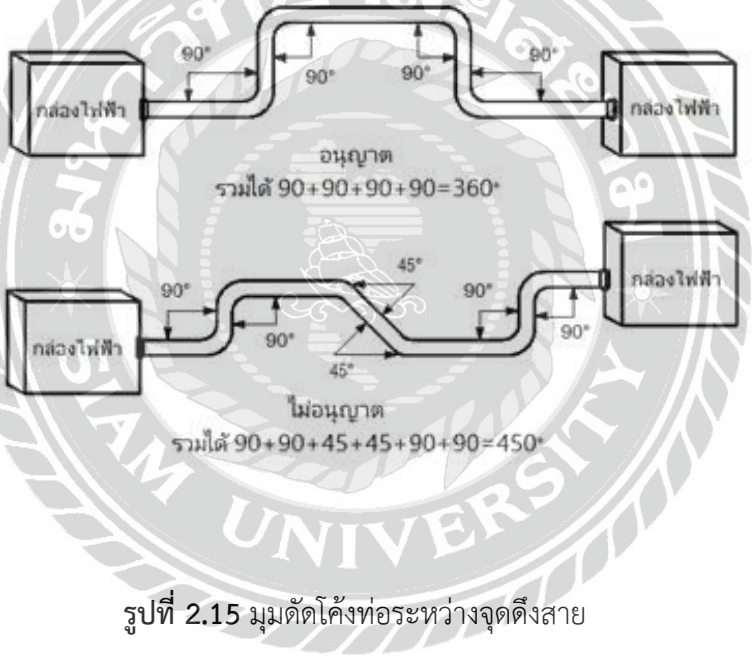
รูปที่ 2.13 การติดตั้งท่อในที่มีการผุกร่อน

- การต่อท่อเข้ากับเครื่องประกอบจะต้องใช้บุชชิ่ง (Bushing) เพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย



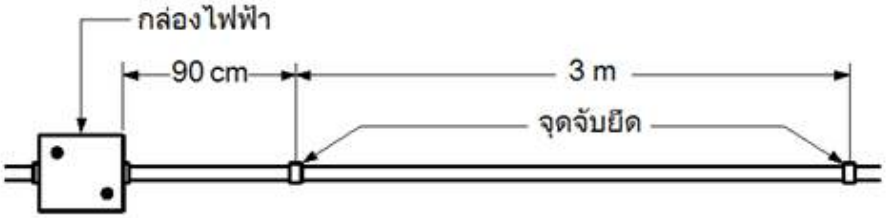
รูปที่ 2.14 บุชชิ่ง

- มุดดัดโค้งของท่อระหว่างจุดดึงสายรวมกันจะต้องไม่เกิน 60 องศา



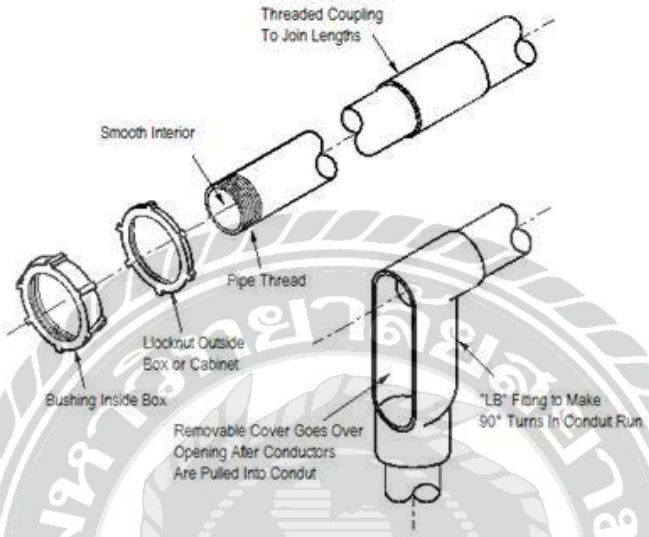
รูปที่ 2.15 มุมดัดโค้งท่อระหว่างจุดดึงสาย

- การเดินท่อจะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3.0 m และต้องให้ห่างจากกล่องไฟฟ้าหรือจุดต่อไฟไม่เกิน 0.9 m



รูปที่ 2.16 การติดตั้งท่อ RMC

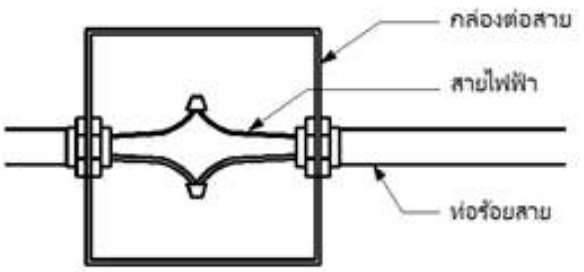
- การต่อท่อ
  - ท่อ RMC สามารถต่อให้ยาวขึ้นได้โดยทำเกลียวที่ปลายท่อแล้วขันต่อกันด้วยข้อต่อ (Coupling) ดังรูปที่ 2.17 โดยการทำเกลี่ยวจะต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว
  - ปลายท่อที่ถูกตัดจะต้องมีการลบคมเพื่อป้องกันไม่ให้บาดฉนวนของสายไฟ



รูปที่ 2.17 การต่อท่อ RMC

- **การต่อสาย และ การต่อแยก**

– การต่อสายหรือต่อแยก จะต้องทำให้ในกล่องไฟฟ้า (Boxes) ที่สามารถเปิดได้เท่านั้น โดยปริมาตรของสาย , ฉนวน และ หัวต่อสายรวมกันจะต้องไม่เกิน 75% ของปริมาตรกล่องไฟฟ้า ลักษณะดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 การต่อสายไฟ

2.3.2 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit , IMC)

ท่อโลหะหนาปานกลาง หรือ ท่อ IMC เป็นท่อที่มีความหนาน้อยกว่าท่อ RMC แต่สามารถใช้งานแทนท่อ RMC ได้ และมีราคาถูก

รูปที่ 2.19 ท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC)

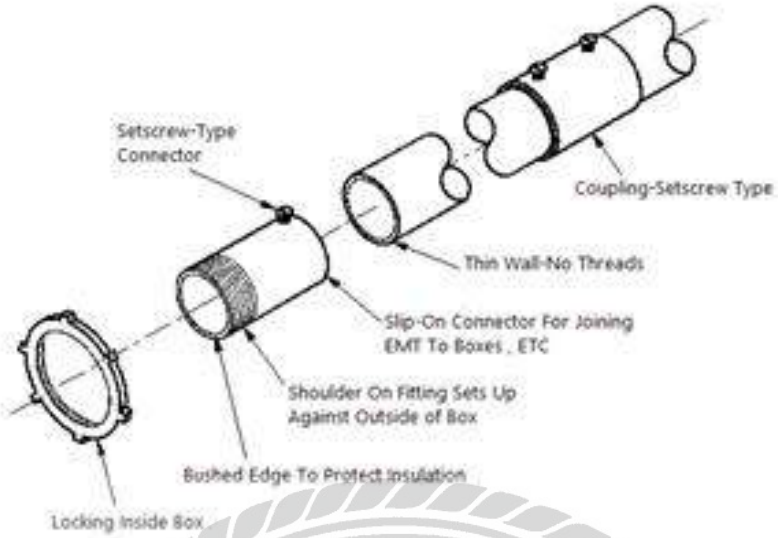
- สถานที่ใช้งาน
  - ทุกสถานที่เช่นเดียวกับท่อ RMC
- ขนาดมาตรฐาน
  - มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm. (1/2”)-100 mm.(4”)
  - ความยาวท่อนละ 3 m.
- การติดตั้ง
  - เช่นเดียวกับท่อ RMC
- การต่อท่อ
  - เช่นเดียวกับท่อ RMC
- การต่อสาย และ การต่อแยก
  - เช่นเดียวกับท่อ RMC

2.3.3 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing , EMT)

ท่อโลหะบางหรือท่อ EMT เป็นท่อที่มีผนังบางกว่าท่อ RMC และ IMC จึงมีความแข็งแรงที่น้อยกว่า และมีราคาถูกกว่า

รูปที่ 2.20 ท่อโลหะบาง (EMT)

- สถานที่ใช้งาน
  - ใช้ได้เฉพาะภายในอาคารเท่านั้น ทั้งในที่เปิดโล่ง (Exposed) และ ที่ซ้อน (Conceal) เช่น เดินลอยตามผนัง เดินในฝ้าเพดาน หรือทำการฝั่งในผนังคอนกรีตได้ไม่ควรใช้ท่อ EMT ในที่ที่มีการกระทบกระแทกทางกล ไม่ใช้ในระบบแรงสูง
- ขนาดมาตรฐาน
  - มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm. (1/2) – 50 mm. (2")
  - ความยาวท่อนละ 3 m.
- การติดตั้ง
  - เช่นเดียวกับท่อ RMC แต่ไม่อนุญาตให้ใช้ท่อ EMT เป็นตัวสำหรับต่อลงดิน
- การต่อท่อ
  - ท่อ EMT ห้ามทำเกลียวการต่อท่อจะใช้ข้อต่อชนิดไม่มีเกลียว เช่น แบบใช้สกรูไขดังรูปที่ 2.
- การต่อสาย และ การต่อแยก
  - เช่นเดียวกับท่อ RMC



รูปที่ 2.21 การต่อท่อ EMT

2.3.4 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit , FMC)

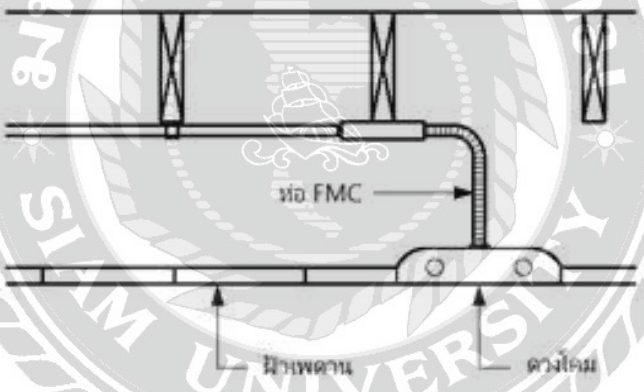
ท่อโลหะอ่อนทำมาจากเหล็กกล้าชุบสังกะสีในลักษณะที่มีความอ่อนตัวสูง สามารถโค้งงอได้ ดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.22 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit)

- สถานที่ใช้งาน

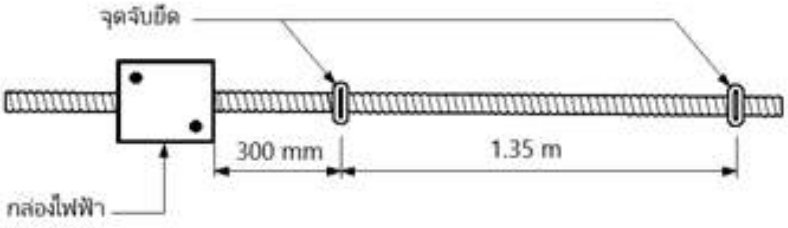
  ท่อโลหะอ่อนเหมาะสำหรับใช้กับงานที่อุปกรณ์นั้นมีการกั่นสะเทือนขณะใช้งาน อธิเช่น มอเตอร์เครื่องจักรต่างๆ หรือ ใช้กับงานที่ต้องการความโค้งงอด้วยมุมสูง เช่น จุดต่อดวงโคม ท่อโลหะอ่อนไม่อนุญาตให้ใช้ในบางกรณี ดังนี้

  - ในปล่องลิฟต์ หรือ ปล่องขนของ
  - ในห้องแบตเตอรี่
  - ในสถานที่อันตราย
  - ในสถานที่เปียก ยกเว้นเมื่อมีการป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปในท่อ และใช้สายไฟฟ้าที่เหมาะสม
  - ฝังในดิน หรือ ฝังในคอนกรีต



รูปที่ 2.23 การใช้งานท่อ FMC

- ขนาดมาตรฐาน
  - มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm. (1/2”) -80 mm. (3”)
- การติดตั้ง
  - ต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรง โดยทุกระยะไม่เกิน 1.50 m. และต้องให้ห่างออกมาจากกล่องไฟฟ้า หรือ จากจุดต่อไฟไม่เกิน 0.3 m.

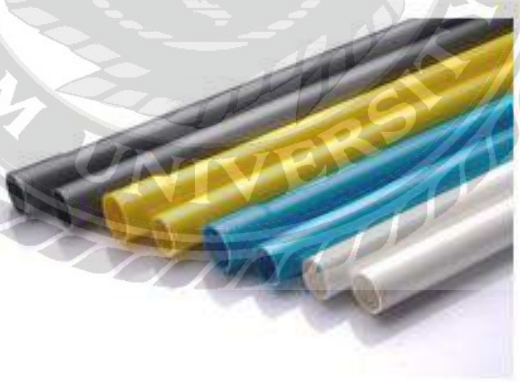


รูปที่ 2.24 การติดตั้งท่อโลหะอ่อน

- มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสาย รวมกันไม่เกิน 360 องศา
- สามารถใช้ท่อโลหะอ่อนเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดินได้เมื่อท่อโลหะอ่อนมีความยาวไม่เกิน 1.80 m และ สายไฟภายในต่อกับเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดไม่เกิน 20 A

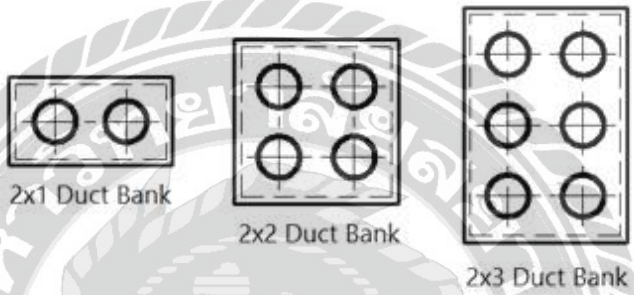
2.3.5 ท่อโลหะแข็ง

ท่อโลหะแข็งจะมีความทนทานต่อการกัดกร่อน และ การกระทบกระแทกได้ดี แม้ว่าท่อชนิดนี้จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าท่อโลหะ แต่มีความทนทานต่อความชื้น และการกัดกร่อนจากสารเคมีในอากาศได้ดีกว่า



รูปที่ 2.25 ท่อโลหะ

- สถานที่ใช้งาน
    - ท่อโลหะแข็งสามารถใช้งานได้ในสถานที่ดังนี้
        - ในที่เปิดโล่ง (Exposed) ที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ
        - ในที่ซ่อน (Conceal) เช่นเดินซ่อนในผนัง พื้น และ เพดาน
        - ในที่เปียก และ ชื้น โดยมีการป้องกันน้ำในท่อ
        - สามารถฝังใต้ดินได้เพราะมันทนต่อความชื้นและการผุกร่อนได้แต่เพื่อความแข็งแรงส่วนมากจะหุ้มด้วยคอนกรีต ที่เรียกว่า Duct Bank

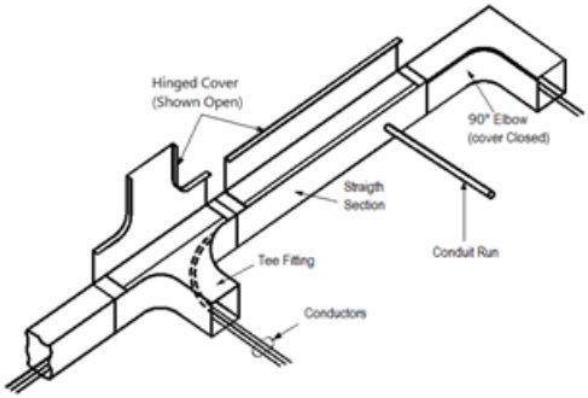


รูปที่ 2.26 Duct Bank

- ท่อโลหะแข็งไม่อนุญาตให้ใช้บางกรณีดังนี้
    - ใช้เป็นเครื่องแขวน และจับยึดดวงโคม
    - ในที่มีอุณหภูมิสูงกว่าของอุณหภูมิของท่อที่ระบุ

2.3.6 รางเดินสาย (Wire ways)

รางเดินสายเป็นรางที่ใช้เดินสายไฟฟ้า ทำจากแผ่นเหล็กแผ่นพับเป็นสี่เหลี่ยมจะมีฝาเปิดปิดเป็นแบบบานพับหรือแบบถอดออกได้แผ่นเหล็กที่ใช้ทำรางเดินสายจะต้องผ่านขบวนการต่างๆเพื่อกันสนิมก่อน



รูปที่ 2.27 รางเดินสาย

การต่อรางเดินสายเข้าด้วยกันหรือจะเดินเป็นทางโค้งสามารถใช้เป็นอุปกรณ์สำเร็จรูปต่อเข้ากับราง เดินสายได้เลยเพื่อความสะดวกเช่น ข้องอ(Elbow)จุดเชื่อมต่อตัวที(Tee)และตัวลดขนาด(Reducer)เป็นต้น

- การเดินสายไฟฟ้าในรางเดินสาย Wire ways มีดังต่อไปนี้
  1. อนุญาตให้ใช้ในที่เปิดโล่งซึ่งเข้าถึงได้
  2. ห้ามใช้ในแผ่นฝ้าเพดาน
  3. รางเดินสายขนาดใหญ่ที่สุดที่ให้ใช้ 150 x 300 mm.
  4. สายแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันทั้งสายดินต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกันแล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน
  5. พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดรางเดินสาย
  6. ถ้าตัวนำกระแสไม่เกิน 30 เส้นพิกัดกระแสติดตัวนำกระแส 3 เส้นในท่อไม่ต้องใช้ตัวคูณปรับค่า
- สถานที่ใช้งาน
  - รางเดินสายใช้ในที่เปิดโล่งถ้าเป็นภายนอกอาคารจะต้องเป็นชนิดที่กันฝนได้(Rain tight)ไม่ใช้ในที่ที่มีอันตรายทางกายภาพ
- จำนวนตัวนำ
  - ผมรวมของพื้นที่ภาคตัดขวางของสายไฟฟ้าจะต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่ภาพตัดขวางภายในของรางเดินสาย
- พิกัดกระแสของตัวนำ

- พิกัดกระแสของตัวนำในรางเดินสายในกรณีเดินสายในท่อโลหะในอากาศถ้าจำนวนตัวนำเกิน 30 เส้นจะต้องใช้ตัวคูณลดโดยจะนับตัวนำที่มีกระแสเท่านั้น ตัวนำสำหรับวงจรสัญญาณตัวนำในระบบควบคุมมอเตอร์และสตาร์ทเตอร์ที่ใช้ในการเดินเครื่องเท่านั้นไม่ถือเป็นตัวนำกระแส

- ขนาดมาตรฐาน
  - รางเดินสายที่บริษัทผู้ผลิตนิยมปลิตออกมาจำหน่ายมีขนาดดังนี้

    H(ความสูง) = 50,75,100,150 และ 200 mm.

    W(ความกว้าง) = 50,75,100,150,200,250 และ 300 mm.

    L(ความยาว) = 1200 และ 2400 mm.

    T(ความหนา) = 1.0 และ 1.5 mm.

- การติดตั้ง
  - จะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรง ทุกระยะห่างกัน 1.5 mm.
  - ไม่อนุญาตให้ต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผนัง หรือ พื้น
  - ไม่อนุญาตให้ใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

2.3.7 รางเคเบิล (Cable Trays)

รางเคเบิลหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าเคเบิลเทรย์เป็นโครงสร้างสำหรับรับรองสายเคเบิลจะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะรับน้ำหนักของทั้งหมด รางเคเบิลอาจแบ่งออกตามลักษณะต่างๆได้ดังนี้

1. รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)
2. รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type)
3. รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type)

- สายเคเบิลชนิด MI (Mineral-Insulated, Metal – Sheathed Cable) ชนิด MC (Metal – Clad Cable) และชนิด AC (Armored Cable)
- สายเคเบิลแกนเดี่ยวชนิดมีเปลือกนอกทั้งในระบบแรงสูงและแรงต่ำและขนาดไม่เล็กกว่า 50 mm^2
- สายเคเบิลหลายแกนในระบบแรงสูง และระบบแรงต่ำทุกขนาด
- ท่อร้อยสายชนิดต่างๆ

- สายชนิดหลายแกนสำหรับควบคุมสัญญาณและไฟฟ้ากำลัง

2.3.7.1 รางเคเบิลบันได (Ladder Type)

รูปที่ 2.28 รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)

รางเคเบิลแบบบันได(Ladder Type) จะมีลักษณะคล้ายบันได (Rung) ใช้กับสายเคเบิลกำลังทำมาจกแผ่นเหล็กแผ่นมาตรฐานผ่านการพ่นด้วยสีฝุ่น Epoxy/Polyester หรือเคลือบผิวด้วย Hot-Dip Galvanized

2.3.7.2 รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type)

รูปที่ 2.29 รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type)

รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ(Perforated Type)จะมีลักษณะเป็นชิ้นเดียวตลอดและมีรูระบายอากาศด้านล่างใช้มือจับยึดสายชนิดเส้นใหญ่เส้นเดียวหรือสายควบคุมชนิดหลายตัวนำทำมาจากแผ่นเหล็กมาตรฐานผ่านการพ่นด้วยสีฝุ่น Epoxy/Polyester หรือเคลือบผิวด้วยกรรมวิธี Hot-Dip Galvanized หรือเคลือบด้วยวิธีอะลูซิงค์ (Aluzinc)

2,3,7.3 รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type)

รูปที่ 2.30 รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type)

รางเคเบิลแบบด้านล้างทึบ (Solid Bottom Type) จะมีลักษณะเป็นชิ้นเดียวโดยตลอดและโดยที่ด้านล่างเป็นโลหะทึบ ใช้กับสายตัวนำโดยทั่วไปที่มีขนาดเล็กซึ่งสามารถเพิ่มเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลง สายไฟฟ้าโดยสะดวก

2.3.8 เครื่องประกอบ (Fittings)

เครื่องมือประกอบ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการเดินสายจะใช้ร่วมกับท่อสายต่างๆเช่นท่อร้อยสายและรางเคเบิลเป็นต้นการใช้เครื่องประกอบในการเดินสายจะมีวัตถุประสงค์เพื่องานทางกลมากกว่าทางไฟฟ้า โดยสรุปดังนี้

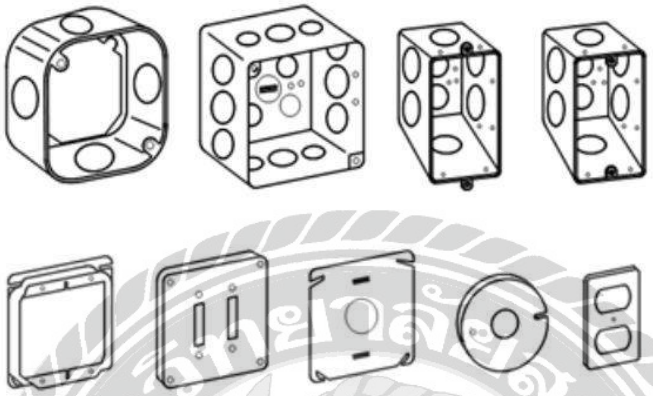
- เพื่อช่วยในการจับยึดท่อสายให้มีความมั่นคงแข็งแรง
- เพื่อการเปลี่ยนทิศทางในการเดินสาย
- เพื่อความสะดวกในการเดินสาย
- เพื่อการตัดต่อสาย

เครื่องประกอบสามารถแบ่งตามหน้าที่การใช้งานได้ 3 ประเภทดังนี้

- กล่องไฟฟ้า (Boxes)
- กล่องดึงสาย (Pull Boxes)
- อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings)

2.3.8.1 กล่องไฟ (Boxes)

กล่องไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายมีมากมายหลายชนิดโดยที่แต่ละชนิดจะมีหน้าที่จ่างกันเช่นกล่องสำหรับจุดต่อไฟฟ้าของสวิตช์หรืออุปกรณ์ (Outlet Boxes) กล่องสำหรับต่อสายกล่องแยกเป็นต้นกล่องไฟฟ้าเหล่านี้จะช่วยให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และอุปกรณ์ไฟฟ้าจากประกายไฟที่จุดต่อไฟไปใกล้วัสดุที่ติดไฟ



รูปที่ 2.31 กล่องไฟฟ้า และแผ่นปิดชนิดต่างๆ

กล่องไฟฟ้านั้นมีแบบที่ทำมาจากโลหะและอโลหะโดยกล่องไฟฟ้าที่ทำมาจากโลหะพวกเหล็กแล้วเคลือบด้วยสังกะสี (Galvanized Steel) จะต้องมีการต่อลงดินเพื่อให้มีความปลอดภัยกล่องไฟฟ้าแบบที่ทำมาจากพวกอโลหะ Porcelain, Bakelite และ PVC กล่องไฟฟ้านั้นจะมีขนาดตามที่การใช้งานโดยจะขึ้นอยู่ที่จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่ายกล่องไฟฟ้านั้นการไฟฟ้าได้ให้ข้อกำหนดสำหรับกล่องไฟฟ้าไว้ดังนี้

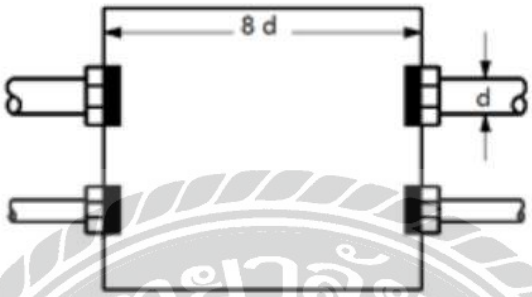
- กล่องไฟฟ้าจะต้องสามารถเข้าถึงได้ และ มีที่ว่าปฏิบัติงานพอเพียง
- ตรงตำแหน่งที่สายไฟผ่านกบ่องจะต้องมีบุชชิ่งหรือเครื่องประกอบขอบบนเพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟเสียหาย
- กล่องไฟฟ้าในระบบแรงสูงต้องมีป้าน อันตรายไฟฟ้าแรงสูง ติดไว้ถาวรที่ด้านนอกของฝากล่อง

2.3.8.2 กล่องดึงสาย (Pull Boxes)

ถ้าท่อร้อยสายไฟนั้นมีความยาวมากและอาจต้องเปลี่ยนทิศทางการเดินสายจะใช้กล่องดึงสายช่วยในการเดินสายไฟฟ้าโดยจะช่วยลดช่วงความยาวในการดึงสายไฟป้องกันไม่ให้เสียไฟฟ้าและเสียหายและเพื่อความสะดวก

2.3.8.2.1 แบบดึงตรง (Straight Pull)

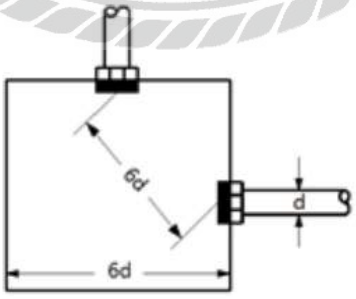
ในกรณีชนิดดึงตรงกล่องดึงสายจะต้องมีความยาวไม่น้อย 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใหญ่ที่สุด ดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 กล่องดึงสายชนิดดึงตรง

2.3.8.2.2 แบบดึงตรง (Angle Pull)

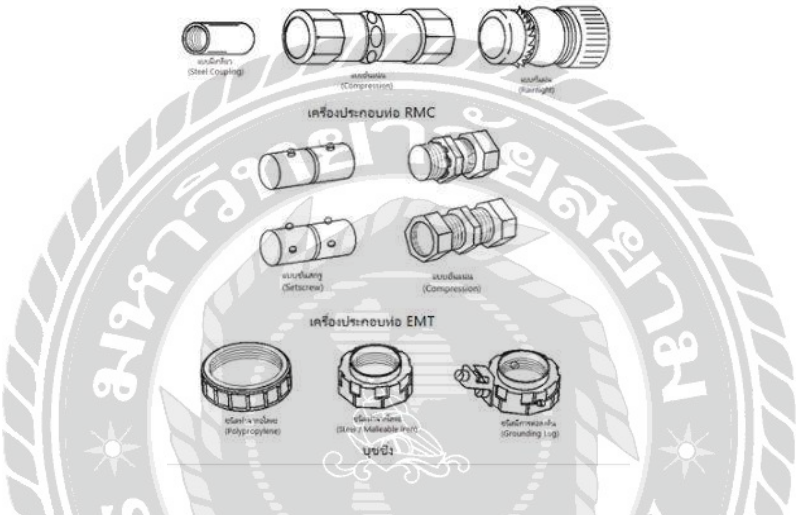
ในกรณีชนิดดึงเป็นมุมนั้นระยะระหว่างท่อไปถึงผนังฝั่งตรงข้ามของกล่องดึงสายจะต้องมีระยะไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใหญ่ที่สุดรวมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่เหลือซึ่งเข้าสู่ผนังของกล่องในแถวเดียวกันและระยะที่สิ้นสุดระหว่างท่อทางด้านเข้าและท่อทางด้านออกจะต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนั้นดังรูปที่ 2.33



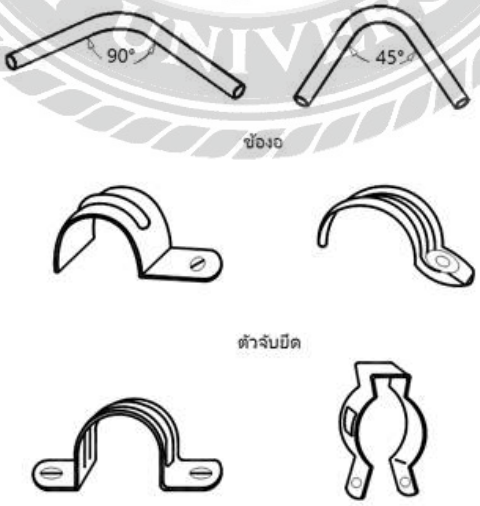
รูปที่ 2.33 กล่องดึงสายชนิดดึงเป็นมุม

2.3.8.3 อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings)

เครื่องประกอบท่อร้อยสายหมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับท่อร้อยสายเช่นข้อต่อ(Couplings),ข้อต่อยึด (Connectors),บุชชิ่ง(Bushing),ข้องอ(Elbows),ตัวจับยึด(Supports)เป็นต้นเครื่องประกอบท่อร้อยสายชนิดที่ใช้กับท่อโลหะหนา(RMC)และท่อโลหะหนาปานกลาง(IMC)และส่วนใหญ่จะเป็นแบบมีเกลียวส่วนในกรณีที่ใช่กับท่อโลหะบาง(EMT)นั้นเนื่องจากท่อชนิดนี้ไม่มีเกลียวจึงต้องเชื่อมเข้ากับกล่องไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่นๆโดยใช้ข้อต่อและข้อต่อยึดชนิดต่างๆได้แก่แบบขันสกรู(Set screw)แบบชนิดอัดแน่น(Compression)และแบบชนิดย้ำร่อง(Indenter)เครื่องประกอบท่อร้อยสายชนิดต่างๆแสดงในรูปที่ 2.34และรูปที่ 2.35



รูป 2.34 เครื่องประกอบท่อ RMC,EMT และบุชชิ่ง



รูปที่ 2.35 ข้องอและตัวจับยึด

2.4 ระบบไฟฟ้ากำลัง

ไฟฟ้าที่ใช้จะรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งการไฟฟ้านครหลวงจะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการเดินสายเข้าอาคาร มีการติดตั้งริงเมนยูนิต และติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ซึ่งทางการไฟฟ้า ฯ จ่ายไฟฟ้าแรงดัน 24 kV โดยรับไฟฟ้าด้วยสายไฟฟ้าใต้ดินจากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ ใช้สายไฟฟ้า XLPE ขนาดสาย 240 mm^2 นำสายไฟฟ้าลงใต้ดินผ่าน บ่อแมนโฮล โดยทางโครงการมีบ่อแมนโฮล 2 บ่อ บ่อแรกจะเป็นไทน์ที่ลึกเนื่องจากการไฟฟ้าจะให้สร้างไว้รองรับการลิงค์กับอันเดอร์กราว (underground) ในอนาคตแล้วส่งมาที่ห้อง RMU (Ring main unit) ของทางการไฟฟ้าที่ชั้น 1 เพื่อป้องกันเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงดันสูง วัตต์ฮาวร์มิเตอร์ (Watt Hour Meter) โดยมีมอเตอร์มาตรไฟฟ้าคอยหมุนตัวเลขบอกค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเป็น กิโลวัตต์/ชั่วโมงหรือยูนิต แล้วจ่ายไฟให้กับหม้อแปลง (Transformer) ขนาด 1000 kVA จำนวน 2 ลูก และส่งต่อไปยังห้องบริภัณฑ์ประธาน MDB หรือแผงสวิทช์ไฟฟ้าหลัก

รูปที่ 2.36 สายไฟฟ้า XLPE

รูปที่ 2.37 ตะกร้อดึงสายไฟฟ้า

สารหล่อลื่นใช้เคลือบสายไฟฟ้าให้เกิดความลื่นก่อนดึงสายไฟผ่านท่อป้องกันการเสียดสีระหว่างสายไฟกับท่อซึ่งอาจทำให้สายไฟเสียหาย และเป็นอันตรายขณะใช้ไฟฟ้า เมื่อแห้งจะทำหน้าที่เป็นฉนวนเคลือบสายไฟอีกชั้นหนึ่งในตัว เหมาะสำหรับ สายไฟที่เคลือบด้วยยาง (R, RH, ETC) แต่ไม่ใช้กับสารที่หุ้มด้วย ความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene)

รูปที่ 2.38 การเดินสายท่อใต้ดิน

2.5 หม้อแปลง (Transformer)

หม้อแปลง ขนาดพิกัด 1000 kVA (Input) 24 kV แปลงไฟ (Output) 416/240 V อุณหภูมิพิกัด 155 c° เป็นหม้อแปลงแบบ Dry type ช่วยในการประหยัดพื้นที่การติดตั้ง แต่ต้องรักษาความสะอาดของห้องเป็นอย่างดี หม้อแปลงชนิด Cast Resin หรือ Class F เป็นหม้อแปลงซึ่งแปลงแรงดันปานกลางไปเป็นแรงต่ำ

ขนาด 24 kV การติดตั้งหม้อแปลงภายในอาคารเพื่อความปลอดภัยจากอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการระเบิด จึงต้องมีคุณสมบัติที่ติดไฟได้ยาก โดยข้อกำหนดและลักษณะการติดตั้งหม้อแปลงมีดังต่อไปนี้

1. ห้องหม้อแปลง จะต้องมีความสูงเหนือพื้นไม่น้อยกว่า 2 m ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงกับผนังหรือประตูห้องหม้อแปลงต้องไม่น้อยกว่า 1 m ระยะห่างระหว่างหม้อแปลง 0.60 m และระยะที่ว่างเหนือหม้อแปลงหรือเครื่องห่อหุ้มไม่น้อยกว่า 0.60 m
2. หม้อแปลงต้องไม่ตั้งใกล้กับวัสดุที่ไวไฟหรือติดไฟง่าย หากเกิดหม้อแปลงระเบิดอาจเกิดเพลิงไหม้ได้
3. ทางเข้าต้องมีที่ว่างอย่างน้อย 1 ทาง คือสูง 2.00 m กว้าง 0.60 m เพื่อปฏิบัติงาน
4. ส่วนห่อหุ้มหรือตัวถังหม้อแปลง และครีบระบายอากาศต้องไม่เป็นสนิม และจะต้องไม่มีการผุกร่อน
5. จุดสายต่อดินต้องมีสภาพไม่ชำรุดเสียหาย

รูปที่ 2.39 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลง Cast Resin จะมีชุดควบคุมการทำงานของหม้อแปลง ซึ่งจะมีระบบป้องกันความร้อนเกินพิกัดสำหรับขดลวด เพื่อความปลอดภัย โดยระบบป้องกันความร้อนนี้จะมีตัวรับสัญญาณ (Sensore) และรีเลย์ความร้อน (Temperature Relay) เมื่ออุณหภูมิของหม้อแปลงมีค่าสูงกว่าค่าที่ปรับตั้งไว้ที่ชุดควบคุม ก็จะสั่งให้รีเลย์ทำงาน ซึ่งจะทำให้พัดลมทำงานที่ อุณหภูมิ 80 c° เกิดการเตือน (Alarm) ที่อุณหภูมิ 100 c° และตัดวงจร (Trip) ที่อุณหภูมิ 140 c°

พัดลมระบบความร้อน ติดตั้งไว้ด้านล่าง จะเป่าลมจากด้านล่างผ่านช่องอากาศ (Air Ducth) ระหว่างขดลวดแรงดันปานกลาง (MV) และแรงดันต่ำ (LV) และผ่านขดลวดด้านนอก ทำให้สามารถจ่ายโหลดเพิ่มประมาณ 30 - 40% ของพิกัดปกติได้ ส่วนระกอบที่สำคัญของหม้อแปลง ได้แก่ บาร์สิ่งฝั่งแรงสูงที่เชื่อมต่อกับ RMU ทั้ง 3 เฟส โดยมี Box PT 100 -1 เป็นตัวรับสัญญาณ (Sensors) ที่วัดอุณหภูมิของแต่ละเฟส A, B, C ซึ่งตัวกลางจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด อุณหภูมิจะสูงมากกว่า 2 – 5 c° เนื่องจากได้รับความร้อนจากทั้ง 2 ข้าง มีพัดลม (Cross Flow Fans) ช่วยระบายความร้อนโดยจะเป่าลมจากทางด้านล่างขึ้นบน และมีจุดต่อ Earth Terminal ที่สำหรับต่อลงดิน เพื่อความปลอดภัย ส่วนของชุดควบคุม (Control Box) ที่หน้าตู้หม้อแปลง จะเป็นตัวแสดงผลข้อมูลของอุณหภูมิแต่ละเฟส มีสวิทช์ปรับระบบการทำงานของพัดลม (Auto Manual Selector Switch) สามารถสั่งเป็นการควบคุมด้วยมือ กับแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะทำงานตามค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ มี Buzzer ตัวแสดงสัญญาณเตือนเมื่ออุณหภูมิสูงเกินที่ตั้งไว้ ความดัง 85 – 90 dB ที่ 1 m และสวิทช์รีเซ็ตสัญญาณเตือน (Reset Alarm Switch) ใช่เพื่อกดในการหยุดสัญญาณเตือนที่ดังขึ้น

รูปที่ 2.40 ลักษณะ Tap Charger

ตารางที่ 2.8 Ratio Tap Charger

	HV	LV	Ratio
Tap 1	24000	416	57.69
Tap 2	23800	416	56.25
Tap 3	22800	416	54.8
Tap 4	22200	416	53.36
Tap 5	24600	416	51.9

ตัวอย่างเช่น ถ้าปัจจุบันตำแหน่ง Tap ของหม้อแปลงอยู่ที่ Tap 1 แล้ววัดแรงดันที่ตู้ MDB ได้เท่ากับ 380 V แสดงว่า Input เข้ามาคือ 380*57.69 = 21922.2 V

- ถ้าปรับ Tap ไปที่ Tap2 จะได้แรงดัน 21922.2/56.25 = 389.73 V
- ถ้าปรับ Tap ไปที่ Tap3 จะได้แรงดัน 21922.2/54.8= 400.04 V
- ถ้าปรับ Tap ไปที่ Tap2 จะได้แรงดัน 21922.2/53.36 = 410.84 V
- ถ้าปรับ Tap ไปที่ Tap2 จะได้แรงดัน 21922.2/51.9 = 422.39 V

รูปที่ 2.41 ชุดควบคุมการทำงานของหม้อแปล

2.6 ระบบไฟฟ้าฟ้าสำรอง

ระบบไฟฟ้าสำรอง จะต้องมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเป็นสิ่งสำคัญ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูง (601 V ถึง 15 kV) และมี UPS เพื่อสำรองไฟให้ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยและระบบสื่อสารของระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งครอบคลุมถึงระบบโทรทัศน์วงจรปิดของสำนักงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) คือเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการ ของ ไมเคิล ฟาราเดย์ คือการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือ ชนิดกระแสตรง เรียกว่า ไดนาโม (Dynamo) และชนิดกระแสสลับ เรียกว่า อัลเตอร์เนเตอร์ (Alternator) สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานในเชิงอุตสาหกรรมนั้น โดยมากจะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ ซึ่งมีทั้งแบบ 1 เฟส และแบบ 3 เฟส โดยเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้จะเป็นเครื่องกำเนิดแบบ 3 เฟส ทั้งหมด

อุปกรณ์ควบคุม เป็นระบบไมโครโปรเซสร์เซอร์ เพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยสามารถกำหนดการจ่ายเชื้อเพลิง เพื่อควบคุมความเร็วรอบและ ปรับแรงดันไฟฟ้าด้าน Output ให้คงที่ รวมถึงการแสดงค่าต่างๆไม่ว่าจะเป็น ทางเครื่องยนต์ ทางไฟฟ้า การเตือนและการสั่งดับเครื่องทันทีเมื่อพบเหตุผิดปกติ การควบคุมการทำงานจะใช้ Control Panel เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้งานกับ Commins Generator โดยจะมีสวิทช์บนหน้าปัดเพื่อ เลือกการใช้งานการตั้งค่าและการแสดงผลทางจอ Digital Display เจนเนอร์เรเตอร์จะซิงโครนัสกับตัว AST คือการทำงานที่จะต้องทำการสื่อสารระหว่างกันตลอดโดยใช่สายส่งข้อมูล

Automatic Transfer Switch (ATS) คืออุปกร์ที่ใช้เลือกทางเดินไฟหรือแหล่งจ่ายไฟระหว่างแหล่งจ่าย 2 แหล่ง โดยส่วนใหญ่มักจะใช้เลือกระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับหม้อแปลงหรือเลือกระหว่างหม้อแปลงกับหม้อแปลง โดยที่มักจะใช้เลือกระหว่างหม้อแปลงไฟฟ้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ATS Controller และ Gen set Controller เป็นอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งที่จำเป็นสำหรับระบบสำรองไฟ โดย ATS Controller ใช้ควบคุมการทำงานของ ATS โดยจะทำหน้าที่สั่ง ATS Transfer ไปรับไฟจากฝั่ง Gen หรือฝั่งหม้อแปลงจากการไฟฟ้า ซึ่ง ATS Controller จะทำงานโดยเช็คแรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 แหล่ง ว่าเหมาะสมพร้อมที่จะจ่ายให้กับ Load ได้หรือไม่ หรือเราอาจจะใช้ชุด Control Gen – Set แทน ATS Controller ก็ได้ แต่เนื่องจากแบบ Auto Mains Failure (AMF) นี่สามารถนำมาใช้งานแทน ATS Controller ได้ เพราะนอกจาก AMF จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ Gen แล้วตัว AMF ยังสามารถตรวจเช็คไฟจากากรไฟฟ้าผิดปกติ และส่งสัญญาณให้ ATS สับไปรับไฟจากฝั่ง Gen เพื่อจ่าย Load และเมื่อไฟจากการไฟฟ้ากลับมาปกติก็จะสั่ง

ให้ ATS สับไปรับฝั่งหม้อแปลงตามเดิม และสั่งดับ Gen โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีระบบป้องกันความเสียหายจากความผิดปกติของเครื่องยนต์ โดยจะสั่งดับเครื่องยนต์อัตโนมัติ ดังนี้

- ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ
- อุณหภูมิน้ำในหม้อน้ำสูงกว่าปกติ
- เครื่องยนต์มีความเร็วสูงเกินพิกัด

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ประกอบด้วย

1. Oil Filter ไส้กรองน้ำมันเครื่อง ควรตรวจเช็คบ่อยๆและเปลี่ยนใหม่ทุกครั้งที่ทำการเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง เพราะเมื่อถ่ายน้ำมันเครื่องออกแล้ว จะมีสิ่งสกปรกส่วนหนึ่งเหลืออยู่ในไส้กรองน้ำมันเครื่องที่ผสมผสานกับน้ำมันใหม่ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำมันเครื่องใหม่สกปรก และอายุการใช้งานน้อยลง
2. Fuel Filter ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงน้ำมันเชื้อเพลิงที่ส่งมาจากถัง มาเครื่องยนต์จะมีสิ่งสกปรก เช่น สนิม หรือฝุ่นผง ถ้าใช้น้ำจนเกือบหมด ปั๊มน้ำจะดูดเอาตะกอนก้นถังน้ำมันเข้าไปด้วย ถ้าไม่มีไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง สิ่ง สกปรกเหล่านี้จะไปอุดตันตามส่วนต่างๆ ทั้งยังก่อให้เกิดการขัดสีจนเครื่องยนต์สึกหรอได้ด้วย
3. Air Filter ไส้กรองอากาศ สกัดกั้นฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในอากาศไม่ให้เข้าเครื่องยนต์ โดยจะไปอุดตันอยู่บริเวณไส้กรอง เป็นการลดปริมาณอากาศที่จะเข้าสู่เครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์บริโภคน้ำมันมากทั้งยังเกิบปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์มากด้วย จึงควรถอดไส้กรองมาทำความสะอาดหรือเปลี่ยนใหม่เมื่อสกปรก
4. Radiator หม้อน้ำ เป็นที่ระบายอากาศถ่ายเทความร้อนออกไปด้วยใบพัดขนาดใหญ่
5. Fuel Pump ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงทำหน้าที่ดูดน้ำมันจากถังส่งไปยังหัวฉีดของเครื่องยนต์
6. Water Filter ตัวกรองน้ำของระบาย ระบายอากาศ หรือตัวกรองน้ำของหม้อน้ำ
7. Starter Motor ตัวสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อเครื่องยนต์ติด สตาร์ทมอเตอร์จึงหยุดทำงาน
8. ชุดควบคุม ใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมดของตัวเจนเนอร์เรเตอร์
9. ตู้เบรกเกอร์ขนาดกระแส 800A ปรับค่าได้ 600-800 A
10. แบตเตอรี่น้ำ Ah ขนาดแรงดัน 12 V ใช้จำนวน 2 ลูกแรงดัน 24 V
11. ถังน้ำมัน ขนาด 1800 ลิตรความจุปกติอยู่ที่ 1200 ลิตร

รูปที่ 2.42 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

ตารางที่ 2.9 หลักการบำรุงรักษาเครื่องยนต์

การตรวจ ประจำวัน	การตรวจทุก 250 ชั่วโมง/ปี	การตรวจทุก 1500 ชั่วโมง	การตรวจทุก 6000 ชั่วโมง	การตรวจทั่วไป
รายการผู้ใช้เครื่อง	ถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปรับตั้งวาล์วและ หัวฉีด	นำหัวฉีดและปั้ม เชื่อเพลิงไปตรวจเช็คใหม่	ทำความสะอาดระบบความ ร้อน
ตรวจดูระดับหม้อน้ำ	เปลี่ยนกรองโซล่า	ทำความสะอาดเปลี่ยนไส้ กรอง	ตรวจเช็คระยะการหมุนของ ข้อเหวี่ยง	เปลี่ยนท่อยางต่างๆที่จำเป็น
ตรวจดูระดับน้ำหม้อน้ำ	เปลี่ยนกรองบายพาส	การตรวจเช็คเป็นไปตาม มาตรฐานของผู้ผลิต	ตรวจเช็คการยกซ่อมเปลี่ยน ปั้มน้ำ,พัดลม,เทอร์โบ,มู่เลย์	ตรวจทำความสะอาดขั้ว สายไฟต่างๆและแบตเตอรี่
ตรวจดูรอยรั่วการชำรุดจ่างๆ ตรวจดูสายพานเครื่อง	ทำความสะอาดเครื่อง			ตรวจดูความตึงของสกูยึด
ตรวจดูรอยรั่วการชำรุดต่าง	ทำความสะอาดท่อหายใจ			ตรวจดูระบบใดชาร์จ
ตรวจดูสายพานเครื่อง	ทำความสะอาดเครื่อง			ตรวจดูระบบมอเตอร์สตาร์ท

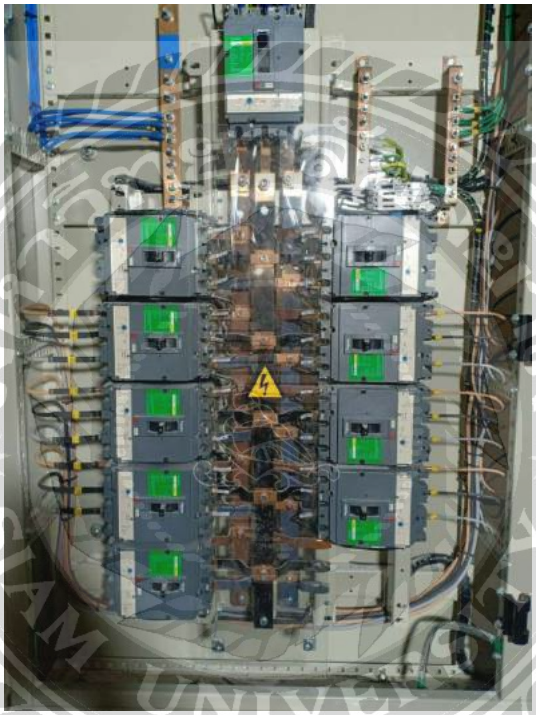
รูปที่ 2.43 ชุดควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง สามารถใช้งานเครื่องได้ 2 สถานะความเหมาะสมคือ

1. Manual Mode ผู้ใช้งานสั่งเดินเครื่องด้วยมือหน้าเครื่อง ใช้ในกรณีไม่มีชุดควบคุมระยะไกลชุดควบคุมอัตโนมัติ (ATS) หรือต้องการสั่งเดินเครื่องโดยทันทีไม่ผ่านชุด ATS ขั้นตอนการใช้งานดังนี้
   1.1 ตรวจสอบ Generator ให้พร้อมเดินเครื่องหมุนสวิทช์ควบคุมหลักไปที่ตำแหน่ง Manual Mode
   1.2 เมื่อถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม Generator จะเดินเต็มรอบที่ใช้งานที่ 1500 รอยต่อนาที Generator สามารถใช้งานได้
   1.3 เมื่อต้องการเลิกใช้งาน สามารถหยุดเครื่องโดยกดปุ่ม Manual Run/Stop อีกครั้ง Generator จะเริ่มลดรอบเครื่องลงและเดินรอบต่ำอีกประมาณ 1 นาทีถึง 5 นาที (ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อยประมาณ 38°c) จึงดับลง
2. Auto Mode ผู้ใช้งานสามารถสั่งเดินเครื่องจากพื้นที่อื่น หรือใช้ร่วมกับชุด ATS เพื่อเดินเครื่องอัตโนมัติ เมื่อระบบไฟฟ้าหลักขัดข้อง ขั้นตอนการใช้งานดังนี้
   2.1 ตรวจสอบ Generator ให้พร้อมเดินเครื่อง หมุนสวิทช์ควบคุมหลักไปที่ตำแหน่ง Auto Mode
   2.2 รอคำสั่งเดินเครื่องจาก ATS (Standby Auto)
   2.3 เมื่อสั่งการเดินเครื่องจาก ATS Generator จะเดินเครื่องรอบใช้งานทันที (3 วินาที)
   2.4 Generator พร้อมใช้งาน (On Load)
   2.5 เมื่อมีการสั่งการหยุดเดินเครื่องจาก ATS Generator จะเดินรอบต่ำอีกประมาณ 5 นาทีจึงดับ มีการลดความร้อนก่อนดับเครื่อง (Cool down) ประมาณ 5 นาที

2.7 แผงไฟฟ้าย่อย DB และ Consumer

DB (Distribution Board) คือ แผงไฟฟ้าย่อยที่ไฟรับมาจาก MDB เพื่อมาจ่ายให้กับโหลดในชั้น ห้องพักภายในตู้จ่ายไฟรอง (Distribution Board) จะมีหางปลา (Lug) ต่อสายซึ่งใช้ต่อกับสานเมนทั้ง 3 เฟส เข้ากับเมนเบรกเกอร์และ terminal สำหรับต่อสานนิวทรัล โดยมีเบรกเกอร์ค่ากระพิกัด 50 A ขนาดบัสบาร์ 50 A เป็นตัวควบคุมหลักในการจ่ายกระแสผ่านบัสบาร์ไปยังเบรกเกอร์ลูกย่อยเพื่อป้องกันหลายวงจรคุมเบรกเกอร์ลูกย่อยทั้งหมดการติดตั้งตู้จะอยู่ภายในห้องไฟฟ้าประจำชั้นของห้องพักและสามารถป้องกันไฟรั่วได้ โดยกระแสใช้งานทั้งหมดไม่ควรเกิน 80% ของพิกัด



รูปที่ 2.44 แผงไฟฟ้าย่อย

คอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer Unit) หรือเรียกว่าแผงเมนไฟฟ้าเป็นแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก(หรือแผงเมนไฟฟ้า)โดยต่อกับไฟฟ้าเฟสเดียวภายในประกอบด้วยเบรกเกอร์เมน(Main Circuit Breaker) เบรกเกอร์ย่อย (Branch Circuit Breaker) บัสบาร์นิวทรัล (Neutral Busbar) และบัสบาร์กราวด์ (Ground Busbar) จำนวนเบรกเกอร์ย่อยจะขึ้นอยู่กับการใช้งานโดยที่ห้องพักของสำนักงานโดยจะมี 8 วงจร และจ่ายไฟให้กับวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดภายในห้อง โดยภายในตู้คอนซูมเมอร์มีการเผื่อเบรกเกอร์ย่อยไว้ 3 ตัว สำหรับโหลดในอนาคต

รูปที่ 2.45 คอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer Unit)

การติดตั้งเบรกเกอร์ลงในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer Unit) ต้องเปิดฝาครอบออกก่อนแล้วจึงเสียบเมนเบรกเกอร์ลงในช่องด้านซ้ายสุดซึ่งสายมีไฟ (สาย Line) จะต่ออยู่ด้านขวาของเบรกเกอร์ส่วนสายนิวทรัลจะต่อด้านซ้ายมือของเบรกเกอร์ ถ้าหากต่อผิดจะทำให้มีไฟฟ้าค้างในวงจรเพราะเบรกเกอร์จะตัดสายนิวทรัลแทนซึ่งมีอันตรายมาก จุดต่อจะมีตัวอักษร L กับ N

กล่องระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้อง หรือเรียกอีกชื่อนึงว่า RCU (Guest Room Control หรือ Room Control Unit) เป็นระบบพื้นฐานที่ติดตั้งภายในห้องของสำนักงานทั่วไป(โดยจะติดตั้งซ่อนอยู่ภายในตู้เอกสาร) คือใช้สำหรับระบบควบคุมการเปิดปิดระบบส่องสว่างและเปิดปิดระบบปรับอากาศควบคุมปรับเปลี่ยน (ลดเพิ่ม) อุณหภูมิหรือระดับความแรงของพัดลมแอร์ ได้โดยสะดวก ทั้งยังใช้เชื่อมต่อกับสวิทช์หรือ Key Card

เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker : CB) ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์สำหรับเปิดผิดวงจร โดยจะเปิดวงจรอัตโนมัติเมื่อเกิดภาวะผิดปกติขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้กำลังเกิน (Overload) หรือการลัดวงจร (Short Circuit) หลังจากทำการแก้ไขสิ่งผิดปกติบอกพร่องเรียบร้อยแล้วก็สามารถสับไฟเข้าให้ใช้งานต่ออีกได้

อุปกรณ์ไฟฟ้าการทดสอบเบรกเกอร์ตัดไฟรั่วไหลลงดินโดยใช้เครื่องตรวจสอบเบรกเกอร์ตัวไฟรั่วไหลหรือ ELCB Tester คือมิเตอร์ที่ใช้วัดเบรกเกอร์แบบ RCD หรือ ELCB โดยจะวัดค่าเวลาในการตัดวงจรว่ามีเวลาเท่าไหร่เมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลเกิดขึ้นเพื่อตรวจสอบการทำงานให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

คุณลักษณ์ทั่วไปของเครื่องทดสอบอุปกรณ์กันไฟดูด

- ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้มีความถูกต้องแม่นยำสูง
- มีหลอด LED 3ดวง สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของการต่อสายไฟเข้ากับระบบไฟฟ้า

- เลือกมุมเฟสที่จะวัดได้ทั้งที่ 0 และ 180 องศา โดยใช้สวิทช์เลือกเพื่อรการอ่านค่าที่รวดเร็วและถูกต้องยิ่งขึ้น
- แสดงเวลาตัดวงจรด้วยตัวเลขขนาดใหญ่
- สามาถรถใช้ได้กับอุปกรณ์ RCD ส่วนใหญ่ที่มีในท้องตลาด
- มีวงจรจ่ายกระแสคงที ทำให้ค่าที่อ่านได้มีความถูกต้องแม้ในสภาวะไฟตก
- แสดงการกลับขั้วสายไฟและสายนิวทรัลได้

รูปที่ 2.46 เครื่องตรวจสอบเบรกเกอร์ตัวไฟรั้วไหล (ELCB Tester)

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์ของ บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)
จำกัดที่ตั้ง : 662/45 ถ.พระรามที่ 3 แขวงบางโพงพาง เขตยานาวา กรุงเทพฯ 10120
โทรศัพท์ : 02 295 3361
Website : http://www.sivarom.co.th

รูปที่ 3.2 แผนที่ตั้งของบริษัท สิวารมย์ เรียลเอสเตท จำกัด

3.2 ประวัติความเป็นมาของสถานประกอบการ

บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) แปรสภาพเป็นบริษัทมหาชน เมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2565 ประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แนวราบ โดยเป็นอสังหาริมทรัพย์เชิงพาณิชย์โครงการที่อยู่อาศัย เช่น ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว บ้านแฝด และอาคารพาณิชย์ ในกรุงเทพ ปริมณฑล และต่างจังหวัดที่มีศักยภาพในการเจริญเติบโตสูง บริษัทสิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด สามารถสร้างบ้านที่มีคุณภาพและเสร็จภายในเวลาที่กำหนด ในทางการดำเนินธุรกิจนั้นบริษัทจะมุ่งมั่นพัฒนาอสังหาฯเพื่อมอบสิ่งดีให้แก่สังคม จะยึดมั่นในความโปร่งใส และบริหารกิจการอย่างมี ธรรมาภิบาล เพื่อให้บริษัทเจริญเติบโตอย่างยั่งยืน บริษัทสิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด จึงต้องการบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถเข้ามาร่วมงานและเติบโตไปพร้อมกัน ภายใต้แนวคิด "Best Smart Living"

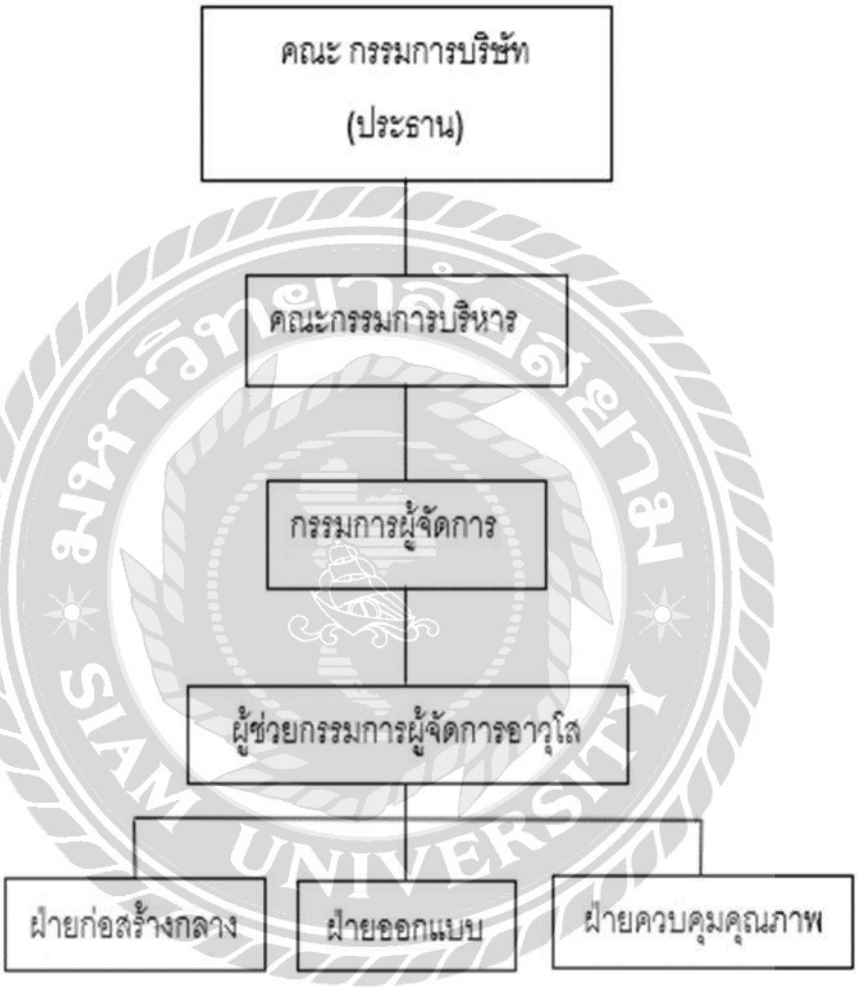
3.3 วิสัยทัศ พันธกิจ เป้าหมายและกลยุทธ์

3.3.1 วิสัยทัศ (Vision) เป็นบริษัทอสังหาริมทรัพย์เชิงพาณิชย์โครงการที่อยู่อาศัย

3.3.2 พันธกิจ (Mission) เป็นบริษัทที่สร้างโครงการที่พักอาศัย ทั้งในกรุงเทพ ปริมณฑลและต่างจังหวัด และเป็นบริษัทที่มีคุณภาพสามมารถสร้างบ้านเสร็จภายในเวลาที่กำหนด

3.3.3 เป้าหมาย เชิงกลยุทธ์ (Strategic Objectives) กิจการทางธุรกิจของเราครอบคลุมทั้งคุณภาพและการออกแบบ เป็นการผสมผสานของการสร้างที่พักอาศัยในการใช้แผ่น Precast แทนการก่ออิฐในรูปแบบเดิมๆ ที่มีความทนทานมากกว่าและสะดวกรวดเร็วกว่าทำให้งานเสร็จไปได้ไวประหยัดเวลา

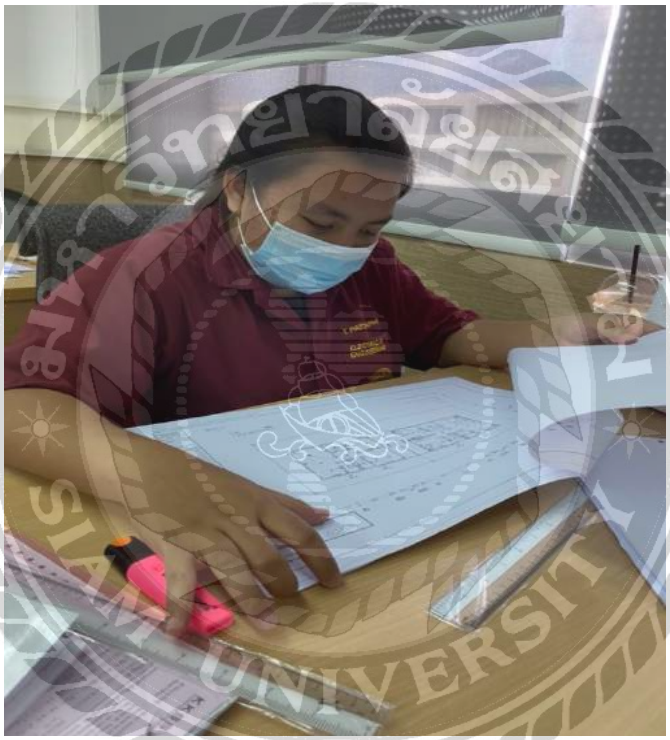
3.4 แผนผังโครงสร้างองค์กร



รูปที่ 3.3 แผนผังโครงสร้างองค์กรของ บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด

3.5 ตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ผู้จัดทำได้รับมอบหมายงานให้ปฏิบัติงานเป็นผู้ช่วย QC โดยมีหน้าที่ตรวจสอบแบบของโครงการต่างๆและตรวจสอบคุณภาพงานที่ได้รับมอบหมาย แต่การฝึกสหกิจศึกษาจะเน้นไปทางการตรวจสอบแบบของโครงการและทำแบบประเมินราคา



ชื่อ : นางสาว ภัทรพร ธำรงกิจวิทยากุล

รหัสนักศึกษา : 6204200005

ตำแหน่ง : ผู้ช่วย QC

ชื่อ : นางสาว ธนัชพร อำภา

รหัสนักศึกษา : 6204200008

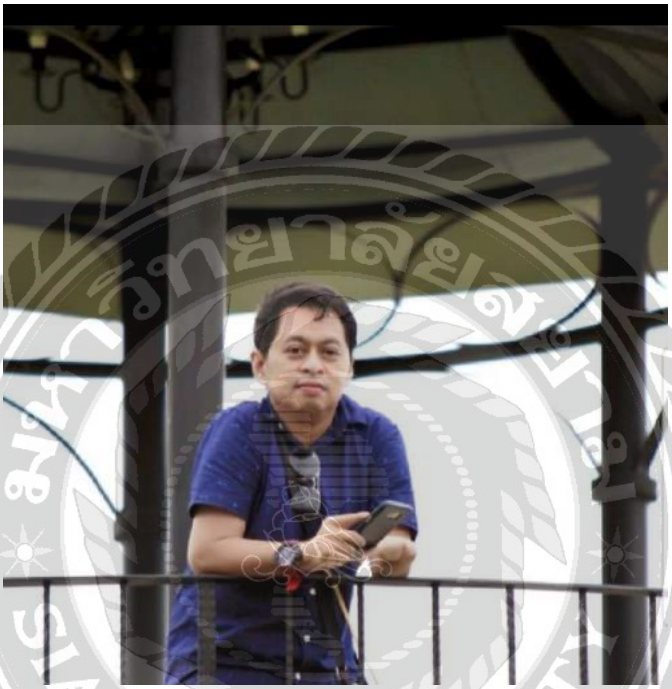
ตำแหน่ง : ผู้ช่วย QC

ชื่อ : นาย ศักดา ดวงสง่า

รหัสนักศึกษา : 6204200010

ตำแหน่ง : ผู้ช่วย QC

3.6 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา



ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : คุณภาคภูมิ กรอบเพ็ชร์

ตำแหน่ง : ผู้จัดการฝ่าย

3.7 ระยะเวลาการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานผู้จัดทำสหกิจศึกษาได้ใช่เวลาในการปฏิบัติงานกับ บริษัท สิวารมณ์เรียลเอสเตท จำกัด นับตั้งแต่วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2565 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2565

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม
1. ตั้งหัวข้อของโครงงาน				
2. รวบรวมข้อมูลของโครงงาน				
3. เริ่มเขียนโครงงาน				
4. ตรวจสอบโครงงาน				
5. จัดทำโครงการ				

3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.8.1 ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติ

- ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติและเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ จากสถานที่ปฏิบัติงานจริง

3.8.2 กำหนดหัวข้อโครงงาน

- กำหนดหัวข้อโครงงานมีการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและพนักงานที่ปรึษาเพื่อดำเนินโครงการต่อไป

3.8.3 วางแผนโครงงาน

- วางแผนโครงงานกำหนดหหัววข้อย่อยและรายละเอียดต่างๆ

3.8.4 ค้นคว้าข้อมูล

- ค้นหาข้อมูลต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ,หนังสือ,อินเตอร์เน็ต เพื่อนำมาใช้ในโครงงาน

3.8.5 จัดทำโครงการ

- ผู้จัดทำได้นำข้อมูลต่างๆ จากการปฏิบัติงานจริงและค้นหาข้อมูลต่างๆ จากโทรศัพท์,หนังสือ ,อินเตอร์เน็ต เพื่อนำมาใช้ในโครงงาน

3.9 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

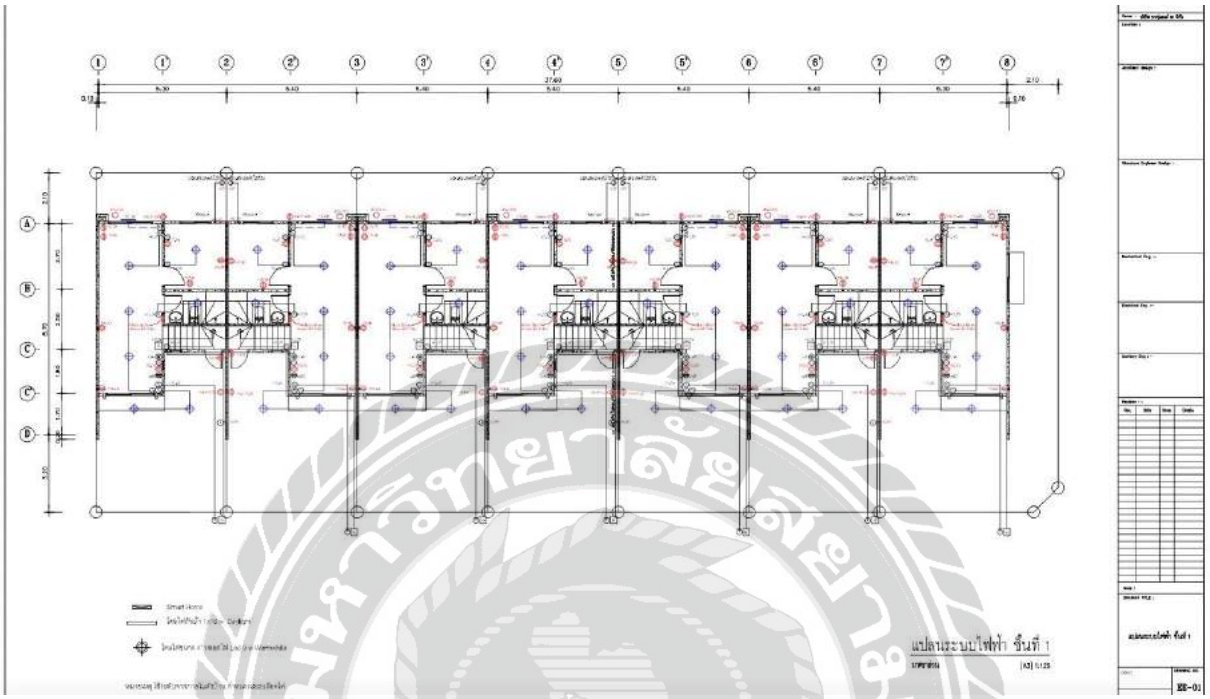
3.9.1 ฮาร์แวร์และอุปกรณ์อื่นๆ

- คอมพิวเตอร์
- โทรศัพท์
- เครื่องถ่ายเอกสาร / เครื่องปริ้นเตอร์

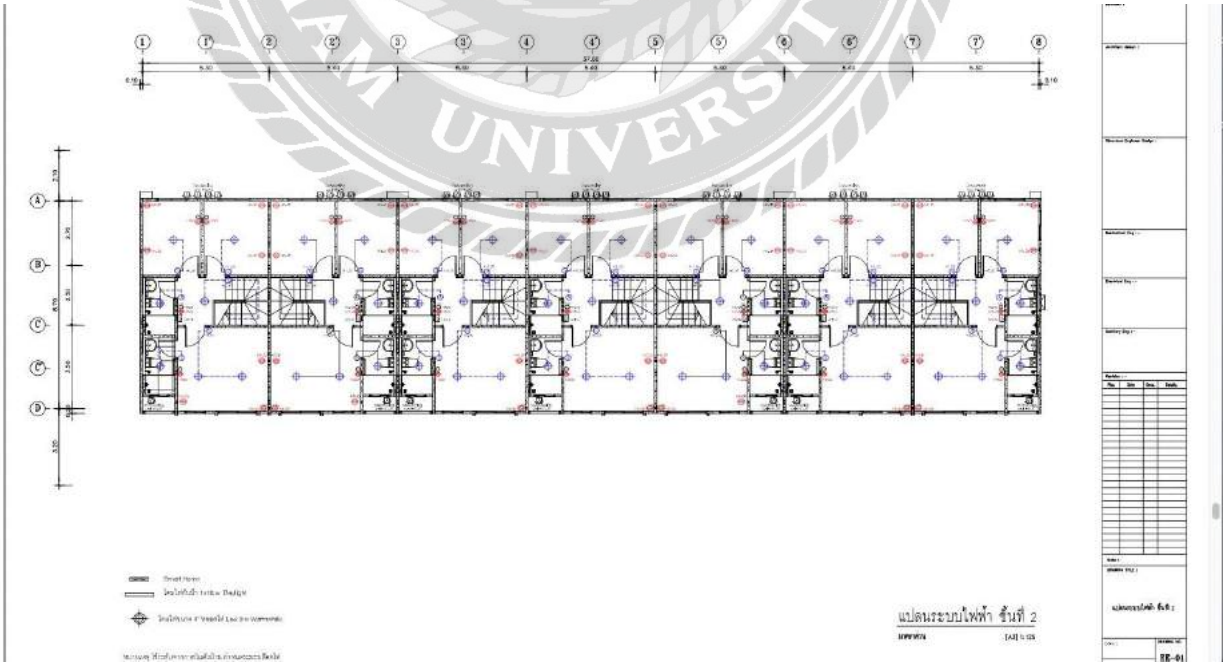
3.9.2 ซอฟต์แวร์

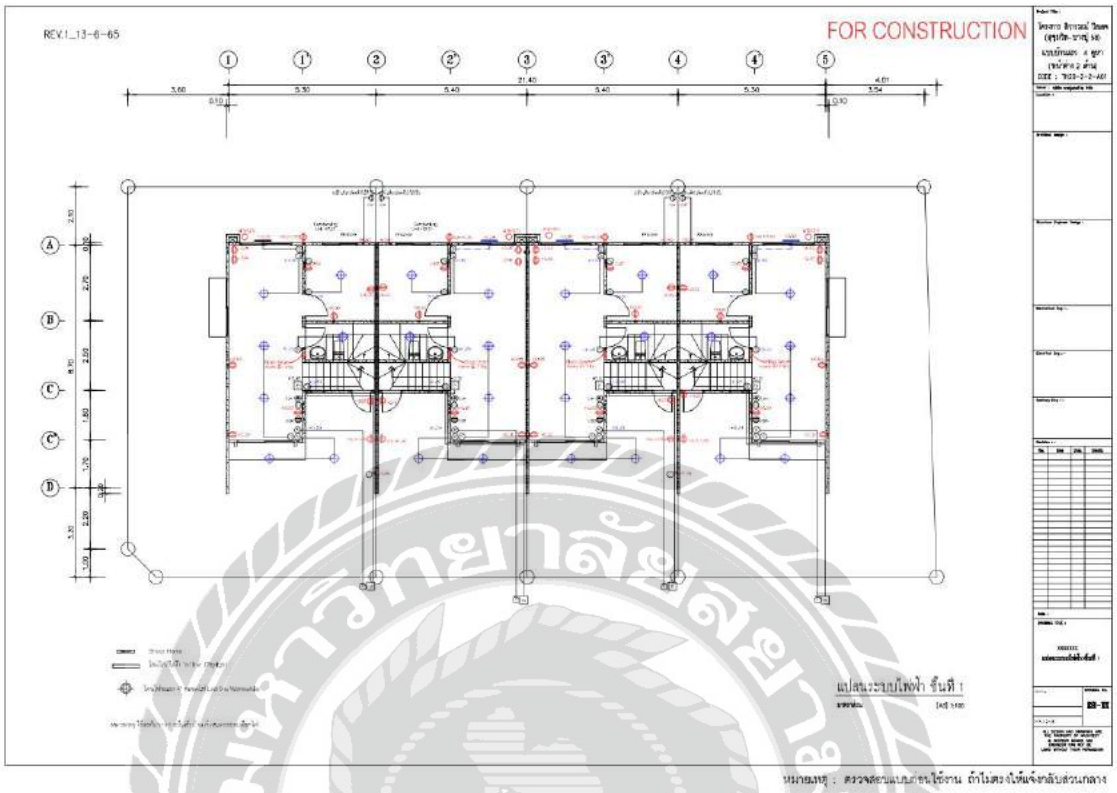
- โปรแกรม MICROSOFT OFFICE EXCEL
- โปรแกรม MICROSOFT OFFICE WORD
- โปรแกรม AutoCAD

3.9.3 แบบตัวอย่างของแปลนบ้าน มี บ้านแฝด2ชั้น แบบทาวน์เฮาส์5แถว2ชั้น และ4แถว2ชั้น

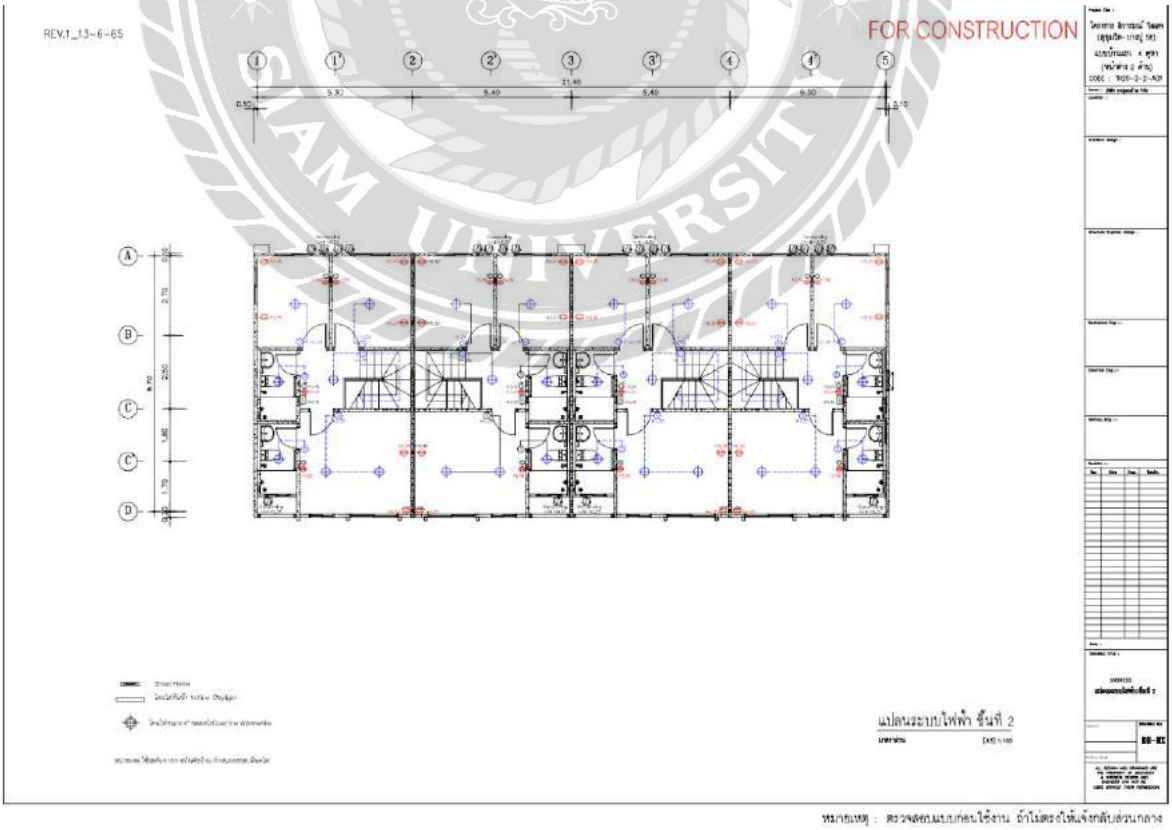


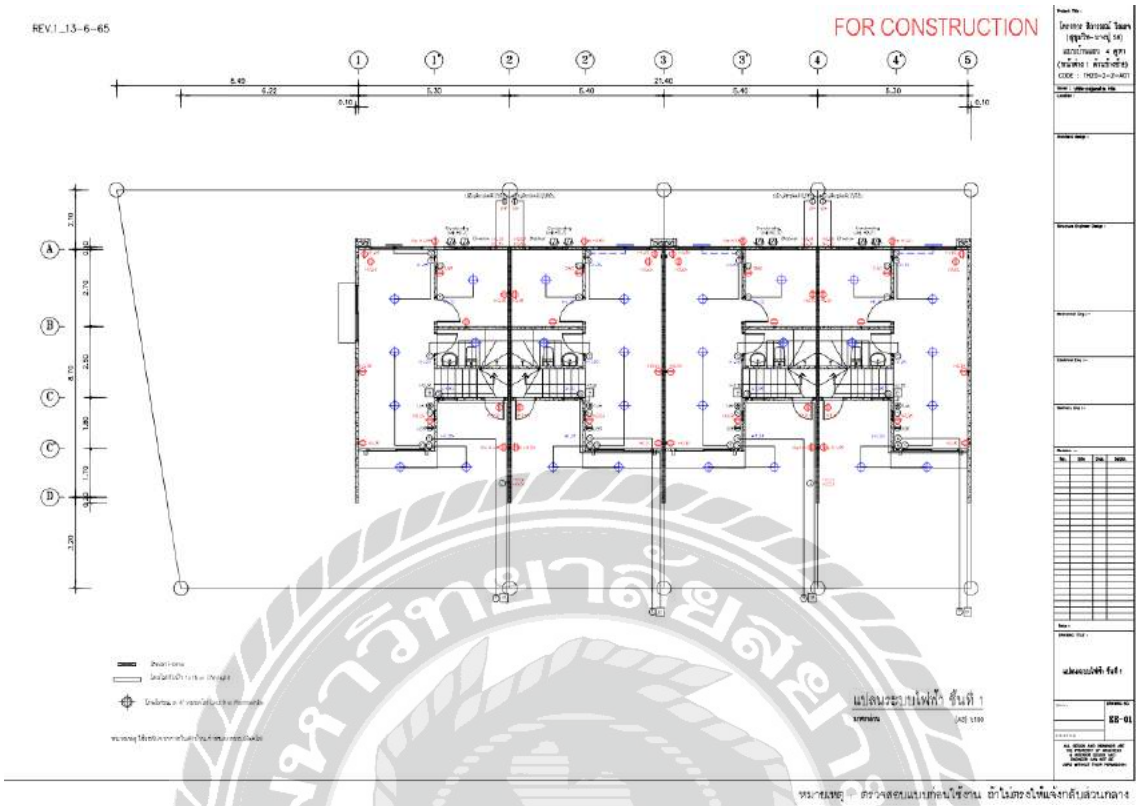
รูปที่ 3.4 แบบแปลนไฟฟ้า ชั้นที่ 1และ ชั้นที่ 2 (ใช้สำหรับทำเล่มสหกิจเท่านั้น)



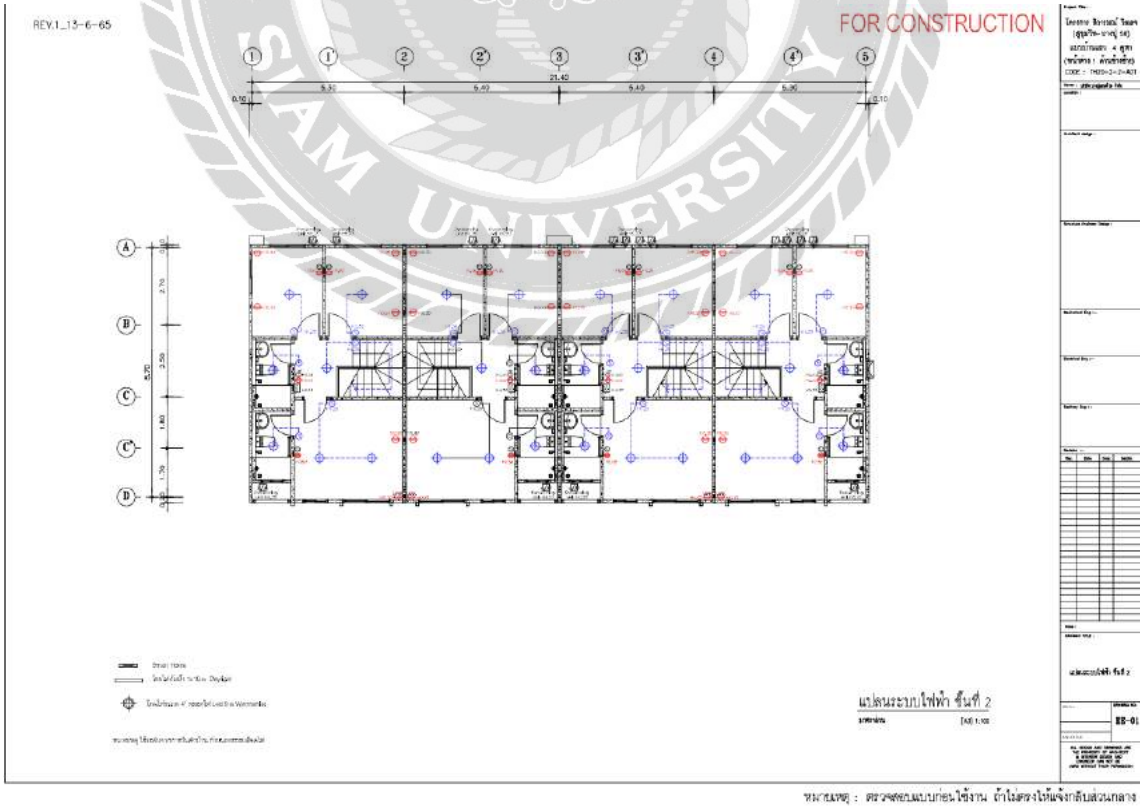


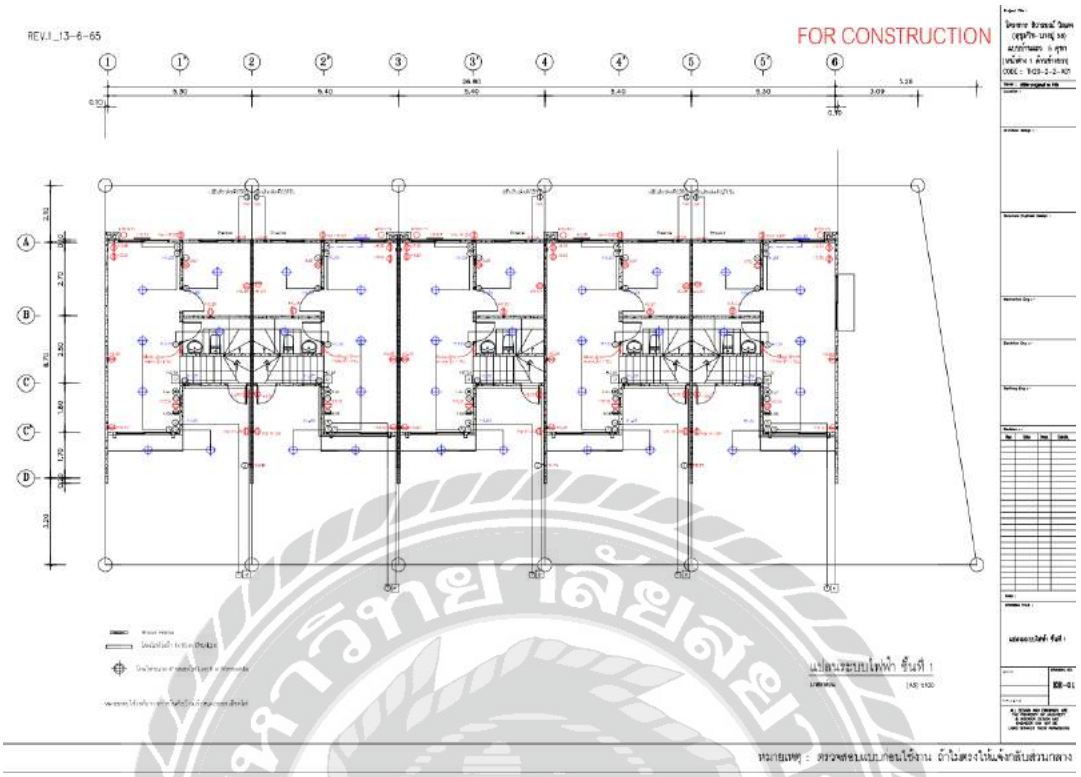
รูปที่ 3.5 แบบแปลนไฟฟ้า 4 unit ชั้นที่1 และ ชั้นที่ 2



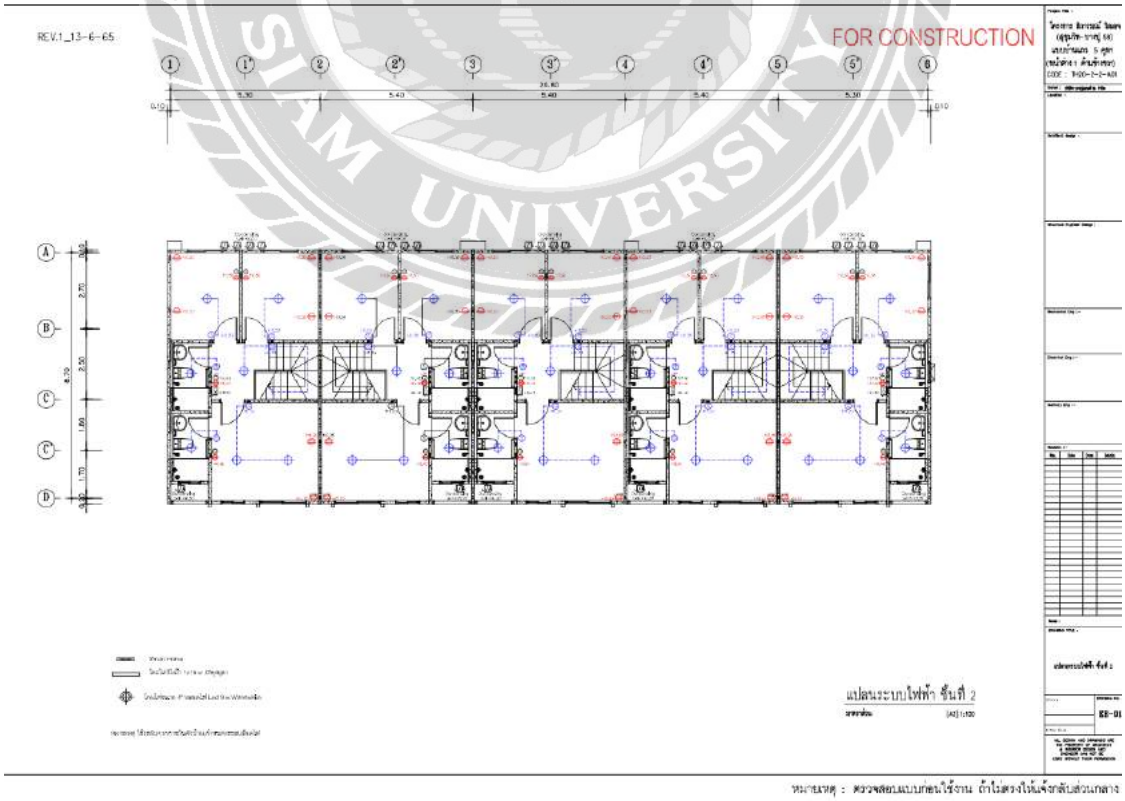


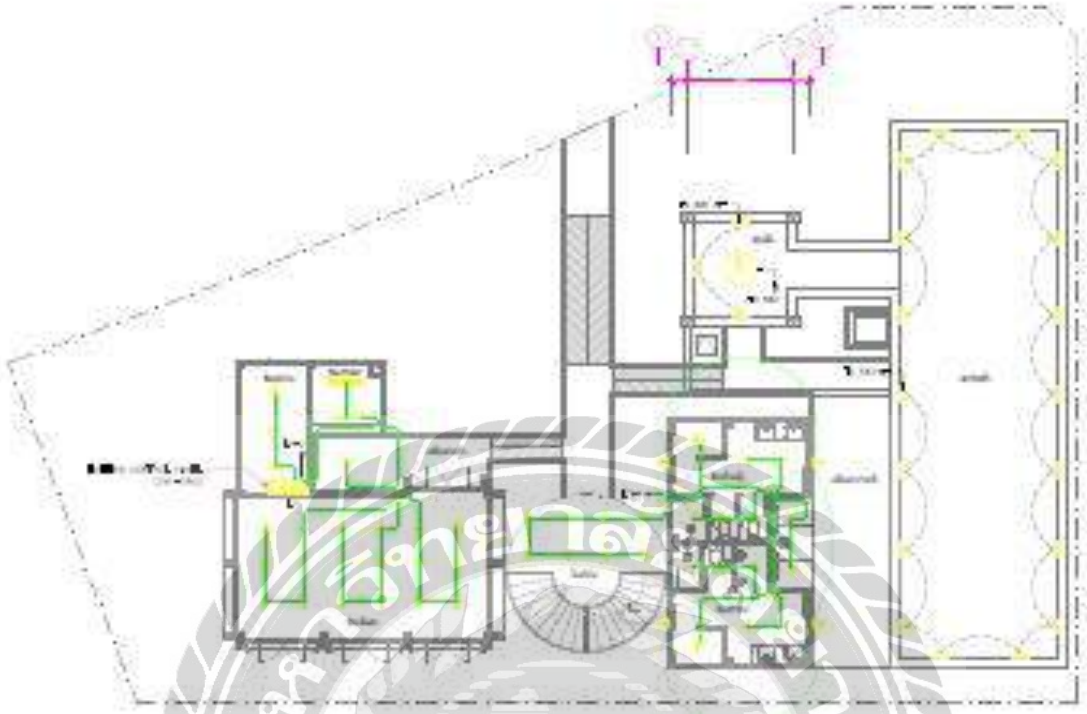
รูปที่ 3.6 แปลนเต้ารับคู่ ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2



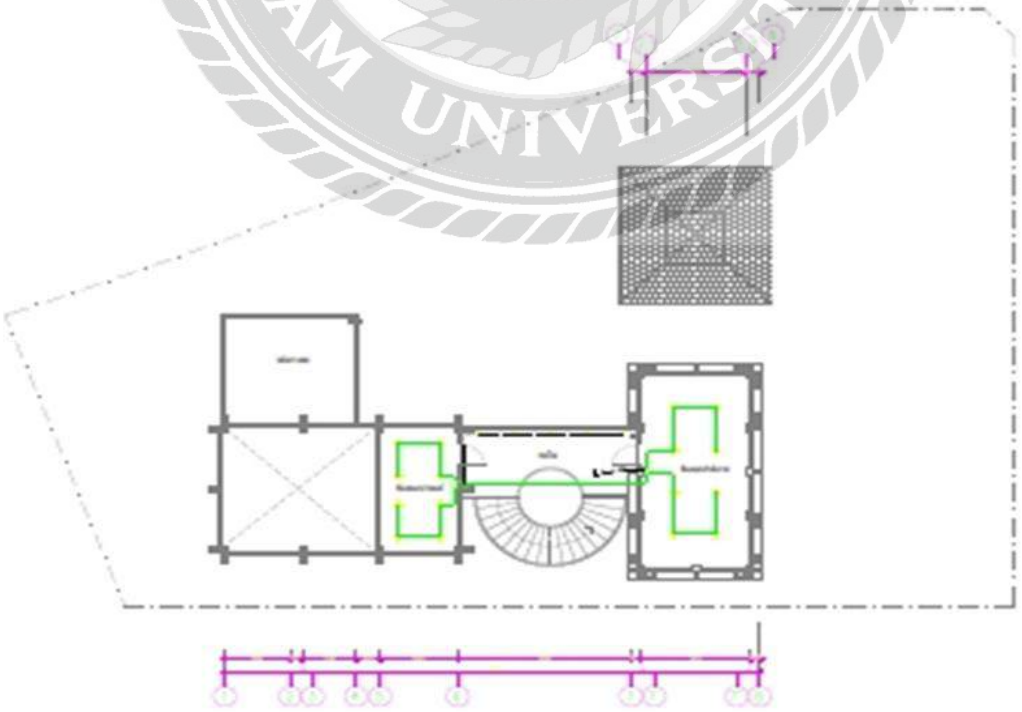


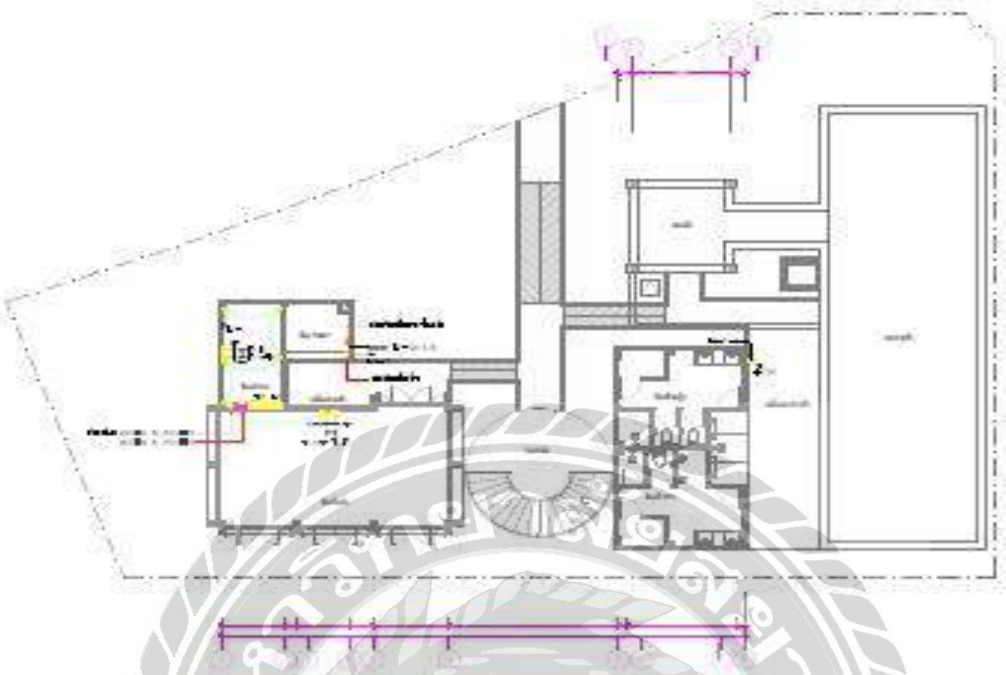
รูปที่ 3.7 แปลนไฟฟ้าแบบ 5 unit ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2



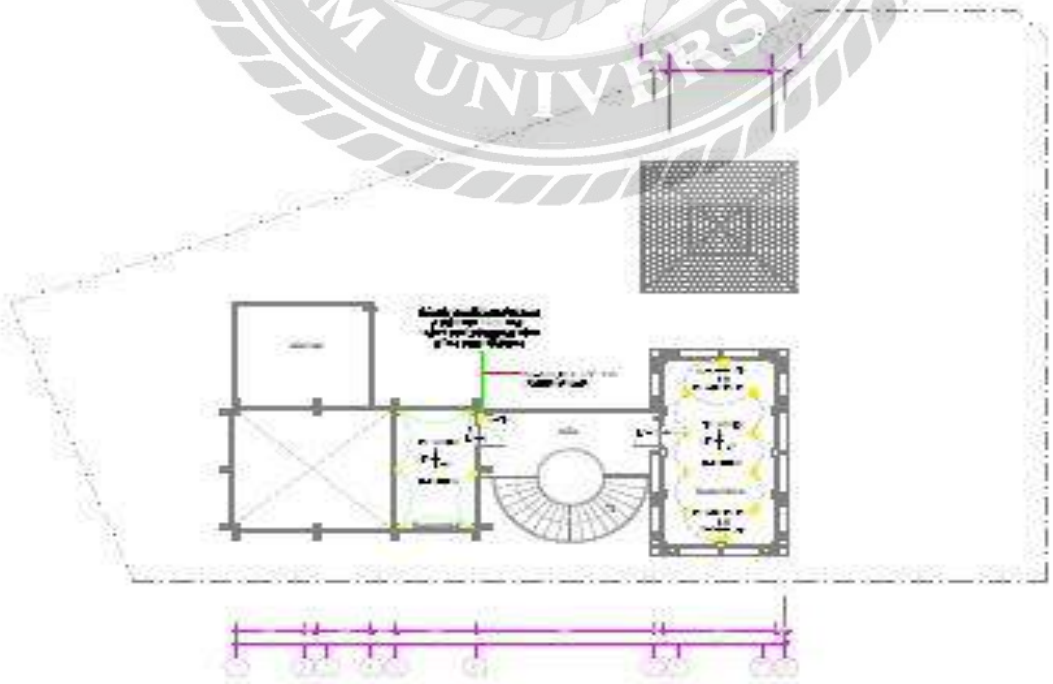


รูปที่ 3.8 แปลนไฟฟ้าแสงสว่างแบบสโมสร ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 (ใช้สำหรับทำเล่มสหกิจเท่านั้น)





รูปที่ 3.9 แปลนไฟฟ้าเต้ารับคู่แบบสโมสร ชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 (ใช้สำหรับทำเล่มสหกิจเท่านั้น)



3.10 การคำนวณโหลด

การคำนวณหาขนาดโหลดไฟฟ้าปกติส่วนกาง (ไม่รวมระบบไฟฟ้าสำรอง GENERATOR) (SMDB = Sub Main Distirbution Board) ภายในโครงการ โดยใช้การคำนวณโหดลตามที่ใช้จริง ยกตัวอย่างเช่น

3.10.1 ระบบแสงสว่างส่วนกลาง

การคำนวณค่าแสงสว่างส่วนกลางตามข้อกำหนดความปลอดภัยขนาดความเข้มของแสงสว่าง(Lux) กำหนดตามมารตฐานดังนี้

- ทางรถวิ่งและที่จอดรถ กำหนดความเข้มแสงสว่างไม่น้อยกว่า 100 Lux
- ทางเดินส่วนกลาง บันได โถงบันไดและโถงลิฟท์ กำหนดตวามเข้มแสงสว่างไม่น้อยกว่า 150 Lux
- ห้องเครื่องไฟฟ้าและห้องปั้มพ์น้ำ กำหนดความเข้มแสงสว่างไม่น้อยกว่า 200 Lux
- ห้องทำงานนิติบุคคลและห้องทำงานช่าง กำหนดความเข้มแสงสว่างไม่น้อยกว่า 300 Lux

ฯลฯ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนโคมไฟในแต่ละพื้นที่ทำงาน จำนวนโคมไฟ(ชุด) = พื้นที่ทำงาน (ตร.ม) x ค่าความเข้มแสงสว่างตามมารตฐาน(LUX)จำนวนหลอดไฟต่อโคม x ลูเมน x สัมประสิทธิการสะท้อนแสง x ตัวประกอบการบำรุงรักษา

ตัวอย่าง การคำนวณหาจำนวนโคมภายในห้อง พื้นที่ 26 ตร.ม กำหนดใช้โคมกล่องเหล็กติดลอยหลอด LED 2 x 28 W ค่า Lumen เท่ากับ 2600 Lumen/หลอด

หลังจากที่ได้จำนวนหลอดไฟแสงสว่างแล้ว นำจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ได้ไปคำนวณหาค่าโหลดไฟฟ้า VA

ค่าโหลดไฟฟ้า(VA) = จำนวนหลอดไฟ x วัตถ์ต่อชุด x ค่าเผื่อ(1.25)/ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา

= 3 x 28 x ค่าเผื่อ 1.25 / 0.8 = 131.25 VA

3.10.2 ระบบเต้ารับไฟฟ้า

กำหนดตำแหน่งเต้ารับตามตำแหน่งการจัดว่างเฟอร์นิเจอร์และตำแหน่องที่สามารถใช้งานได้โดยพิจารณาตามตำแหน่งที่เวลาใช้งานแล้วไม่กีดขวางทางเดิน

การคำนวณหาค่าโหลดไฟฟ้า (VA) ของเต้ารับกำหนดตาม มารตฐานการติดตั้งฯ กำหนดแต่ละเต้ารับไม่เกิน 180 VA

ตัวอย่าง สำนักงานนิติบุคคล มีจำนวนเต้ารับทั้งหมด 6 ชุด

= 6 x 180 x ค่าเผื่อ 1.25 = 1350 VA

3.10.3 ระบบปรับอากาศ

กำหนดขนาดเครื่องปรับอากาศโดยกำหนดค่าความเย็น 1000 บีทียูต่อ ตร.ม ขนาดห้องทำงานนิติบุคคลมีพื้นที่ 26.00 ตร.ม = 1000 x 26 = 26000 บีทียู

กำหนดเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 26000 บีทียู ขนาด 1 P 220 Vac 50 Hz ตามรายละเอียดเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 3.10 ตารางรายละเอียดเครื่องปรับอากาศ

INDOOR UNIT MODEL			ICR5-401	ICR5-602	ICR5-802	ICR5-1001	ICR5-1001	ICR5-1201	ICR5-1201	ICR5-1351	ICR5-1351
AIR FLOW		CFM	400	700	900	1,000	1,000	1,200	1,200	1,400	1,400
POWER SUPPLY		V / Ph / Hz	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50
FAN		TYPE	CENTRIFUGAL DOUBLE INLET, DOUBLE WIDTH								
		QTY	2	2	2	4	4	4	4	4	4
MOTOR		TYPE	BLDC MOTOR								
		QTY	1	1	1	2	2	2	2	2	2
		HP	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7
CONNECTION	SUCTION	INCH	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4	3/4
	LIQUID	INCH	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
	DRAIN	INCH	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8
DIMENSION	WIDTH	CM	101	101	131	161	161	161	161	191	191
	HEIGHT	CM	64	64	64	64	64	64	64	64	64
	DEPTH	CM	24	24	27	24	24	24	24	24	24
APPROX. WEIGHT		Kg.	32	38	52	59	59	59	59	72	72

OUTDOOR UNIT MODEL			OE-125	OE-185-A	OE-255-A	OR-305-B	OR-305-A	OR-365-A	OR-365-3A	OR-405-A	OR-405-3B
COOLING CAPACITY		BTU/Hr.	13,500	18,500	26,000	30,900	31,000	36,000	36,500	40,900	40,324
		Watt.sen.2134	3,800	5,300	7,400	8,800	8,800	10,300	10,300	12,000	12,000
WATT INPUT		WATT	1,048	1,362	1,986	2,562	2,438	2,815	2,903	3,248	3,206
SEER.		BTU/WATT	13.69	13.77	13.52	12.66	13.06	13.1	13.02	13.00	13.36
COP (sen.2134)		WATT/WATT	3.64	3.65	3.59	3.44	3.46	3.48	3.45	3.45	3.60
COMPRESSOR		TYPE	ROTARY	ROTARY	ROTARY	ROTARY	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL
REFRIGERANT		TYPE	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a	R410a
POWER SUPPLY		V / Ph / Hz	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	220/1/50	380/3/50	220/1/50	380/3/50
FAN MOTOR		TYPE	PERMANENT SPLIT CAPACITY								
CONNECTION	SUCTION	INCH	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4	3/4
	LIQUID	INCH	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
DIMENSION	WIDTH	CM	84.6	95.5	98	98	98	110	110	110	110
	HEIGHT	CM	54	70	79	79.5	79.5	110.5	110.5	110.5	110.5
	DEPTH	CM	32	39.6	42.7	39	39	40	40	40	40
APPROX. WEIGHT		Kg.	38	52	64	65	67	80	83	91	95

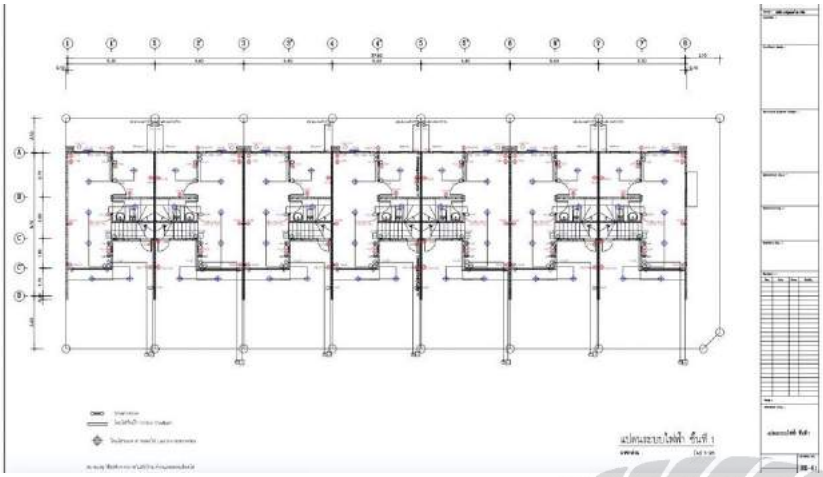
บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน
การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัย

4.1 ภาพรวมของการปฏิบัติงาน

โครงการที่พักอาศัยขนาดใหญ่มีความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ภายในโครงการนอกจากจะมีบ้านเดี่ยวบ้านแฝดแล้ว ยังมีพื้นที่ส่วนรวมในการให้บริการอาทิเช่น สโมสร ห้องออกกำลังกาย คลับเฮาส์หรือพื้นที่ทำงานร่วมกัน เป็นต้น เพื่อให้ทางโครงการนั้นมีบริการที่ดี ให้กับผู้ใช้บริการอย่างมีระดับ และมีความพึงพอใจ โดยสำนักงานได้มีการติดตั้งระบบไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งเป็นระบบต่างๆได้ดังนี้ คือ การจ่ายกำลังไฟ (Power Distribution System) ระบบไฟฟ้าสำรอง (Standby Power System) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) และระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System) เพื่อผู้ใช้ไฟฟ้าได้มีความเชื่อถือในการใช้ไฟฟ้า หากไฟฟ้าดับจะต้องมีไฟฟ้าสำรองที่พร้อมใช้งานได้ทันทีทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย เช่น เมื่อเกิดเหตุการณ์เพลิงไหม้ หรือเหตุไฟฟ้าลัดวงจร ก็สามารถที่จะรับรู้และป้องกันเหตุไม่ให้ลุกลามได้อย่างรวดเร็วทันทีทันใด การติดตั้งระบบไฟฟ้าเพื่อให้มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมีคุณภาพตาม มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ของประเทศไทย โดยผู้จัดทำได้มีการศึกษาหาความรู้จากหน้างานจริงในส่วนของระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย ถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่เริ่มต้น จนแล้วเสร็จ และการส่งงาน ซึ่งจะต้องติดต่อประสานงานกับวิศวกร และให้ร่วมมือกับงานระบบอื่นๆ เพื่อที่ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของสถาปนิกผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการ

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การอ่านแบบ เป็นการทำความเข้าใจก่อนที่จะไปเขียนแบบจริงในโปรแกรม Autocad และนำแบบที่ได้ศึกษาออกไปดูหน้างาน



รูปที่ 4.1 ศึกษาแบบ

การตรวจแผ่น Precast

ตรวจแผ่น Precast จากที่นำปูนมาฉาบให้แผ่นต่อกัน เพื่อดูว่าฉาบปิดช่องบล็อกไฟที่หลอมมากับแผ่นไหม ตรวจเช็ครอยร้าวของแผ่นPrecast หลังจากที่นำเครนมายก โดยส่วนใหญ่ไม่มีข้อผิดพลาด ถ้าเกิดว่ามีข้อผิดพลาดอาจจะเล็กน้อย ฉาบปิดช่องบล็อกไฟ อาจจะนำมาทุบเพื่อเปิดช่องบล๊อคไฟที่โดนปิดไป

รูปที่ 4.2 ประกอบแผ่นผนัง Precast ก่อนเป็นรูปตัวบ้าน

รูปที่ 4.3 ตัวแบบบ้านที่ประกอบเสร็จแล้ว

การตรวจเช็คการเดินท่อหลังจากติดตั้ง Precast

การตรวจเช็คการเดินท่อของระบบต่างๆภายในบ้านหลังจากวางแผ่น Precast ที่ตัวบ้านพักอาศัย โดยส่วนใหญ่แล้วจะพบข้อผิดพลาดน้อย ถ้าพบทาง foreman จะดำเนินการแก้ไขตามที่วิศวกรบอกทันที่ อาจจะมีการวางท่อทับช่องที่ต้องเดิน ท่อร้อยสายไฟของผนัง

รูปที่ 4.4 ตรวจงานก่อนวางท่อ

รูปที่ 4.5 วางท่อในแผ่น Precast

การเดินสาย (Wiring)

การออกแบบระบบไฟฟ้าที่ดีควรคำนึงถึงการออกแบบการเดินสายให้ระบบนั้นทำงานได้สมบูรณ์และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อการใช้งานไม่ต้องเสี่ยงกับความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้การออกแบบระบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ่าจำเป็นที่จะต้องรู้จักกับวัสดุอุปกรณ์เครื่องมีที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานและจะต้องรู้วิธีการใช้งานเบื้องต้นเพื่อให้สามารถอ่านแบบระบบไฟฟ้าได้และเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานสายไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินท่อร้อยสายรางเดินสายและเครื่องประกอบเป็นต้น หากลงมือปฏิบัติโดยขาดความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้แล้วย่อมก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน

สายไฟฟ้าอุปกรณ์นำกระแสไฟฟ้าให้จากแหล่งจ่ายไหลผ่านไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าสายไฟฟ้าแบบหุ้มฉนวน ฉนวนมักผลิตจาก PVC เนื่องจากมีลักษณะ ที่ยืดหยุ่นนอกจากนี้ฉนวนที่หุ้มสายอาจเป็น ยาว สายถักอลูมิเนียม (ใช้งานควบคุมเช่นเดินสายไฟในตู้ควบคุมเพื่อป้องกันการรบกวนจากคลื่นต่างๆ) เนื่องด้วยราคาค่อนข้างถูกมีให้เลือกหลายขนาดในการเลือกใช้สายไฟฟ้านั้นต้องใช้เฉพาะสายไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานใช้ตามความเหมาะสมกับสภาพการติดตั้งใช้งาน ขนาดของสายไฟฟ้าต้องใช้สายตัวนำทองแดงให้เหมาะกับขนาดแรงดันไฟฟ้าและเลือกใช้สีฉนวนสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน

ตารางที่ 4.1 ขนาดสายไฟฟ้าต่อการทนกระแสไฟฟ้า

ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสาย (ตร.มม.)	ทนกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	การนำไปใช้งาน
0.5	4	สายต่อชั่วคราว (ปัจจุบันไม่นิยมใช้)
1.0	6	ดวงโคม
1.5	8	สายปลั๊ก
2.5	14	สายเมนวงจรแสงสว่าง
4.0	19	สายเมนย่อยภายใน
6.0	27	สายเมนภายใน
10	35	สายเมนภายนอก

เครื่องประกอบหมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการเดินสายซึ่งใช้ร่วมท่อสายต่างๆเช่นท่อร้อยสาย รางเดินสาย และรางเคเบิล เป็นต้น เครื่องประกอบสามารถแบ่งได้ ดังนี้

- กล่องไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายสำหรับจุดต่อไฟฟ้าของอุปกรณ์ (Outlet Box) ต่อสาย กล่องแยกสาย
- กล่องดึงสายจะใช้ในการดึงสายที่ต้องเปลี่ยนทิศทางการเดินสายช่วยลดช่วงความยาวในการดึงสายมีทั้งชนิดดึงตรง (Straight Pull) และดึงเป็นมุม (Angle Pull)
- อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย เช่น ข้อต่อ ข้อต่อยึด บุชชิ่ง ข้องอ และตัวจับยึด

วายนัท (Wire Nut) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสายไฟฟ้าลักษณะการใช้งานคือต้องบิดสายตีเกลียวเข้าหากันทั้ง 2 สายแล้วสวมหมุนวานนัท (Wire Nut) ขนาดของวายนัทจะมีอยู่ 3 ขนาดที่ใช้งานกับสายไฟฟ้าขนาด 1.5 2.5 และ 4 mm^2 หลังจากบิดตีเกลียวของสายทั้ง 2 สายแล้วควรพันเทปอย่างน้อย 1 รอบเพื่อป้องกันอันตรายแล้วค่อยสวมบิดวายนัทเข้าไป

แผงผังไฟฟ้าที่สมบูรณ์แบบจะต้องทำขึ้น 2 ขั้นตอน ขั้นแรกคือทำแผนผังอุปกรณ์ไฟฟ้า (Component Plan) ขั้นตอนที่สองคือแผนผังการเดินสายไฟฟ้า (Wiring Plan)

แผนผังอุปกรณ์ไฟฟ้าคือแบบแสดงตำแหน่งโดยประมาณที่คิดว่าดีที่สุดของเต้ารับไฟฟ้าดวงโคม และสวิทช์เพื่อให้เกิดผลดียิ่งขึ้นแฟนผังอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องทำให้ง่ายและตรงไฟตรงมาเพื่อบอกถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่ต้องการในพื้นที่นั้นๆ

แผนผังการเดินสายไฟฟ้าฟลังจากที่ได้กำหนดตำแหน่งของเต้ารับดวงโคมและสวิทช์ลงในแผนผังอุปกรณ์ไฟฟ่แล้วจึงเขียนแบบการเดินสายไฟฟ้าเพื่อสามารถแบ่งกลุ่มของอุปกรณ์ไฟฟเออกให้ชัดเจนเป็นวงจรความจำเป็นในการทำแบบการเดินสายไฟฟ้าก็เพื่อกำหนดจำนวนอุปกรณ์เป็นสิ่งที่คุ้มค่าเพราะทำให้ทราบปัญหาในการเดินสายไฟฟ้าก่อนการทำงานจริงและลดจำนวนสายไฟฟ้าที่ต้องการลง

ในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารต่างๆสิ่งที่ใช้เป็นสื่อกลางในการอธิบายความหมายและความต้องการของการติดตั้งระบบไฟฟ้าคือแบบไฟฟ้า (Electrical Drawing) การอ่านแบบไฟฟ้านั้นจะต้องแปลความหมายสัญลักษณ์ชนิดต่างๆโดยจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องควรมีความรู้ความเข้าใจในการกำหนดพิกัดมาตราส่วนแบบทางไฟฟ้านั้นมีหลายประเภทเช่นแบบไดอะแกรมเส้นเดียว,แบบตู้จ่ายไฟหลัก MDB แบบแผงจ่ายไฟ แบบผังไฟฟ้าเป็นต้น จุดประสงค์ของแบบไดอะแกรมเส้นเดียว

1. ทราบแนวทิศที่มาของแหล่งจ่ายไฟฟ้า และวิธีการจำหน่ายไฟฟ้าไปยังปลายทาง
2. ทราบชนิดและขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญในระบบไฟฟ้า
3. แสดงชนิดของโหลดต่างๆในระบบไฟฟ้า
4. สามารถคำนวณกระแสไฟฟ้าที่มาจากแหล่งจ่ายไฟได้อย่างถูกต้อง

การเดินสายในรางเดินสายไฟฟ้า (Wire ways) การใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่งที่สามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดความยาวของรางเดินสายการติดตั้งต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้งการเดินสายในแนวดิ่งต้องมีการจับยึดสาย จุดปลายรางเดินสายต้องปิด

การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าเหนือฝ้าเพดานจะเดินท่อสายไปก่อนซึ่งท่อจะเกาะไฟตามแนวผนังเสาคานแล้วทิ้งปลายสายไว้ในจุดที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์เมื่อติดตั้งแผ่นฝ้าแล้วจึงจะทำการหาปลายสายที่ทิ้งไว้เพื่อทำการติดตั้งบริภัณฑ์และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

การต่อลงดิน (Grounding)

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าการต่อลงดินมีจุดประสงค์เพื่อจำกัดแรงดันเกินซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่าช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันกนะแสเกินทำงานได้รวดเร็วขึ้น วิธีติดตั้งระบบสายดินที่ถูกต้อง คือ จุดต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (จุดต่อลงดินของเส้นศูนย์หรือนิวทรัล) ต้องอยู่ด้านในข้าวของเครื่องตัดวงจรตัวแรกขแงตู้เมนสวิทช์ จุดต่อลงควรต้องมีมากกว่า 1 จุด สายดินละสายเส้นศูนย์สามารถกันได้เพียงแห่งเดียวที่จุดต่อลงดินภายในตู้เมนสวิทช์ห้ามต่อกันในที่อื่นๆอีกการทดสอบหลักดิน สำหรับหลักดินที่ตอกลงไปในพื้นดินนั้น ก่อนจะติดตั้งสายต่อหลักดินควรทำการทดสอบหลักดินที่โผล่พ้นดินมามีความแข็งแรงพอประมาณ และในส่วนของการทดสอบวัดค่าทางไฟฟ้าเป็นวิธีการทดสอบที่ต้องใช้เครื่องมือวัดค่าความต้านทานของหลักดิน เรียกว่า Earth Tester Meter หรือ Earth Resistance Tester โดยหลักดินที่ได้มาตรฐานต้องมีค่าไม่เกิน 5 Ω

รูปที่ 4.6 อุปกรณ์การวัดความต้านทานดิน Earth Tester Meter

ระบบหลักดินที่ตอกลึกเข้าไปในดิน ซึ่งสายต่อหลักดินจะต้องไม่มีการตัดต่อใดๆโดยการต่อสายต่อหลักดินเข้ากับหลักดินวิธีที่ดีที่สุดคือวิธีการต่อหลักดินด้วยชุดเบ้าหลอมหลักดิน Exothermic Welding ดังในรูป

รูปที่ 4.7 การต่อหลักดินด้วยชุดเบ้าหลอมหลักดิน (Exothermic Welding)

ค่าความต้านทานดินถ้ามีค่าสูงเกินมาตรฐานต้องตอกแท่งหลักดินเพิ่มหนือทำการต่อสายดินเข้ากับโครงสร้างอาคารโดยการใช้แคลมป์เพื่อจับยึดสายให้ต่อกับเหล็กโครงสร้างใต้อาคารเพื่อให้ค่าความต้านทานดินน้อยลง หรือทำให้ค่าความต้านทานเป็น 0 Ω

รูปที่ 4.8 การต่อสายเข้ากับโครงสร้างอาคาร

ตรวจเช็คบล็อกไฟจาก แผ่น Precast ขณะที่ติดตั้ง

การตรวจเช็คบล็อกไฟจากแผ่น Precast ที่ทางบริษัทได้ทำมาเพื่อมาดูจากแบบว่า มีจำนวนบล็อกไฟครบตามในแบบที่ออกมาไหม ถ้าไม่ครบอาจจะขาด ปลั๊ก Land หรือ ขาด Switch บล็อกไหนหายไป ช่างก็ต้องมาทำเพิ่มจากส่วนนั้น

รูปที่ 4.9 ตรวจเช็คบล็อกไฟหลังจากลงแผ่น Precast

การตรวจเช็คบล็อกเครื่องทำน้ำอุ่น

เช็คระยะจากพื้นปูนสู่บล็อคเครื่องทำน้ำอุ่นห่างจากพื้นตามระยะที่ แบบวางไหม ห่างจากบล็อกกี่เมตร เพราะต้องกะระยะเพื่อปูกระเบื้องด้วย 5 เซนติเมตร ถ้าไม่ถึงก็ต้องให้ช่างเทปูภายในห้องน้ำนั้นเพิ่ม

รูปที่ 4.10 การเช็คบล็อกเครื่องทำน้ำอุ่น

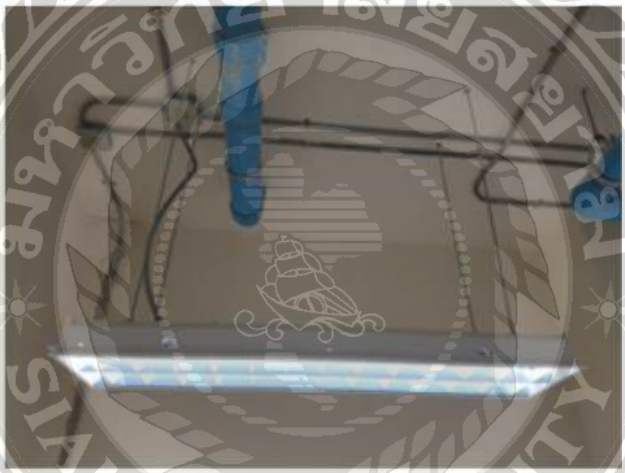
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สวิทช์ และเต้ารับ

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) เป็นงานระบบที่ช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้ถ้าออกแบบแสงสว่างอย่างเหมาะสมแสงสว่างสำหรับสำนักงานจะเน้นให้ความสว่างมากเพื่อสะดวกต่อการทำงานเหมาะกับการทำงานทั่วไปและช่วยสร้างความปลอดภัยเช่นไฟที่จอดรถ ไฟตาแนวรั้วเป็นต้นระบบไฟฟ้าแสงสว่างของสำนักงานอาจแบ่งได้ 2 ส่วน คือ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของห้องทำงานและระบบ

ไฟฟ้าแสงสว่างของส่วนกลางโดยระบบไฟฟ้าแสงสว่างของห้องทำงานจะรับไฟฟ้าจากแผงไฟฟ้าย่อยที่มีอยู่ในแต่ละห้องโดยจะมีชุดควบคุมระบบการจ่ายไฟฟ้าแสงสว่างจึงจะได้รับจากแผงไฟฟ้าย่อย

การที่จะทำให้เกิดแสงสว่างในวงจรไฟฟ้าได้นั้นในวงจรจะต้องประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับป้อนแรงดันและกระแสให้กับหลอดผ่านสายไฟฟ้าโดยที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจะเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรงจึงจะต้องมีหม้อแปลงไฟฟ้าเป็น 12 V หรือ 5 V ตามที่หลอดไฟต้องการที่ใช้ไฟฟ้ากี่โวลต์แล้วส่งต่อมายังสายไฟฟ้า คือ ไลน์ (Line) และ นิวทรัล (Neutral) ไลน์เป็นสายไฟที่มีไฟฟ้า ส่วนนิวทรัลเป็นสายดินไม่มีไฟฟ้า

หลอดฟลูออเรสเซนต์ทรงกระบอกยาวเป็นฟลูออเรสเซนต์แบบฟลักซ์การส่องสว่างสูงหลอดประเภทนี้จะต้องใช้ร่วมกับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ซึ่งการใช้แบบให้แสงสว่างทั่วบริเวณโดยโครมไฟจะติดตั้งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนเพดานทำให้สว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่สถานที่ที่ใช้เช่นห้องไฟฟ้าห้องแม่บ้าน ที่จอดรถ เป็นต้น



รูปที่ 4.11 การติดตั้งโคมตะแกรง (Fin Louver Type)

หลอดแอลอีดี LED เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีการเปล่งแสงและถูกควบคุมการกระจายแสงด้วยแลนส์ที่เคลือบไว้เมื่อใช้งานกับแหล่งจ่ายแสงไฟฟ้ากระแสตกอิเล็กตรอนจะผ่านไปตามอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ทำให้เกิดแสงออกมาตามความถี่ของแสงมีข้อดีคือขนาดเล็กกะทัดรัดทนการสั้นสะเทือนสูงเปิดปิดได้บ่อยครั้งอายุยาวนานมีประสิทธิผลด้านแสงสูง

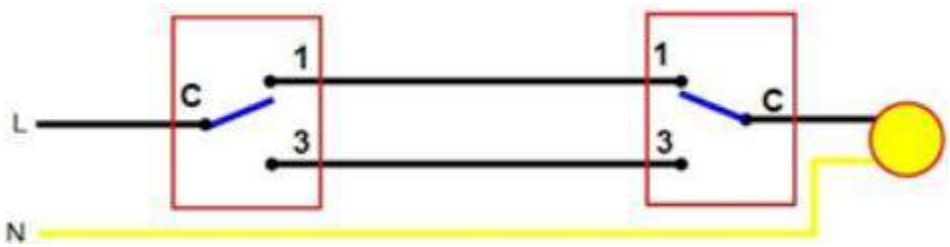
โคมไฟดาวน์ไลท์ (Down Light) มีหน้าที่ให้แสงสว่างใช้กับหลอด LED เป็นโคมส่องเฉพาะจุดฝังฝ้าสามารถที่จะปรับมุมได้ถอดออและใส่หลอดจากด้านในโดยทั่วไฟจะอายุการใช้งานอยู่ที่ 25,000 ชั่วโมงใช้ประกอบกับหม้อแปลงไดร์เวอร์สำหรับดาวน์ไลท์แรงดันเข้า (Input) AC100-240V กระแสไฟฟ้าออก (Output) DC9-12 V300 MA

รูปที่ 4.12 โคมไฟดาวน์ไลท์ (Down Light)

ไฟเส้น (LED Ribbon Strip) เป็นไฟซ่อนลีบฝ้าใช้ตกแต่งภายในด้วยเทคโนโลยีของเม็ดแอลอีดีทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้ากว่าหลอดที่ใช้กันอยู่ปัจจุบันโดยมีอายุการใช้งานอยู่ที่ 50,000 ชั่วโมงใช้ไฟแรงดัน 12V กินอยู่ที่ 14.4 วัตต์ ต่อ 1 m จะทำให้ใช้งานได้ยาวนานและให้แสงที่สวยงาม

สวิทช์ (Switch) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลขอลกระแสไฟฟ้าภายในวงจร คืออุปกรณ์ปิดเปิดกระแสไฟฟ้าเป็นสวิทช์ 2 ทางแบบกระดกที่ใช้การกดเมื่อต้องการเปิดหรือปิดสวิทช์และยังมีสวิทช์อีกชนิดหนึ่งคือสวีทช์บันไดหรือสวิทช์3 ทางคือเอา L สายเส้นที่มีไฟต่อเข้าขา C โดยสาย N ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไว้แล้วซึ่งสวิทช์ 2 ตัวนี้สามารถจะปิดหรือเปิดวงจรจากตัวใดก็ได้

รูปที่ 4.13 สวิทช์ (Switch)



รูปที่ 4.14 ลักษณะการต่อสวิทช์บันไดหรือสวิทช์ 3 ทาง

รูปที่ 4.15 การวัดระดับการติดตั้งสวิทช์ด้วยระดับน้ำ

สวิทช์ไฟภายในห้องทำงานเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เหมือนสถานีจ่ายไฟฟ้าโคมไฟที่ใช้งานกานติดตั้งปลั๊กและสวิทช์ไฟฟ้าในตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานควรติดตั้งสวิทช์ในระดับความสูงที่ 0.3 m ขึ้นไปและระดับความสูงที่ 1.1 m ขึ้นไประดับของปลั๊กไฟเป็นระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น โทรทัศ โคมไฟตั้งโต๊ะ เป็นต้น

เต้ารับไฟฟ้า (Socket Outlets หรือ Receptacle) หรือปลั๊กตัวเมียขั้วรับสำหรับหัวเสียบจากเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นบริภัณฑ์ซึ่งติดตั้งไว้เพื่อความสะดวกกับการใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าติดตั้งแบบติดอยู่กับผนังโดยเต้าที่รับใช้งานทั่วไป 1-3 เต้ารับ โดยในทางการคำนวณโหลดให้คำนวณโหลดจุดละ 180 VA ส่วน 4 เต้า ให้ใช้ 360 VA เต้ารับหรือเรียกกันทั่วไปว่า ปลั๊กโดยปลั๊กที่ใช้ในห้องทำงานมีปลั๊กเดี่ยวและคู่

รูปที่ 4.16 เต้ารับไฟฟ้า (Outlets)

รูปที่ 4.17 ฝาครอบกันน้ำ

อุปกรณ์ทดสอบเต้ารับไฟฟ้าตรวจสอบความถูกต้องในการต่อสายไฟฟ้าเข้าเต้ารับจะต้องมีสายไฟ สายนิวทรัล และ สายกราวด์ ครบทุกเส้นโดยอุปกรณ์ทดสอบจะแสดง LED สีส้มติด 2 ดวง ถ้าหากอุปกรณ์ทดสอบแสดง LED ติดที่ต่างจากนี้อาจเป็นเพราะสายไฟฟ้าขาดหลวมหรือหลุดที่จุดต่อสาย เป็นต้นทำให้เกิดไฟฟ้ารั้วที่เต้ารับและเป็นอันตรายกับผู้ใช้ไฟฟ้าได้

รูปที่ 4.18 อุปกรณ์ทดสอบเต้ารับไฟฟ้า (Easy Check Outlet)

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน

จากที่ได้ไปปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาตั้งแต่วันที่ 23 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 2 เดือน กันยายน พ.ศ. 2565 กับ บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัด โดยงานที่ผู้จัดทำได้รับมอบหมายให้ได้ไปปฏิบัติเกี่ยวกับการดูแบบของระบบไฟฟ้าภายในที่พักอาศัยและทำแบบประเมิณราคาของวัสดุก่อสร้างภายในโครงการ รวมไปถึงการออกไซต์ดูงานตามโครงการของบริษัท โดยทำการศึกษาวิธีการทำงานของระบบต่างๆ จากหน้างานจริง โดยการคิดวิเคราะห์หาวีธีแก้ปัญหาจากอุปสรรคที่ได้ประสบ หากแก้ไขยังไม่ได้ให้นำข้อสงสัยมาปรึกษากับพนักงานที่ปรึกษา สิ่งที่ผู้จัดทำได้รับจากการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ได้เรียนรู้การวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบและสามารถคำนวณหาระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้
2. มีความเข้าใจในกานปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาการติดตั้งระบบไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานมากยิ่งขึ้น
3. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายมาปฏิบัติงาน
4. สามารถติดต่อประสานงานร่วมกับบุคลากรในองค์กรได้
5. สามารถใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.2.1 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจ

การปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาครั้งนี้ ผู้จัดทำยังได้พบปัญหาขณะที่ปฏิบัติงาน และ วิธีการแก้ไขปัญหานั้นที่ผู้จัดทำพบ มีรายละเอียดดังที่แสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปัญหาที่ได้พบและวิธีแก้

ปัญหาที่พบ	วิธีแก้
โครงการก่อสร้างมีอันตรายหลายอย่าง และ อุบัติเหตุสามารถเกิดขึ้นได้ทุกเมื่อหากมีความประมาทเลินเล่อในการปฏิบัติงาน	จัดการฝึกอบรมเรื่องความปลอดภัยทุกสัปดาห์ให้กับพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ให้มีความรู้เข้าใจในการปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง
การสื่อสารกับแรงงานต่างด้าวมีการสื่อสารที่ผิดพลาดทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสะดวก	โครงการก่อสร้างอาจมีแรงงานต่างด้าวปฏิบัติงานต้องมีผู้รู้ทางด้านภาษานั้นๆ ในการสื่อสารเพื่อให้เข้าใจต่อการปฏิบัติงาน
อุปกรณ์ SAFETY มีการเสื่อมสภาพเนื่องจากถูกใช้มาเป็นเวลานาน	ต้องมีการตรวจเช็คอุปกรณ์ SAFETY ก่อนนำไปใช้งานของผู้ปฏิบัติงานย่างเคร่งขัด

5.3 ข้อเสนอแนะ

การออกแบบที่ดีนั้นควรออกแบบรายละเอียดให้สมบูรณ์มากที่สุด เพื่อการแก้ไขน้อยที่สุด ถ้าหากประสบปัญหาทางโครงสร้างที่ไม่สามารถแก้ไขได้แล้ว ก็จะทำให้การติดตั้งระบบทำได้ไม่ดีเท่าที่ควรเช่น การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า โครงสร้างไม่มีพื้นที่ให้สามารถที่จะวางท่อร้อยสายจึงทำให้ต้องมีการแก้ไขงานส่วนโครงสร้างนั้นๆ เพื่อให้มีพื้นที่ในการวางท่อได้เพียงพอ และหากพบปัญหาเช่นนี้ก็จะทำให้กระทบต่อระยะเวลาในการทำงานที่จะต้องใช้เวลาทำงานเพิ่มขึ้น และเกิดความสิ้นเปลืองต่อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆมากขึ้น

ระบบรักษาความปลอดภัย (Safety) นั้นควรมีระบบอำนวยความสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานที่จะทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างปลอดภัยควรจะเน้นกำชับให้ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบในการใช้อุปกรณ์รักษาความปลอดภัยในขณะที่กำลังปฏิบัติหน้าที่เช่น สวมหมวกนิรภัยสวมใส่ถุงมือใส่รองเท้าเซฟตี้และอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยในการขึ้นนั่งล้านโดยการออกไปปฏิบัติงานนอกตัวอาคารจำเป็นต้องใส่ชุดกันตกจากที่สูง หรือเข็มขัดนิรภัย (Safety Belt) ซึ่งช่วยป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจจะถึงแก่ชีวิตได้ดังนั้นทางระบบความปลอดภัย (Safety) ความมีอุปกรณ์ป้องกันในบุคลากรที่ปฏิบัติหน้าที่เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในเรื่องของอุบัติเหตุควรมีบุคลากรที่ทำงานด้านระบบความปลอดภัย (Safety) ให้เพียงพอที่คอยดูแลความปลอดภัยได้อย่างทั่วถึงและต้องไม่ละเลยต่อความรับผิดพลาด โดยจะต้องยึดหลักการที่ว่าความปลอดภัยต้องมาก่อนเพื่อที่จะทำให้ระบบรักษาความปลอดภัย (Safety) นั้นมีความน่าเชื่อถือและมีความปลอดภัยมากที่สุด

บรรณานุกรม

ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. (2558). *การเขียนแบบไฟฟ้า*. สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, บมจ.

แบบระบบไฟฟ้าที่ดี. (ม.ป.ป.). ช่างไฟดอทคอม. https://www.changfi.com/fix/2021/06/05/good-power/

ระบบไฟฟ้าคือออะไร. (ม.ป.ป.). ช่างไฟดอทคอม. https://www.changfi.com/fix/2021/12/22/14520/

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ (Quality Control–Q.C.). (ม.ป.ป.). บริษัท ไชยเจริญเทค จำกัด. https://www.chi.co.th/article/article-1138/

สุริยา ทารักษ์. (2565). *งานออกแบบและปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงสูงภายใน*. http://do2.new.hss.moph.go.th:8080/fileupload/2565-131.pdf

หลักการเบื้องต้นในการออกแบบและเขียนแบบไฟฟ้า. (2557). https://www.slideshare.net/neenakrevo/01-36986579

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบการปฏิบัติงานและสถานที่ปฏิบัติงาน

รูปที่ 1 รูปภาพประกอบการปฏิบัติงาน

รูปที่ 2 สถานที่ปฏิบัติงานบริษัท สิวารมณี เรียล เอสเตท จำกัด มหาชน

ภาคผนวก ข

การนิเทศงานสหกิจศึกษา

รูปที่ 3 นิเทศงานสหกิจศึกษา บริษัท สิวารมณ์ เรียลเอสเตท จำกัดมหาชน

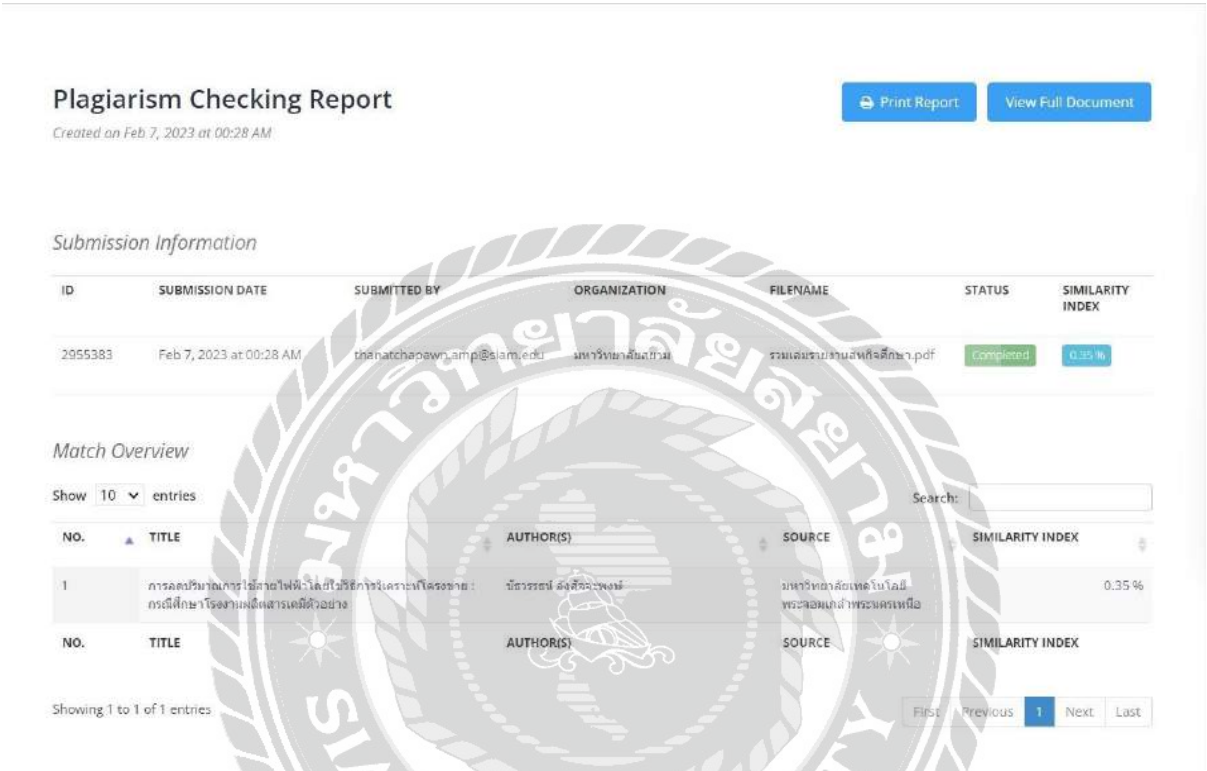
ภาคผนวก ค

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

รูปที่ 4 การสอบนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา 25/12/65

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบการลอกเลียนแบบวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์



Plagiarism Checking Report

Created on Feb 7, 2023 at 00:28 AM

Print Report | View Full Document

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
2955383	Feb 7, 2023 at 00:28 AM	thanatchaoawn_amp@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	รวมเล่มรายงานสหกิจศึกษา.pdf	Completed	0.35 %

Match Overview

Show 10 entries Search:

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	การลดปริมาณการใช้สายไฟฟ้าโดยใช้วิธีการวิเคราะห์โครงข่าย : กรณีศึกษาโรงงานผลิตสารเคมีตัวอย่าง	นัชวรรธน์ ดังสัจจะพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	0.35 %

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX

Showing 1 to 1 of 1 entries First Previous 1 Next Last

รูปที่ 5 การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใชโปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาว ธนัชพร อำภา

รหัสนักศึกษา : 6204200008

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 21แยก8 ถ.เพชรเกษม69 ซ.กำนันเหรียญ แขวงหนองค้างพูล เขตหนองแขม กรุงเทพ 10160

อีเมล : peartncp2317@gmail.com

เบอร์โทรติดต่อ : 0633253349

ประวัติการศึกษา

2556-2558 มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม

2558-2561 มัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนวัดรางบัว

ปัจจุบันศึกษาระดับปริญญาตรี : ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.)

: สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวภัทรพร ธำรงคกิจวิทยากุล

รหัสนักศึกษา : 6204200005

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 19/33 หมู่บ้านสรัทรไพรเวท ซ.พุทธบูชา36 แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพ 10140

อีเมล : Pataraphon2544@gmail.com

เบอร์โทรติดต่อ : 0980214546

ประวัตการศึกษา

2555-2557 มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนนิรมลชุมพร

2557-2560 มัธยมศึกษาตอนปลาย : วิทยาลัยเทคนิคชุมพร

ปัจจุบันศึกษาระดับปริญญาตรี : ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.)

: สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นายศักดา ดวงสง่า

รหัสนักศึกษา : 6204200010

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 96/29 ม.3 ต.ปลายบาง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130

อีเมล : Leesakda5052@gmail.com

เบอร์โทรติดต่อ : 0640430112

ประวัตการศึกษา

2555-2557 มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนสุนทรธรรมิการาม

2557-2560 มัธยมศึกษาตอนปลาย : วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค)

ปัจจุบันศึกษาระดับปริญญาตรี : ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.)

: สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม