

หัวข้อโครงการ การออกแบบและเขียนแบบวงจรภายในตู้ไฟฟ้า
Design and Drawing Diagrams of Main Distribution Board

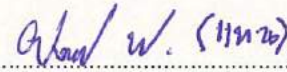
ผู้จัดทำ นายปุณณฤช ไชยเพชร 5804200002
 นายรัชฎเทพ ระคณา 5804200012


ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิติกันต์ รักราชการ


อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการการสอบโครงการ

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ปิติกันต์ รักราชการ)

.....พนักงานที่ปรึกษา
(นายวิทยา นุชา)

.....กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ สุขบวรเสถียร)

.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒน์นะ)

ชื่อโครงการ : การออกแบบและเขียนแบบวงจรภายในตู้ไฟฟ้า
ชื่อนักศึกษา : 1.นาย ปุณณฤช ไชยเพชร 5804200002
2.นาย รัชฎเทพ ระคณา 5804200012
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ปิติกันต์ รักราชการ
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)
ภาควิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ ปีการศึกษา : 3/2560

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้นำเสนอ การออกแบบและเขียนแบบวงจรภายในตู้ไฟฟ้า ซึ่งได้มาจากการปฏิบัติงานในรายวิชาสหกิจศึกษาสำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า ของนักศึกษามหาวิทยาลัยสยาม โดยได้ฝึกปฏิบัติงานใน บริษัท อาซิฟา จำกัด (มหาชน) 5 หมู่ 1 ถนนพระราม 2 ต.คอกกระบือ อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร 74000 ประกอบธุรกิจ 1) ผลิตและจำหน่ายสวิตช์บอร์ดไฟฟ้า ที่ออกแบบและพัฒนาโดยบริษัทฯ ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนการออกแบบ และอุปกรณ์ภายในได้ตามความต้องการของลูกค้า 2) จำหน่ายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าและตู้ควบคุม อุปกรณ์ในงานระบบการจ่ายไฟฟ้า และ 3) งานบริการวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องและงานบริการหลังการขาย งานที่รับผิดชอบหลักในการฝึกปฏิบัติงานคือการเขียนแบบไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Auto CAD Version 2018 ในการออกแบบและเขียนแบบไดอะแกรมตู้ไฟฟ้า ตามความต้องการของลูกค้า ในการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในตู้นี้ได้ทำการตรวจและทดสอบโดยผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบไฟฟ้า และสามารถใช้งานได้จริงตามที่ลูกค้าต้องการ

คำสำคัญ : การออกแบบ / เขียนแบบวงจร / ตู้ไฟฟ้า

Project Title : Design and Drawing of Diagrams for a Main Distribution Board
By : Mr.Poonnakrit Chaipet 5804200002
: Mr.Thanyathcp Rakhana 5804200012
Advisor : Mr.Pitikan Rugrachagarn
Degree : Bachelor of Engineering
Major : Electrical Engineering
Faculty : Engineering
Semester/Academic year : 3/2017

Abstract

This cooperative education project presents the design and drawing of diagrams for a main distribution board (MDB). This was the result of the work in cooperative education for students' electrical engineering of Siam University. The company is ASEFA Public Company Limited located at 5 Moo 1 Rama II Road, Khok Krabue, Mueang Samut Sakhon District, Samut Sakhon 74000. The company operates 3 core businesses; 1) manufacture and distribute switchboards. 2) distribute other related electrical components, electrical and control products and electrical power distribution products, and 3) integrated engineering services and after sales services. The main practice responsibility was using the Auto CAD Version 2018 program in the design and drawing of electrical diagrams according to customer requirements. The design and installation of electrical system in cabinets have been tested. The results have demonstrated the work of the electrical system and can be used by the customers.

Keywords: Design/Drawing Diagram/Main Distribution Board (MDB)



กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงาน ในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท อาซิฟา จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม 2561 ถึง 31 สิงหาคม 2561 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายระหว่างการปฏิบัติงานที่บริษัทแห่งนี้ รายงานสหกิจศึกษานับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณ สิทธิโชค แสงโคตร์ ผู้จัดการแผนกอาวุโส บริษัทอาซิฟา จำกัด (มหาชน)
2. คุณ วิทยา บุษบา พนักงานที่ปรึกษา
3. อาจารย์ปีติกันต์ รักราชการ อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์ ผู้ช่วยตรวจทาน โครงการงาน

และบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการทำรายงาน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

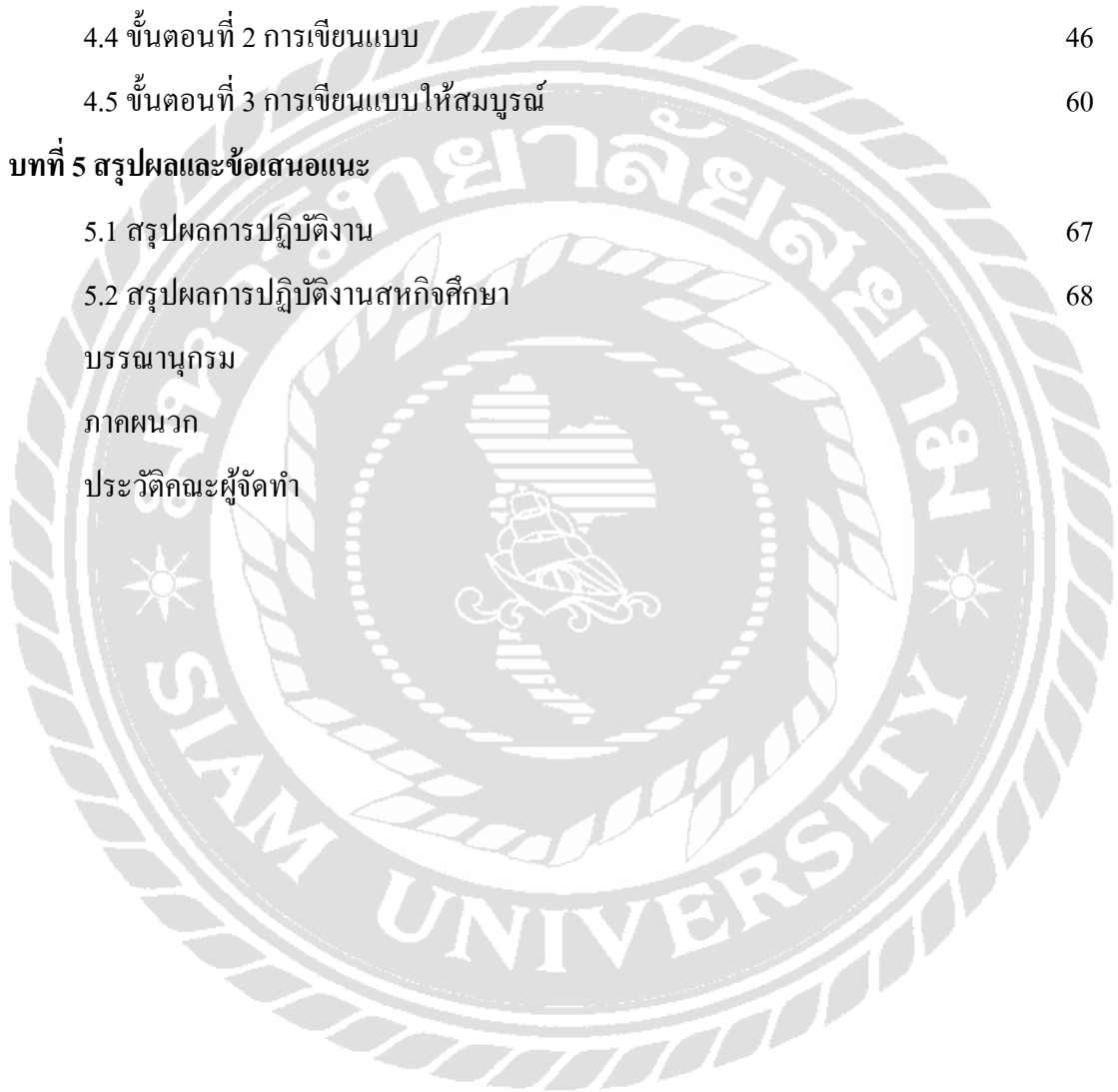
คณะผู้จัดทำ
นายปณกฤษ ไชยเพชร
นายรัชฎเทพ ระคณา

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นในการออกแบบของตู้ไฟฟ้า	
2.1 ความหมายและความสำคัญของตู้ไฟฟ้า	3
2.2 หลักการเขียนแบบ Diagram ของตู้ MDB	4
2.3 หลักการออกแบบ Diagram ของตู้ MDB	5
2.4 พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน	13
2.5 ระดับชั้นการป้องกัน	14
2.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์	16
2.7 บัสบาร์ (Busbar)	23
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงานและการออกแบบ	
3.1 ชื่อและสถานที่ตั้งของสถานประกอบการ	31
3.2 ลักษณะสถานประกอบการ	31
3.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารงาน	32
3.4 บทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	32
3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	32
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	33
3.7 ขั้นตอนการดำเนินงานการฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษา	33
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติตามโครงการ	
4.1 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	36
4.2 การดำเนินงานการออกแบบจากข้อมูลของลูกค้าที่กำหนดมาให้	40
4.3 ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบ	41
4.4 ขั้นตอนที่ 2 การเขียนแบบ	46
4.5 ขั้นตอนที่ 3 การเขียนแบบให้สมบูรณ์	60
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	67
5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	68
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ประวัติคณะผู้จัดทำ	



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ตู้ไฟฟ้า หรือตู้ MDB (Main Distribution Board)	3
รูปที่ 2.2 การแยกส่วนภายในตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ	6
รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างตู้ Form 1	7
รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างตู้ Form 2a	8
รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างตู้ Form 2b	9
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างตู้ Form 3a	10
รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างตู้ Form 3b	11
รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างตู้ Form 4a	12
รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างตู้ Form 4b	13
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างห้องไฟฟ้า	14
รูปที่ 2.11 วิธีการอ่านค่าการป้องกัน	16
รูปที่ 2.12 Miniature Circuit Breakers (MCB)	18
รูปที่ 2.13 Molded Case Circuit Breakers (MCCB)	19
รูปที่ 2.14 Air Circuit Breakers (ACB)	20
รูปที่ 2.15 ภาพสินค้า MCCB รุ่น Compact NSX ของ SCHNEIDER	22
รูปที่ 2.16 ภาพแสดงฟังก์ชันของ MCCB รุ่น Compact NSX ของ SCHNEIDER	23
รูปที่ 2.17 รูปปลั๊กแบบเปลือย	24
รูปที่ 2.18 รูปปลั๊กแบบพันสี	25
รูปที่ 2.19 การกำหนดคสีของตัวนำต่างๆ ตามมาตรฐาน มอก. 11-2553 (ใหม่)	26
รูปที่ 3.1 เครื่องปริ้นเตอร์+ถ่ายเอกสาร	34
รูปที่ 3.2 คอมพิวเตอร์	34
รูปที่ 3.3 Software (AutoCAD 2018)	35
รูปที่ 3.4 กล้องถ่ายรูป	35
รูปที่ 4.1 Shop Drawing	37

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.2 แบบไดอะแกรมเส้นเดียวแสดงตู้เมนระบบไฟฟ้า	38
รูปที่ 4.3 แบบ Layout ของห้องไฟฟ้า	38
รูปที่ 4.4 Specification ของตู้ไฟฟ้า	39
รูปที่ 4.5 ไบเสนอรากา	39
รูปที่ 4.6 การปฏิบัติงานโดยใช้โปรแกรม Auto CAD ในการเขียนแบบ	40
รูปที่ 4.7 ตรวจสอบคุณสมบัติตาม Shop Drawing (ด้านหน้า)	41
รูปที่ 4.8 Shop Drawing (ด้านหลัง)	42
รูปที่ 4.9 แบบพื้นที่ห้องไฟฟ้า	43
รูปที่ 4.10 Single Line ที่ลูกค้าส่งมาให้	44
รูปที่ 4.11 ตรวจสอบไบเสนอรากา	45
รูปที่ 4.12 ร่างแบบตู้	45
รูปที่ 4.13 Cover	46
รูปที่ 4.14 Contents	47
รูปที่ 4.15 Legend	47
รูปที่ 4.16 Symbols	48
รูปที่ 4.17 Floor Standing Cubicle Specification	48
รูปที่ 4.18 ส่วน Technical Data	49
รูปที่ 4.19 ส่วนแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ (QM-Q4)	49
รูปที่ 4.20 ส่วนแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ (Q6-Q14)	50
รูปที่ 4.21 Front view	51
รูปที่ 4.22 Inner view	51
รูปที่ 4.23 ทำการเขียนแบบตู้ไฟฟ้า	52
รูปที่ 4.24 ทำการเขียนแบบตู้ไฟฟ้า	52
รูปที่ 4.25 แบบ Wiring	53
รูปที่ 4.26 แบบ Wiring	53
รูปที่ 4.27 แบบ Wiring	54
รูปที่ 4.28 แบบ Wiring	54

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.29 แบบ Wiring	55
รูปที่ 4.30 แบบ Wiring	55
รูปที่ 4.31 แบบตาราง Bus Bar	56
รูปที่ 4.32 ใบขอเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ	57
รูปที่ 4.33 Single Line ที่ลูกค้าส่งมาแก้ไข	58
รูปที่ 4.34 ข้อมูลในไดอะแกรมเส้นเดียว	58
รูปที่ 4.34 ข้อมูลในไดอะแกรมเส้นเดียว (ต่อ)	59
รูปที่ 4.35 ใบขอเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ	60
รูปที่ 4.36 การถ่ายรูปหน้าตู้และอุปกรณ์ภายในตู้	61
รูปที่ 4.37 การถ่ายรูปของ Bus Bar	61
รูปที่ 4.38 ใบบันทึกผลที่แผนก QC (Quality Control) ทำการตรวจแบบอุปกรณ์ภายในตู้	62
รูปที่ 4.38 ใบบันทึกผลที่แผนก QC (Quality Control) ทำการตรวจแบบอุปกรณ์ภายในตู้ (ต่อ)	62
รูปที่ 4.39 ใบบันทึกผลที่แผนก QC (Quality Control) ทำการตรวจแบบในส่วน Front	63
รูปที่ 4.40 ใบบันทึกผลที่แผนก QC (Quality Control) ทำการตรวจแบบในส่วน Inner	63
รูปที่ 4.41 ก่อนการแก้ไขแบบ	64
รูปที่ 4.42 คู่จริง	64
รูปที่ 4.43 หลังการแก้ไขแบบ	65
รูปที่ 4.44 ใบบันทึกผลของการเขียน Bus Bar	65
รูปที่ 4.45 เขียน Bus Bar เสร็จแล้ว	66
รูปที่ 4.46 เซ็นชื่อแบบเพื่อยืนยันความถูกต้อง	66

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่ามาตรฐานการป้องกันตามมาตรฐาน	15
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงตารางแสดงพิกัดการนำกระแสของบัสบาร์มาตรฐาน IEC-61439-2	27
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงตารางแสดงพิกัดการนำกระแสของบัสบาร์มาตรฐาน DIN-43671	29
ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	33



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้ไฟฟ้าเพื่อมาควบคุมระบบไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็น อาคารขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากทำงานโดยรับมาจากหม้อแปลงที่มาจากการไฟฟ้า แล้วทำการจ่ายโหลดไปยังแผงจ่ายไฟย่อยในส่วนต่างๆของอาคารหรือโรงงาน ก่อนที่จะกลายเป็นตู้ไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้นั้น จะต้องมีการออกแบบ ติดตั้งประกอบตู้ไฟฟ้าเสียก่อน ทางบริษัท อาซิฟา จำกัด (มหาชน) ได้ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการออกแบบ ติดตั้ง ตู้ไฟฟ้า และได้ให้นักศึกษาได้มีโอกาสเข้าไปเรียนรู้ในส่วนนี้ ซึ่งสอดคล้องกับมหาวิทยาลัยสยาม ที่ได้มีโครงการสหกิจศึกษา เพื่อให้นักศึกษาได้ออกไปปฏิบัติงาน (ภาคปฏิบัติ) เปรียบเสมือนเป็นพนักงานจริง เพื่อเรียนรู้ในสิ่งที่มหาวิทยาลัยไม่ได้สอน (ภาคทฤษฎี) และเพื่อเตรียมตัวก่อนที่จะจบไปทำงาน โดยโครงการที่จะนำเสนอในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้คือ การออกแบบและเขียนแบบไดอะแกรมตู้ไฟฟ้า และมี บริษัท อาซิฟา จำกัด (มหาชน) ได้รับความทางด้าน การออกแบบ เขียนแบบ และติดตั้งระบบไฟฟ้า ระบบควบคุมของตู้ไฟฟ้า ส่วนงานที่ผู้จัดทำได้รับมอบหมายคือ การออกแบบของตู้ไฟฟ้า และการเขียนแบบไดอะแกรม การแก้ไขแบบก่อนที่จะสั่งผลิตตามคอมเมนต์ของลูกค้า และการเก็บงานจากผู้จริง หรือการเขียนแบบให้สมบูรณ์เพื่อใช้อ้างอิงในการแก้ไขเมื่ออุปกรณ์หรือระบบเกิดปัญหา จะสามารถแก้ไขเฉพาะหน้าได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อนำหลักวิชาการที่ได้ศึกษาในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง ทำให้เกิดกระบวนการคิดและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

1.2.2 เพื่อให้เกิดความรู้และความสามารถทางด้านงานระบบไฟฟ้าซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคตได้

1.2.3 เพื่อพัฒนาทักษะการออกแบบ เขียนแบบระบบไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม Auto CAD

1.2.4 เพื่อฝึกการวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้งานสำเร็จเป็นไปตาม ระยะเวลาที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ทำการออกแบบตู้ไฟฟ้า ตามที่ลูกค้าต้องการ
- 1.3.2 ทำการเขียนแบบไดอะแกรมของตู้ไฟฟ้า
- 1.3.3 ทำการแก้ไขแบบ การเก็บงานจากตู้จริง หรือการเขียนแบบให้สมบูรณ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้รับความรู้ความเข้าใจทางการออกแบบระบบไฟฟ้าของตู้ไฟฟ้า
- 1.4.2 ได้เรียนรู้ทักษะทางการเขียนแบบด้วย โปรแกรม Auto CAD 2018
- 1.4.3 ได้เรียนรู้ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและเป็นระบบ
- 1.4.4 สามารถวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบและทำงานให้สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด



บทที่ 2

หลักการเบื้องต้นในการออกแบบของตู้ไฟฟ้า

2.1 ความหมายและความสำคัญของตู้ไฟฟ้า

ตู้ไฟฟ้า หรือที่เรียกกันว่า ตู้ MDB (Main Distribution Board) คือตู้ที่เป็นแหล่งรวมอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าอันเป็นแผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ นิยมใช้กับอุตสาหกรรมขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ที่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าจำนวนมาก โดยจะถูกติดตั้งตามลักษณะชนิด ของอาคาร และรูปแบบการวางระบบไฟฟ้า ซึ่งไม่ว่าจะเป็นห้องอาคารขนาดเล็ก ตลอดไปจนถึงตึกสูงระฟ้าระดับคอนโด ซึ่งล้วนต้องมีตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า เพื่อใช้ในการจัดการการจ่ายไฟฟ้า และเพื่อสร้างความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร นี้คือสาเหตุสำคัญของตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า



รูปที่ 2.1 ตู้ไฟฟ้า หรือตู้ MDB (Main Distribution Board)

โดยทั่วไปหากเป็นที่อยู่อาศัยอาทิเช่น ห้องแถว อาคารพาณิชย์ ห้องชุด บ้าน หรือ อพาร์ทเมนต์ อย่างน้อยภายในห้องหรือภายในตัวอาคารก็จะต้องมี ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า แบบ Load Center หรือ Consumer Unit หากอาคารดังกล่าวใช้ไฟฟ้าแบบ 3 เฟส โดยสายไฟฟ้าเมนจากมิเตอร์ของการไฟฟ้าจะถูกต่อเข้ามาที่ตู้ Breaker หลักในตู้นี้ ซึ่งภายใน ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า อาจจะประกอบไปด้วย Breaker ย่อยเพื่อแยกการจ่ายไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชั้น หรือแยกการจ่าย

ไฟฟ้าให้กับชั้นต่างๆภายในอาคาร และสายกราวด์เพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้ไฟฟ้าหากเกิดไฟฟ้ารั่ว หรือไฟฟ้าลัดวงจร และยังสามารถป้องกันการเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าหากเกิดฟ้าผ่า

หากเป็นอาคารที่มีขนาดใหญ่ อาทิ นิคมอุตสาหกรรม โรงงาน ตึกสำนักงาน โรงพยาบาล หรือที่อยู่อาศัยที่มีหลายห้องอย่างโรงแรม คอนโด หรือ อพาร์ทเมนต์ ก็จะใช้ ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า แบบ Main Distribution Board ซึ่งเป็นตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ และจะทำการจ่ายไฟฟ้าไปยัง Sub Distribution Board ซึ่งเป็นตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้าอย่างย่อยภายในอาคารซึ่งอาจจะอยู่ตามชั้นต่างๆ อาคารใกล้เคียง หรือจะใช้ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้าแบบ Consumer Unit หรือ Load Center แทนก็ได้

ตู้ MDB มักจะมีขนาดใหญ่ การออกแบบส่วนใหญ่จะมักวางไว้กับพื้น การผลิตและการออกแบบนั้นควรพิจารณาจากระดับแรงดันไฟฟ้า, พิกัดกระแส และพิกัดกระแสวงจร เป็นสำคัญ

ข้อดีของตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า คือ ทำให้สามารถวางแผนจัดการระบบไฟฟ้าภายในอาคารได้สะดวก สามารถตัดไฟฟ้าที่ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้าเพื่อทำการซ่อมบำรุงดูแลรักษาจุดจ่ายไฟฟ้าเป็นจุดๆได้โดยไม่ต้องทำการตัดไฟฟ้าทั้งระบบ ทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานและเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.2 หลักการเขียนแบบ Diagram ของตู้ MDB

การเขียนแบบมีอยู่ 3 ประเภท

2.2.1 การเขียนแบบ Preliminary ลักษณะของ Preliminary เป็นการขอขนาดตู้เพื่อที่จะวาง Layout ของห้องไฟฟ้า จะไม่มีรายละเอียดมากมีแค่ขนาดกว้าง*ยาว*สูง เพื่อที่จะดูว่าสายหรือว่า Bus Duct จะติดปัญหาหรือป่าวหรือขนาดตู้ตรงตามข้อกำหนดของมาตรฐานการไฟฟ้าหรือ วสท. เรื่องของพื้นที่เข้าทำงานรอบด้านตู้ จะต้องตรงตามขนาดที่กำหนดตามมาตรฐาน เพื่อที่ลูกค้าวางตู้พื้นที่หน้างาน และเทฐาน ได้ถูกต้องทั้งเรื่องการติดตั้งรางหรือ Bus Duct

2.2.2 การเขียนแบบ Approval คือการเขียนแบบเพื่อขออนุมัติสั่งผลิตตู้ในกรณีที่ขนาดตู้วาง Layout ห้องได้แล้ว เรื่องของการติดตั้ง มีการกำหนดรางเดินสายหรืออาจจะเป็น Bus Duct จะทำการขอแบบเป็น For Approval เพื่อที่จะทำการผลิตตู้เพื่อส่งให้ลูกค้าที่หน้างาน ในส่วนนี้แบบจะมีการจัดทำในส่วนของ Single Line, Layout Cabinet, Wiring Diagram แบบ For Approval จะเป็นแบบที่ลูกค้าใช้อนุมัติแบบเพื่อที่จะสั่งผลิต

2.2.3 การเขียนแบบ As Built แบบ As Built จัดทำขึ้นเพื่อเก็บแบบตู้ที่เราทำการสั่งผลิตจบแล้วส่งตู้ให้กับทางลูกค้าแล้ว เพื่อที่จะให้ลูกค้าทำการเข้าสายได้อย่างถูกต้อง และเมื่อเวลามีปัญหาที่หน้างาน เราจะสามารถตอบคำถามลูกค้าได้ชัดเจนมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งของการติดตั้ง เรื่องของ Wiring เรื่องของ Mark Wiring เพื่อที่ทางลูกค้าจะได้เข้าสายได้อย่างถูกต้องมากที่สุดทำให้อุปกรณ์ไม่เสียหาย

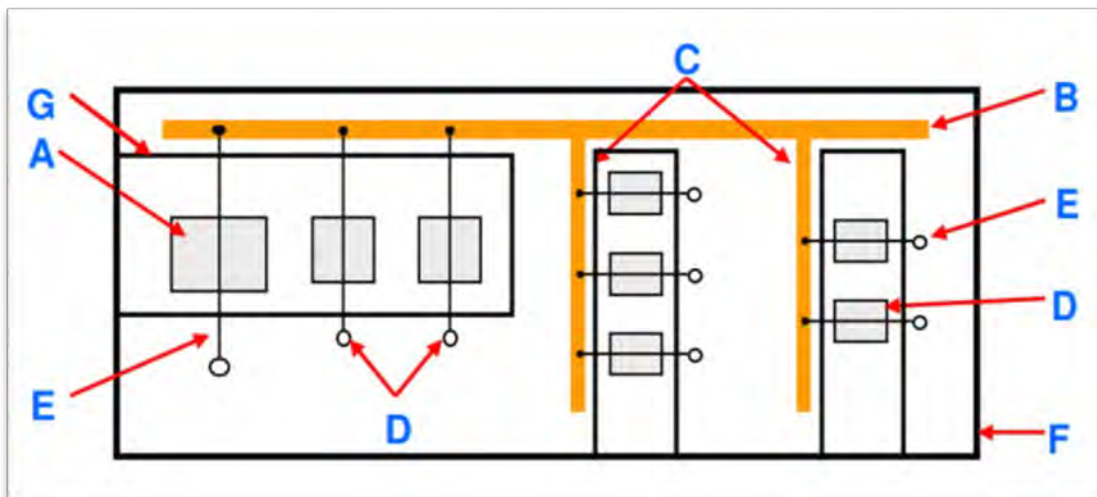
ถ้าเกิดการแก้ไขอุปกรณ์หรือแก้ไข Wiring แก้ไข Mark Wiring เราควรจะรีบแก้ไขแบบให้เป็นตัวล่าสุดและรีบส่งแบบให้กับทางลูกค้าโดยเร็ว

2.3 หลักการออกแบบ Diagram ของตู้ MDB

2.3.1 Partition คือ ส่วนของ Metal-Enclosed Switchgear and Control Gear ที่แยกส่วนต่างๆของตู้ออกจากกัน โดย Partition ต้องเป็นวัสดุที่เป็น โลหะ หรือ อโลหะ เพื่อกั้นส่วนต่างๆของตู้ ออกจากส่วนที่มีไฟฟ้า

2.3.2 Form หมายถึงคุณลักษณะตู้สวิตช์บอร์ด โดยพิจารณาการแบ่งกั้นอุปกรณ์ไฟฟ้าหลักภายในตู้สวิตช์บอร์ด เช่น บัสบาร์ เซอร์คิตเบรกเกอร์ ขั้วต่อสายรวมทั้งหัวรับสาย ภายใน Enclosure เดียวกันซึ่งความสำคัญของ Form จะมีคุณสมบัติโดยตรงต่อการใช้งานสำหรับตู้สวิตช์บอร์ด และยังจะเป็นการลดโอกาสการเกิดความผิดปกติ (Fault) ที่อาจจะเกิดขึ้นภายในตู้สวิตช์บอร์ดอีกทั้งการแบ่งกั้นส่วนประกอบต่างๆภายในตู้สวิตช์บอร์ดจะยังเป็นองค์ประกอบหลักในการ Limit Fault ที่เกิดขึ้นไม่ให้ลุกลามไปยังช่องอื่นๆได้ ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับตู้สวิตช์บอร์ดจาก Fault นั้นจะมีวงแคบๆหรือถูกจำกัดให้เกิดขึ้นเฉพาะส่วนเท่านั้น

ถ้าพิจารณาถึงเรื่อง Form ของตู้สวิตช์บอร์ดนั้นจะมีการกั้นแยกส่วนที่มีอันตรายหรือส่วนที่มีไฟฟ้า (Live Part) โดยการใช้ Barrier หรือ Partitions กั้นแยกระหว่างอุปกรณ์หลักต่างๆออกกันอย่างชัดเจน รูปแบบการแยกส่วนภายในตู้มีดังนี้



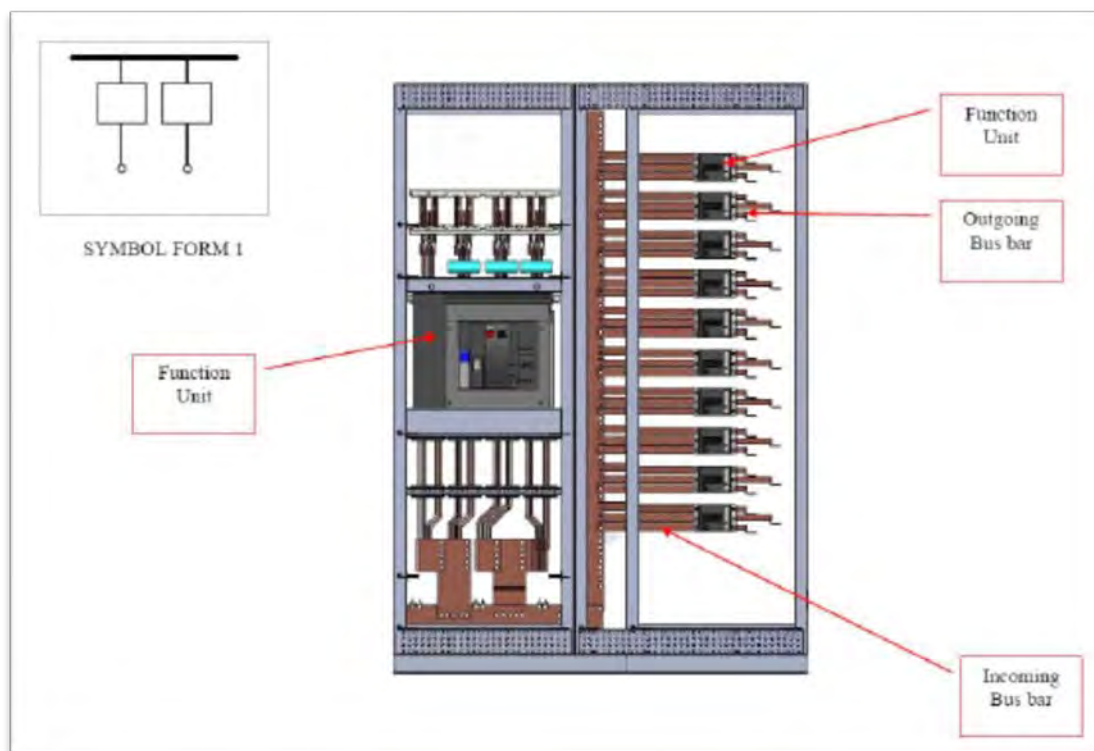
รูปที่ 2.2 การแยกส่วนภายในตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ

- A: ส่วนไฟฟ้าเข้า CB MAIN (Incoming Unit)
- B: บัสบาร์หลัก (Main Bus bar)
- C: บัสบาร์ย่อย (Distribution Bus bar)
- D: ขั้วต่อสำหรับตัวนำภายนอก (Terminal for External Conductor)
- F: โครงตู้สวิตช์บอร์ด (Enclosure)
- G: ส่วนกั้นหรือส่วนที่แบ่งกั้น (Barrier or Partition)

ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเป็นระเบียบตามมาตรฐาน IEC 60439-1 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลของโครงสร้างตู้สวิตช์เกียร์ จะแบ่งรูปแบบของโครงสร้างตู้สวิตช์เกียร์ได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.3.2.1 Form 1

- ภายในตู้สวิตช์บอร์ดจะไม่มีกั้นช่องแบ่งแยกบัสบาร์ออกจากอุปกรณ์และขั้วต่อสายตัวนำภายนอกออกจากกัน ตู้ Form นี้เหมาะกับการควบคุมโหลดเฉพาะจุด
- กรณีเกิด Fault ขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายทั้งหมด
- ต้องใช้เวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างตู้ Form 1

2.3.2.2 Form 2a

- มี Partition กั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (Outgoing Unit) แต่สำหรับขั้วต่อสายตัวนำ ภายนอก (Terminal for External Conductor) จะอยู่ภายในช่องเดียวกันกับบัสบาร์
- ตู้ Form นี้เหมาะกับการควบคุม โหลดเฉพาะจุด และเริ่มนำมาประยุกต์ใช้เป็นตัว Main DB ย่อย
- เหมาะกับการอาคาร ที่มีโหลดไม่มากนัก ขอมรับได้ต้องดับไฟทั้งตู้ เมื่อโหลดใด โหลดหนึ่งมีปัญหา
- กรณีเกิด Fault ขึ้น อาจจะได้รับความสะดวกบางส่วน เช่นบัสบาร์ กับขั้วต่อสาย, อุปกรณ์ย่อย
- ต้องใช้เวลาในการซ่อมหรือนานหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างตู้ Form 2a

2.3.2.3 Form 2b

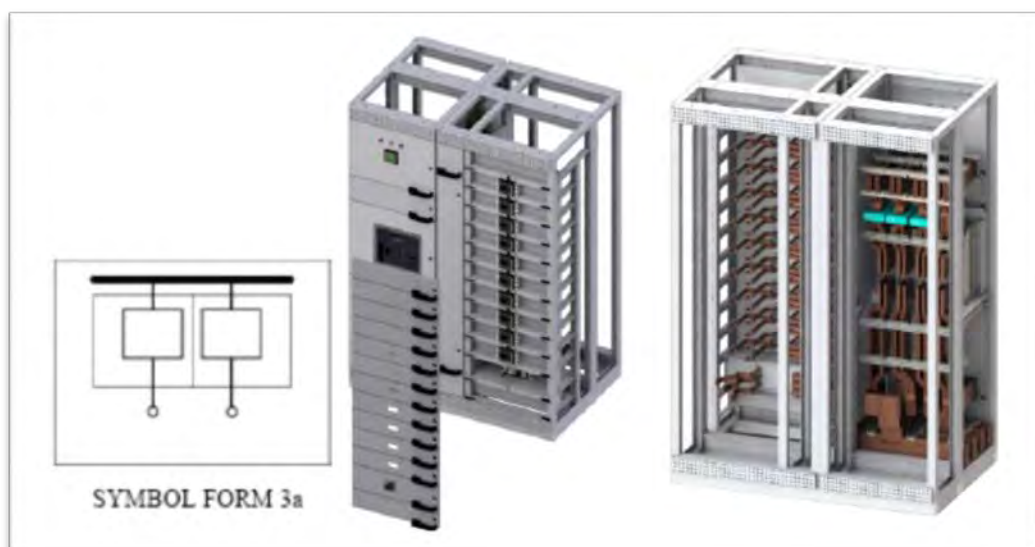
- มี Partition กั้นแยกระหว่างช่องของบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (Outgoing Unit) และขั้วต่อสายตัวนากายนอก (Terminal for External Conductor) แต่อุปกรณ์และขั้วต่อสายจะอยู่ภายในช่องเดียวกัน โดยไม่มีการแบ่งกั้น
- ตู้ Form นี้เหมาะกับการควบคุมโหลดเฉพาะจุด และเริ่มนำมาประยุกต์ใช้เป็นตัว Main MDB
- เหมาะกับการอาคาร ที่มีโหลดไม่มากนัก ขอมรับได้ต้องดับไฟทั้งตู้ เมื่อโหลดใด โหลดหนึ่งมีปัญหา
- กรณีเกิด Fault ขึ้น อาจจะได้รับความเสี่ยงบางส่วน
- เช่นบัสบาร์ กับขั้วต่อสาย, อุปกรณ์ย่อยในช่องเดียวกัน, ต้องใช้เวลาในการซ่อมหรือนหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด แต่มีความปลอดภัยสูงขึ้น, กว่า Form 2a



รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างตู้ Form 2b

2.3.2.4 Form 3a

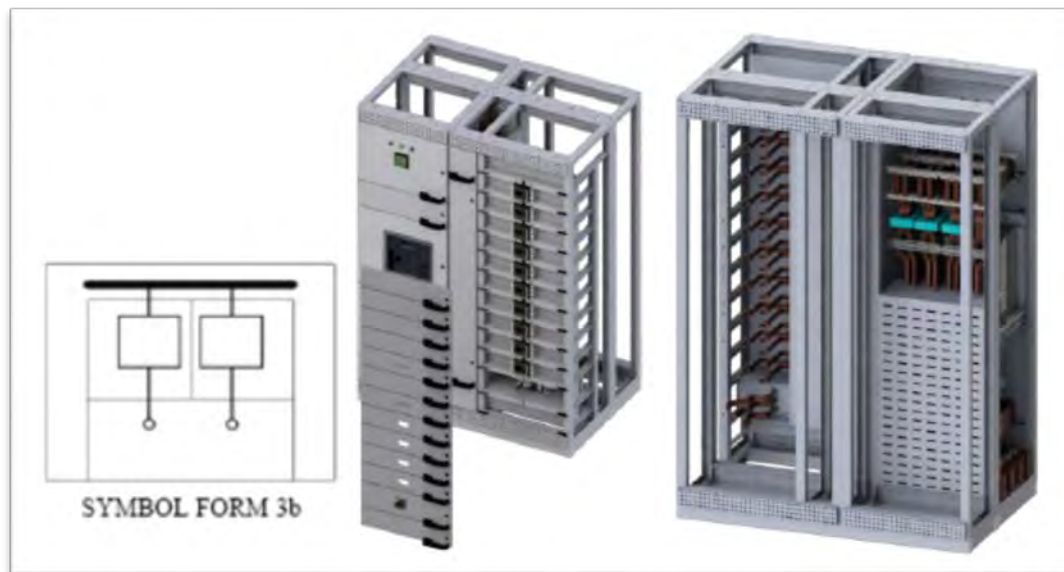
- มี Partition กั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (Outgoing Unit)
- มี Partition กั้นแยกอุปกรณ์ (Outgoing Unit) แต่ละ Unit ออกจากกัน
- มี Partition กั้นแยกขั้วต่อสายตัวนำภายนอก (Terminal for External Conductor) ออกจากอุปกรณ์ (Outgoing Unit) แต่จะอยู่ภายในช่องเดียวกันกับบัสบาร์
- ตู้ Form นี้เหมาะกับการควบคุมโหลดแบบต่อเนื่อง
- เหมาะกับการอาคาร โรงงาน ที่มีโหลดมาก ไม่ต้องดับไฟทั้งตู้ เมื่อโหลดใด โหลดหนึ่งมีปัญหา
- กรณีเกิด Fault ขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายส่วนเท่านั้น
- ใช้เวลาในการซ่อมม่น้อยหรืออาจจะไม่ต้องเปลี่ยน เพียงตรวจสอบแก้ไขก็สามารถจ่ายไฟได้ตามปกติ



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างตู้ Form 3a

2.3.2.5 Form 3b

- มี Partition กั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (Outgoing Unit)
- มี Partition กั้นแยกอุปกรณ์ (Outgoing Unit) แต่ละ Unit ออกจากกัน
- มี Partition กั้นแยกขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก (Terminal for External Conductor) ออกจากบัสบาร์และอุปกรณ์ (Outgoing Unit) แต่ขั้วต่อสายดังกล่าวจะอยู่ภายในช่องเดียวกัน
- ตู้ Form นี้เหมาะกับงานควบคุมโหลดแบบต่อเนื่อง
- เหมาะกับงานอาคาร โรงงาน โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมยานยนต์ ปีโตรเคมี และอื่นๆ ที่มีโหลดมากไม่ต้องดับไฟทั้งตู้ เมื่อโหลดใด โหลดหนึ่งมีปัญหา
- กรณีเกิด Fault ขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายส่วนเท่านั้นใช้เวลาในการซ่อมน้อยหรืออาจจะไม่ต้องเปลี่ยน เพียงตรวจสอบแก้ไขก็สามารถจ่ายไฟได้ตามปกติ



รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างตู้ Form 3b

2.3.2.6 Form 4a

- มี Partition กั้นแยกอุปกรณ์ (Outgoing Unit) แต่ละ Unit ออกจากกัน
- มี Partition กั้นแยกขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก (Terminal for External Conductor) ออกจากบัสบาร์ แต่ขั้วต่อสายดังกล่าวจะอยู่ในช่องเดียวกันกับอุปกรณ์
- มีการกั้นแยกระหว่างอุปกรณ์ออกจากบัสบาร์
- มีการกั้นแยกส่วนสำหรับตัวนำภายนอก (Terminal for External Conductor) แต่ละชุดออกจากกัน



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างตู้ Form 4a

2.3.2.7 Form 4b

- มี Partition กั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์
- มี Partition กั้นแยกอุปกรณ์ (Outgoing Unit) แต่ละ Unit ออกจากกัน
- มี Partition กั้นแยกขั้วต่อสายสำหรับตัวนำ ภายนอก (Terminal for External Conductor) ออกจากบัสบาร์และอุปกรณ์ (Outgoing Unit) และแยก Feeder ออกจากกันอย่างชัดเจน



รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างตู้ Form 4b

2.4 พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน

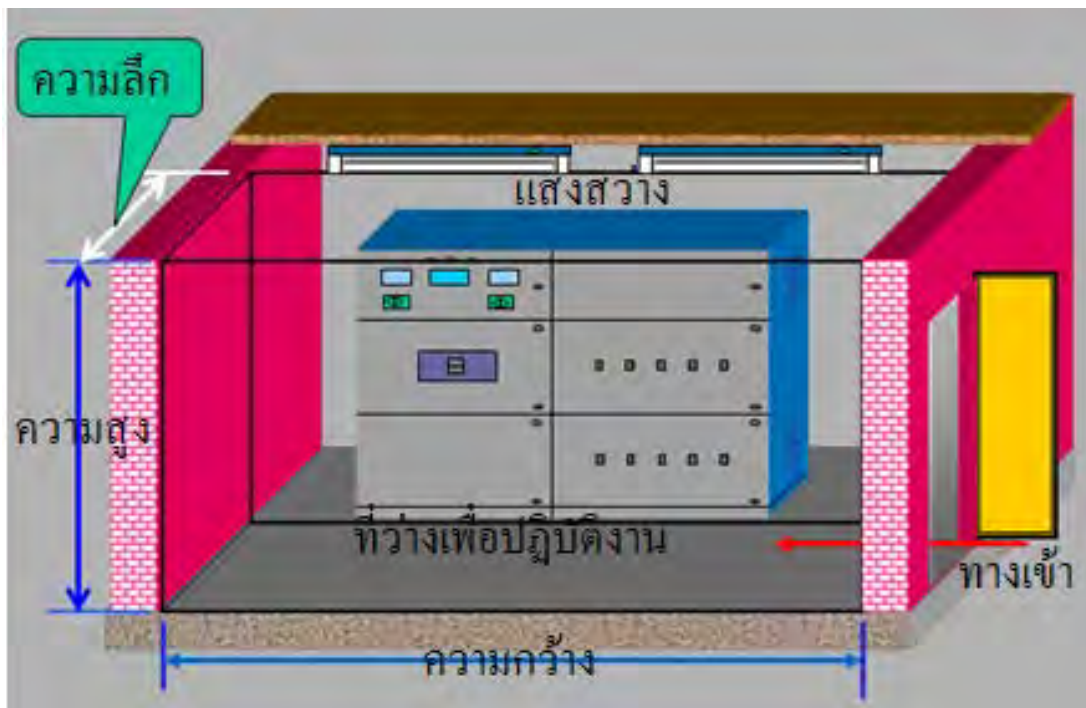
- เป็นพื้นที่ใช้ปฏิบัติการ ซ่อมแซม บำรุงรักษา ตัวบริษัทไฟฟ้า
- มีขนาดเพียงพอสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติหน้าที่ ที่จะทำงานได้สะดวกและปลอดภัย
- มีทางเข้า – ออก ได้อย่างสะดวก โดยเฉพาะเวลาเกิดอุบัติเหตุ เช่น ไฟไหม้ตัวบริษัท

ข้อกำหนดของพื้นที่ว่าง

- ส่วนของพื้นที่ว่าง
- ส่วนของทางเข้าออกไปยังบริษัท
- ความสูง ความกว้างของพื้นที่ว่าง
- แสงสว่าง
- ความลึกของพื้นที่ว่าง

พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน แบ่งเป็น

1. ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงต่ำ (แรงดันวัดเทียบกับดินไม่เกิน 600V)
2. ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงสูง (แรงดันวัดเทียบกับดินเกิน 600 V)














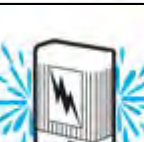


รูปที่ 2.10 ตัวอย่างห้องไฟฟ้า

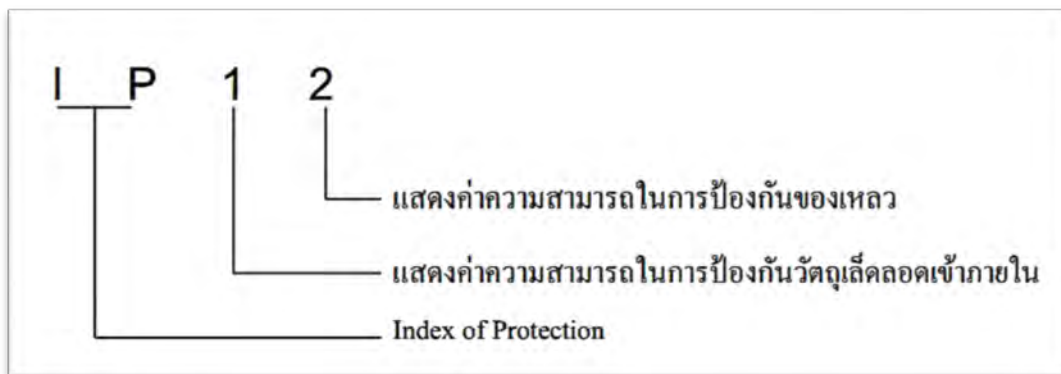
2.5 ระดับชั้นการป้องกัน

ระดับชั้นการป้องกัน (Degree of Protection) เป็นการกำหนดค่าความสามารถในการป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าที่เป็นอันตรายต่อบุคคล ทั้งจากการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยตรง หรือโดยการใช้อุปกรณ์สอดใส่เข้าไปในเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าและยังเป็นตัวแสดง ค่าความสามารถ ในการป้องกันความเสียหายจากของเหลวเข้าไปในตัวเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย การแสดงค่าความสามารถในการป้องกันจะกำหนดเป็นค่าตัวเลขหลังอักษร IP

ค่า IP (Index of Protection) กำหนดโดยมาตรฐาน IEC 60529 และ มอก. 513 กำหนดเป็น ตัวเลข 2 หรือ 3 หลัก หลังตัวอักษร IP แต่โดยทั่วไปนิยมกำหนดเพียง 2 หลักเท่านั้น ความหมาย ของแต่ละหลักแสดงไว้ใน ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่ามาตรฐานการป้องกันตามมาตรฐาน DIN 40050/1980 และ IEC 60529

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่ามาตรฐานการป้องกันตามมาตรฐาน

รหัส	รหัสตัวที่หนึ่ง	รหัสตัวที่สอง
0	ไม่มีกรป้องกัน	ไม่มีกรป้องกัน
1	 สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า หรือเท่ากับ 50 มม.	 สามารถป้องกันน้ำที่ตกมาจากด้านบนได้
2	 สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า หรือ เท่ากับ 12 มม.	 สามารถป้องกันน้ำที่ตกมาจากด้านบนได้ และด้านข้างที่ทำมุมกับแนวดิ่งไม่เกิน 15 องศาได้
3	 สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า หรือ เท่ากับ 2.5 มม.	 สามารถป้องกันน้ำที่ตกมาจากด้านบนได้ และด้านข้างที่ทำมุมกับแนวดิ่งไม่เกิน 60 องศาได้
4	 สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า หรือ เท่ากับ 1 มม.	 สามารถป้องกันหยดน้ำ หรือน้ำที่สาดมาจากทุกทิศทาง
5	 สามารถป้องกันฝุ่นได้	 สามารถป้องกันการฉีดน้ำจากทุกทิศทาง
6	 สามารถป้องกันฝุ่นได้อย่างสมบูรณ์	 สามารถป้องกันคลื่นน้ำทะเล และการฉีดน้ำอย่างแรง
7	-	 สามารถป้องกันอันตรายจากน้ำท่วมชั่วคราว
8	-	 สามารถป้องกันอันตรายจากน้ำท่วมได้อย่างถาวร



รูปที่ 2.11 วิธีการอ่านค่าการป้องกัน

จากตารางที่ 2.1 ตัวเลขที่กำกับอยู่ด้านหลัง IP นั้น คือ เลขหลักที่หนึ่ง (First Digit Access To Hazardous Parts And Ingress Of Solid Foreign Objects) จะบอกถึงระดับความสามารถที่จะป้องกันของแข็ง เลขหลักที่สอง (Second Digit Entry Of Water) จะบอกถึงระดับความสามารถป้องกันของเหลว

2.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือ สวิตซ์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การทำงานของมันคือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า

ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แต่จะแตกต่างกันตรงที่เมื่อลัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว

เบรกเกอร์มีหลายแบบทั้งเบรกเกอร์ขนาดเล็กที่ใช้ป้องกันสำหรับวงจรที่มีกระแสไฟฟ้าต่ำหรือพวกเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน จนถึงสวิตซ์ขนาดใหญ่ที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายไฟให้ตัวเมือง

2.6.1 ประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์

เบรกเกอร์จะถูกแบ่งออกเป็นแต่ละประเภทตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าหรือการออกแบบ หากแบ่งตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าจะแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ Low Voltage เบรกเกอร์, Medium Voltage

เบรกเกอร์ และ High Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันคือ Low Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์กลุ่ม Low Voltage ก็คือพวก MCB, MCCB และ ACB เบรกเกอร์เหล่านี้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามการออกแบบ ทั้งขนาด รูปร่างที่ถูกออกแบบมาให้เข้ากับการใช้งานหลากหลายประเภท

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Low Voltage Circuit Breakers) เป็นเบรกเกอร์แบบที่ใช้งานทั่วไป ใช้งานเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต ตู้ DB หรือตู้โหลดเซ็นเตอร์ เบรกเกอร์ชนิดนี้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน IEC 947 เบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำมักถูกติดตั้งในตู้ที่เปิดออกได้ ซึ่งสามารถถอดและเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ออก ตัวอย่างเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ มีดังนี้ MCB, MCCB และ ACB

2.6.1.1 Miniature Circuit Breakers (MCB)

Miniature Circuit Breaker หรือเรียกว่าเบรกเกอร์ลูกย่อย MCB เป็นเบรกเกอร์ชนิดหนึ่ง มีขนาดเล็ก สำหรับใช้ในบ้านหรืออาคารที่มีกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 100 A มีทั้งขนาด 1, 2, 3 และ 4 Pole ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 1 เฟสและ 3 เฟส เบรกเกอร์ลูกย่อย MCB มี 2 แบบที่นิยมใช้กันคือ Plug-on และ DIN-rail ในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้แบบ Plug-on ที่รู้จักกันมากคือเบรกเกอร์ลูกย่อย MCB Square D ของ Schneider Electric

เบรกเกอร์ลูกย่อย MCB ส่วนมากใช้ติดตั้งภายในอาคาร ใช้ติดตั้งเป็นอุปกรณ์ป้องกันร่วมกับแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย (Load Center) หรือแผงจ่ายไฟฟ้าในห้องพักอาศัย (Consumer Unit) มีพิกัดกระแสลัดวงจรต่ำ เป็นเบรกเกอร์ชนิดที่ไม่สามารถปรับตั้งค่ากระแสลัดวงจรได้ และส่วนใหญ่จะอาศัยกลไกการปลดวงจรในรูปแบบ Thermal และ Magnetic

เบรกเกอร์ลูกย่อย MCB ที่เป็นที่รู้จักกันดี เช่น เบรกเกอร์ MCB Square D ของแบรนด์ Schneider ที่จะพบบ่อยตามบ้านเรือนคนไทย นอกจากนี้ยังมีเบรกเกอร์ MCB Schneider รุ่นอื่นๆ อีกมากมายที่ได้รับความนิยม และเบรกเกอร์ MCB ของ ABB จะถูกติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ ยูนิต หรือตู้โหลดเซ็นเตอร์



รูปที่ 2.12 Miniature Circuit Breakers (MCB)

2.6.1.2 Molded Case Circuit Breakers (MCCB)

เบรกเกอร์ MCCB (Molded Case Circuit Breaker) เป็นเบรกเกอร์ชนิดหนึ่งที่เป็นทั้งสวิตช์เปิด-ปิดวงจรไฟฟ้า และเปิดวงจรเมื่อมีกระแสเกินหรือไฟลัดวงจร เบรกเกอร์ชนิดนี้ใช้กับกระแสไฟตั้งแต่ 100 – 2,300 A เหมาะกับติดตั้งในอาคารขนาดใหญ่หรือโรงงานอุตสาหกรรม ติดตั้งในพานอล บอร์ด

การเลือกใช้งานบางครั้งจะเลือกเบรกเกอร์ผิดประเภท ระหว่าง MCB กับ MCCB เนื่องจากเบรกเกอร์ทั้ง 2 แบบมีฟังก์ชันกระแสใช้งาน (AT) ที่คล้ายกัน แต่ถ้าจะให้แน่นอนจริงๆ ต้องดูที่ค่าฟังก์ชันกระแสลัดวงจรสูงสุดที่ปลอดภัยของเบรกเกอร์ตัวนั้นๆ หรือค่า IC (kA) หากใช้ในอาคารขนาดใหญ่ต้องใช้เบรกเกอร์ MCCB และถ้าในบ้านพักถึงจะใช้เบรกเกอร์ลูกย่อย MCB แล้วต้องเลือกที่ฟังก์ชันเท่าไรกันถึงจะปลอดภัย?

เบรกเกอร์ประเภทนี้ถือได้ว่าเป็นที่นิยมสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารขนาดใหญ่ ด้วยคุณสมบัติที่สามารถทนกระแสลัดวงจรหรือค่า kA และรองรับกระแสที่สูงกว่าเบรกเกอร์ลูกย่อย (MCB) แต่น้อยกว่าเบรกเกอร์ประเภท ACB ซึ่งขนาดกระแสจะมีตั้งแต่หลักสิบจนถึงหลักพันแอมป์ ส่วนใหญ่ติดตั้งไว้ในตู้โหนดเซ็นเตอร์ Load Center



รูปที่ 2.13 Molded Case Circuit Breakers (MCCB)

2.6.1.3 Air Circuit Breakers (ACB)

Air Circuit Breaker (ACB) หรือแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นเบรกเกอร์ขนาดใหญ่ มีความแข็งแรง ทนทานต่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจรสูง มีพิกัดกระแสไฟฟ้าสูงถึง 6300 A ทำให้ราคาของเบรกเกอร์ ACB มีราคาแพง และนับว่าเป็นเบรกเกอร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ (LV) ส่วนมากใช้เป็น Main เบรกเกอร์ในวงจรไฟฟ้า ถูกติดตั้งไว้ในตู้ MDB เบรกเกอร์ ACB จะมีทั้งแบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Type) และแบบถอดออกได้ (Drawout Type) เบรกเกอร์ชนิดนี้สามารถเพิ่มอุปกรณ์เสริมต่างๆ เข้าไปได้ตามความต้องการ ต่างจากเบรกเกอร์ MCCB ที่จะเพิ่มอุปกรณ์เข้าไปภายหลังไม่ได้

เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ป้องกันสายเมน นิยมใช้กับงานแรงดันสูงๆ (HVAC) โครงสร้างทั่วไปทำด้วยเหล็กมีช่องดับอาร์ก (Arcing Chamber) ที่ใหญ่และแข็งแรงเพื่อให้อาจรับกระแสลัดวงจรจำนวนมากได้ ส่วนใหญ่จะมีหลักการทำงานโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการตรวจจับและวิเคราะห์กระแสเพื่อสั่งปลดวงจร



รูปที่ 2.14 Air Circuit Breakers (ACB)

2.6.2 วิธีการเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์

2.6.2.1 ประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ควรทราบว่าจะงานที่จะนำเซอร์กิตเบรกเกอร์ไปใช้นั้นเป็นงานประเภทไหน เพราะเซอร์กิตเบรกเกอร์ในแต่ละประเภทนั้นจะเหมาะกับงานที่แตกต่างกันออกไป เช่น หากจะนำไปใช้ในการติดตั้งร่วมกับแผงจ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงจ่ายไฟฟ้าภายในบ้านเรือนหรืออาคารก็ควรเลือกใช้เบรกเกอร์ประเภท Miniature Circuit Breakers เป็นต้น

2.6.2.2 หลักการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขายในท้องตลาดนั้นมีหลักการทำงานด้วยกันหลายแบบให้เราได้เลือกซื้อ ให้เราพิจารณาจากงานที่เราต้องการนำไปใช้ ปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมใช้แบบ Thermal-Magnetic Trip และแบบ Electronic Trip

2.6.2.3 โพล (Pole) เป็นตัวบอกว่าเป็นเบรกเกอร์ที่เราใช้นั้นเป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส

- 1 Pole หมายถึง เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบ 1 เฟส โดยป้องกันแค่สาย Line อย่างเดียว
- 2 Pole หมายถึง เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบ 1 เฟส โดยป้องกันสาย Line และสาย Neutral
- 3 Pole หมายถึง เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบ 3 เฟส โดยป้องกันแค่สาย Line อย่างเดียว
- 4 Pole หมายถึง เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบ 3 เฟส โดยป้องกันสาย Line และสาย Neutral

2.6.2.4 ค่าพิกัดกระแสต่างๆ ซึ่งค่าพิกัดเป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถ ปิดจำกัด ในการใช้งานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยค่าพิกัดที่ควรทราบมีดังนี้

- Amp Trip (AT) ขนาดกระแสที่ใช้งาน เป็นตัวบอกให้รู้ว่าเบรกเกอร์ตัวนั้นสามารถทนต่อกระแสในภาวะปกติได้สูงสุดเท่าใด หากในกรณีที่มีขนาดอุปกรณ์ของผู้ผลิตมีค่าไม่ตรงกับค่าที่กำหนดก็สามารถเลือกใช้ค่าที่สูงขึ้นแทนได้ ซึ่งพิกัดการทนกระแสของเบรกเกอร์ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ
 - Standard Circuit Breaker ในที่นี้หมายถึงชนิด Thermal Magnetic ซึ่งถ้าเอาเบรกเกอร์ชนิดนี้ไปใช้กับโหลดต่อเนื่องจะปลดวงจรที่ 80% ของพิกัดกระแสเบรกเกอร์
 - 100% Rated Circuit Breaker หากนำไปใช้กับโหลดต่อเนื่องจะตัดวงจรที่พิกัดกระแสของเบรกเกอร์แต่จะมีเฉพาะสินค้าของอเมริกาเท่านั้น
- Amp Frame (AF) พิกัดกระแสโครง หมายถึงขนาดการทนกระแสของเปลือกหุ้มเป็นพิกัดการทนกระแสสูงสุดของเบรกเกอร์นั้นๆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาด AF เดียวกันจะมีขนาดมิติ (กว้าง X ยาว X สูง) เท่ากัน สามารถเปลี่ยนพิกัด Amp Trip ได้โดยที่ขนาด (มิติ) ของเบรกเกอร์ยังคงเท่าเดิม
- Interrupting Capacitive (IC) พิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดโดยปลอดภัยของเบรกเกอร์นั้นๆ ปกติกำหนดค่าการทนกระแสเป็น 1kA ค่า IC บอกให้รู้ว่าเบรกเกอร์ที่ใช้มีความปลอดภัยมากน้อยแค่ไหน ซึ่งการเลือกค่ากระแส IC เราต้องรู้จักค่ากระแสลัดวงจร ณ จุดนั้นๆ เสียก่อน ซึ่งมีด้วยกัน 4 ประเภท ตามมาตรฐาน IEC
 - I_n คือ พิกัดกระแสใช้งาน
 - I_{cn} คือ พิกัดกระแสลัดวงจร
 - I_{cu} คือ พิกัดการตัดกระแสลัดวงจรสูงสุด
 - I_{cs} คือ พิกัดการตัดกระแสลัดวงจรใช้งาน

2.6.2.5 ฟังก์ชันการใช้งาน ในปัจจุบันถือว่าตลาดด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นมีการแข่งขันกันสูงมาก เพราะฉะนั้นทางด้านผู้ผลิตเองต้องมีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความโดดเด่นและมีความสามารถมากกว่าผู้ผลิตรายอื่น ตัวอย่างเช่น Schneider ผู้สร้างสรรค้้นนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ทางด้านการบริหารจัดการพลังงานและระบบอัตโนมัติ ทาง Schneider ได้ ออกแบบ MCCB รุ่น Compact NSX เป็นรุ่นที่เป็นมากกว่าอุปกรณ์ตัดไฟเนื่องจากได้มีการ ออกแบบให้มีฟังก์ชันต่างๆ ภายในตัว เช่น ฟังก์ชันการป้องกัน (Protection), ฟังก์ชันการวัด (Metering), ฟังก์ชันการสื่อสาร (Communication) ด้วยฟังก์ชันเหล่านี้ทำให้ผลการวัดการใช้พลังงานมีความแม่นยำสูง ลดความผิดพลาดในการวัด ช่วยให้การบริหารจัดการพลังงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.15 ภาพสินค้า MCCB รุ่น Compact NSX ของ Schneider

นอกจากนี้ยังออกแบบหน้าคอนแทกแบบ Roto-Active ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของ Compact NSX ช่วยให้การตัดกระแสตัดวงจรทำได้ไวภายใน 0.002 วินาที สามารถเลือกรูปแบบการป้องกันได้ Trip Unit ทำให้สามารถเลือกใช้เพื่อป้องกันโหลดได้หลากหลายประเภท เช่น โหลดประเภททั่วไป, มอเตอร์, เจนเนอเรเตอร์ และมีให้เลือกทั้งแบบ Thermal-Magnetic และ Electronic สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ สะดวกในการเปลี่ยนและการอัปเดต Trip Unit



รูปที่ 2.16 ภาพแสดงฟังก์ชันของ MCCB รุ่น Compact NSX ของ SCHNEIDER

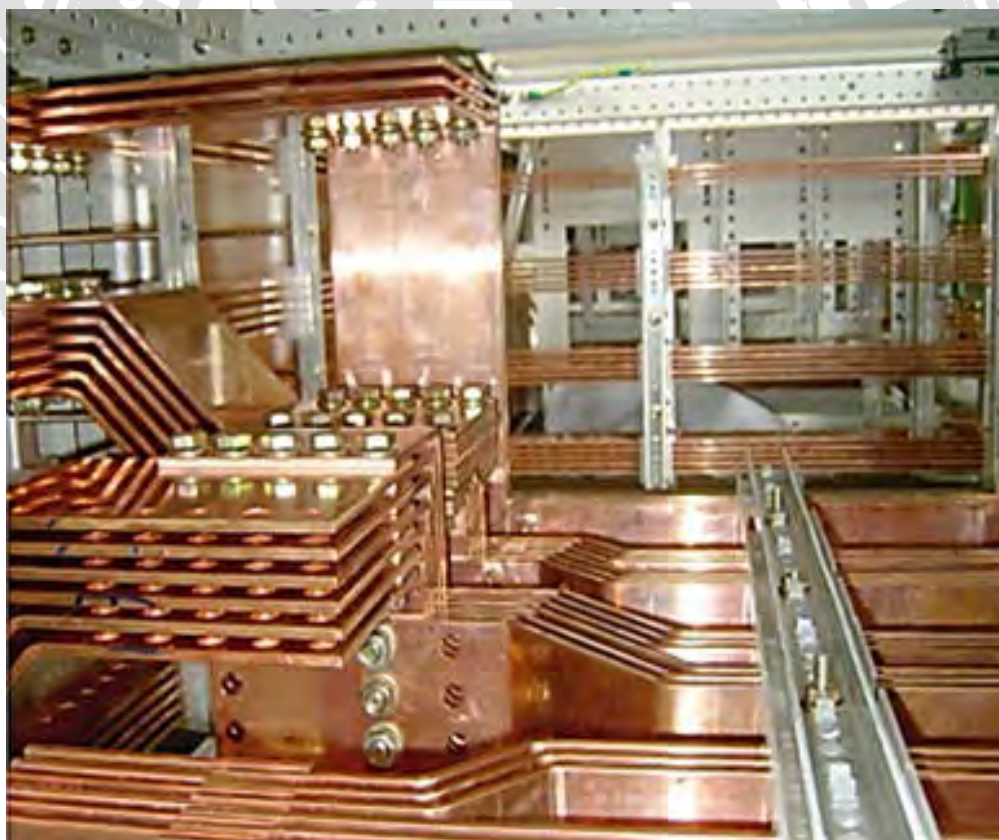
2.6.2.6 มาตรฐานต่างๆ การเลือกใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า สิ่งที่ต้องคำนึงและไม่ควรมองข้ามนั้นคือมาตรฐานที่อุปกรณ์นั้นๆ ได้รับ เพราะนั่นคือสิ่งที่การันตีได้ถึงคุณภาพของสินค้า มาตรฐานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เห็นกันทั่วไปได้แก่ IEC60898 กับ IEC60947-2 ซึ่งทั้งสองมาตรฐานนี้แตกต่างกันที่ ถ้าเป็น IEC60898 เป็นมาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ตามบ้านเรือนทั่วไป มีพิกัดกระแสขนาดไม่เกิน 125A และมีพิกัดกระแสลัดวงจรไม่เกิน 25 kA ส่วนมาตรฐาน IEC60947-2 เป็นมาตรฐานที่ใช้กับเบรกเกอร์ที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถปรับแต่ง เลือกขนาดให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการนำไปใช้ได้

2.7 บัสบาร์ (Busbar)

โดยทั่วไปบัสบาร์ หมายถึง จุดต่อเชื่อมต่อรวมที่มีวงจรไฟฟ้าหลายวงจรต่อเข้าด้วยกัน ปกติแล้วจะมีวงจรป้อนเข้าจำนวนน้อย แต่จะมีวงจรจ่ายไฟฟ้าออกเป็นจำนวนมาก ซึ่งบัสบาร์จะทำขึ้นมาจากวัสดุที่นำไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีทั้งชนิดที่ตัวนำทำด้วยทองแดงและอลูมิเนียม รูปร่างของบัสบาร์ที่นิยมใช้กันทั่วไปเป็นแบบ Flat คือมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากติดตั้งงานและระบายความร้อนได้ดี อีกทั้งบัสบาร์ยังมีความคล่องตัวสูงในการเชื่อมต่อวงจร

2.7.1 ประเภทของบัสบาร์

2.7.1.1 บัสบาร์แบบเปลือย (Bar Copper) หมายถึง บัสบาร์ที่ไม่มีการพันสีลงบนพื้นผิวตัวนำของบัสบาร์ซึ่งขีดความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์นั้นจะสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ปริมาณที่น้อยกว่าบัสบาร์ที่มีการพันสี ถ้าพิจารณาถึงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของบัสบาร์จะสังเกตได้โดยตรงที่พื้นผิวของบัสบาร์เมื่อมีการใช้งานเป็นระยะเวลาหนึ่ง และบริเวณสภาพแวดล้อมในการใช้งานที่มีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องเช่น อุณหภูมิ ของอากาศและความชื้น โดยรอบ จะมีผลโดยตรงกับบัสบาร์ เมื่อบัสบาร์มีการนำกระแสไฟฟ้าเป็นจำนวนมากก็ย่อมที่จะทำให้เกิดความร้อนสะสมที่บริเวณพื้นผิวของบัสบาร์ ทำให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่อกับอากาศภายในตู้แล้วจะเกิดการทำปฏิกิริยาขึ้นที่พื้นผิวของบัสบาร์และทำให้เกิดเป็นจี้ตะกอนเกาะบริเวณรอยต่อหรือจุดต่อต่างๆของบัสบาร์ ซึ่งเป็นผลทำให้พื้นผิวการนำกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์มีพื้นที่การนำกระแสไฟฟ้าที่น้อยลงนั่นเอง ซึ่งวิธีการแก้ไขนั้นจะทำการออกแบบบัสบาร์ที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนหลายเส้น (Bundle) ในแต่ละเฟสเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการระบายความร้อนและกระจายความร้อนออกจากบัสบาร์



รูปที่ 2.17 รูปบัสบาร์แบบเปลือย

2.7.1.2 บัสบาร์แบบพ่นสี (Painting Busbar) หมายถึง บัสบาร์ที่มีการพ่นหรือเคลือบสีที่บริเวณพื้นผิวของบัสบาร์ ซึ่งสีที่ใช้ทาเคลือบบัสบาร์ควรมีสัมประสิทธิ์การระบายความร้อนสูงประมาณ 0.9 และสีที่ใช้พ่นหรือเคลือบบัสบาร์นั้นจะต้องเป็นสีฝุ่น (Power Color) ซึ่งคุณสมบัติของการพ่นสีก็เพื่อต้องการลดการเกิดปฏิกิริยาขึ้นที่พื้นผิวของบัสบาร์ ที่ทำให้พื้นผิวได้รับความเสียหาย อีกทั้งการนำกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์จะนำกระแสไฟฟ้าได้สูงกว่าบัสบาร์แบบเปลือยอีกด้วย ซึ่งเป็นเหตุผลมาจากการที่บัสบาร์นั้นมีระบายความร้อนได้ดีกว่านั่นเองเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกันกับอัตราต่อหน่วยการนำกระแสไฟฟ้าที่เท่ากันมาตรฐาน ผู้ใช้สอยที่อยู่ในอาคารหลังนั้นก็ไม้อาจเอาชีวิตออกมาได้เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้เช่นกัน



รูปที่ 2.18 รูปบัสบาร์แบบพ่นสี

การพ่นสีของบัสบาร์ใช้บ่งบอกสีของตัวนำตามมาตรฐาน มอก. 11-2553 (ใหม่) คือ เฟส A ใช้ตัวอักษร L1 หรือเป็นสีน้ำตาล เฟส B ใช้ตัวอักษร L2 หรือเป็นสีดำ เฟส C ใช้ตัวอักษร L3 หรือเป็นสีเทา นิวัตร์ลใช้ตัวอักษร N หรือ เป็นสีฟ้า ดินใช้ตัวอักษร E หรือเป็นสีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง



รูปที่ 2.19 การกำหนดสีของตัวนำต่างๆ ตามมาตรฐาน มอก. 11-2553 (ใหม่)

2.7.2 ตารางแสดงพิกัดการนำกระแสของบัสบาร์

ตารางแสดงพิกัดการนำกระแสของบัสบาร์ตามมาตรฐานมีที่ใช้หลักๆอยู่ 2 ประเภท กล่าวคือ มาตรฐาน IEC-61439-2 และ มาตรฐาน DIN 43671 แสดงได้ดังตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงตารางแสดงพิกัดการนำกระแสของบัสบาร์มาตรฐาน IEC-61439-2

Continuous current-carrying of copper conductors (IEC 61439-2)								
Ambient temp 35°C , Conductor temp 105°C								
Bus bar Size (mm.)	บัสบาร์พ่นสี(Painted Copper)				บัสบาร์เปลือย(Bare Copper)			
	การจัดวางบัสบาร์(No.of Conductor)				การจัดวางบัสบาร์(No.of Conductor)			
12 x 3	206	339	382		181	305	362	
12 x 5	340	578	689		297	523	667	
12 x 10	547	1,014	1,474		478	927	1,360	
15 x 2	248	402	438		215	355	414	
15 x 3	314	530	639		272	473	605	
20 x 2	317	506	525		272	443	500	
20 x 3	397	661	761		342	584	723	
20 x 5	535	939	1,221		459	838	1,157	
20 x 10	833	1,549	2,213		716	1,383	1,979	
25 x 3	481	788	880		411	691	835	
25 x 5	644	1,110	1,407		548	983	1,333	
30 x 3	565	912	994		478	798	946	
30 x 5	750	1,274	1,583		635	1,127	1,502	
30 x 10	1,133	2,012	2,800		961	1,777	2,482	
40 x 3	729	1,160	1,216		614	1,006	1,157	
40 x 5	961	1,596	1,911		808	1,402	1,828	
40 x 10	1,425	2,465	3,353	4,326	1,199	2,163	2,968	3,823
50 x 5	1,169	1,911	2,230	3,370	978	1,667	2,079	3,219
50 x 10	1,710	2,884	3,890	4,946	1,429	2,532	3,421	4,360
60 x 5	1,385	2,230	2,532	3,873	1,154	1,928	2,415	3,706
60 x 10	1,979	3,286	4,376	5,516	1,652	2,884	3,856	4,863
80 x 5	1,794	2,817	3,068	4,745	1,484	2,431	2,934	4,561
80 x 10	2,515	4,041	5,315	6,590	2,079	3,538	4,678	5,785
100 x 5	2,180	3,370	3,605	5,533	1,811	2,901	3,437	5,349
125 x 5	2,315	3,770	4,996	6,424	1,946	3,370	4,828	6,240
100 x 10	3,035	4,779	6,237	7,596	2,498	4,158	5,466	6,673
120 x 10	3,538	5,500	7,160	8,602	2,918	4,795	6,271	7,545
140 x 10	3,847	6,423	7,811	9,873	3,227	5,718	6,922	8,816
160 x 10	4,527	6,925	8,987	10,597	3,722	6,019	7,847	9,272
200 x 10	5,516	8,333	10,781	12,559	4,510	7,227	9,407	10,966

หมายเหตุ Ambient Temp : อุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายในตู้สวิตช์เกียร์

Temperature Rise: อุณหภูมิเมื่อบัสบาร์ได้รับกระแสไฟฟ้า

Conduct Temp: อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเมื่อบัสบาร์ได้รับกระแสไฟฟ้า

Continuous current-carrying of copper conductors (IEC 61439-2)								
Ambient temp 40°C, Conductor temp 105°C								
Bus bar Size (mm.)	บัสบาร์ทาสี(Painted Copper)				บัสบาร์เปลือย(Bare Copper)			
	การจัดวางบัสบาร์(No.of Conductor)				การจัดวางบัสบาร์(No.of Conductor)			
12 x 3	195	321	362		171	289	343	
12 x 5	322	548	653		281	495	632	
12 x 10	518	961	1,396		453	878	1,288	
15 x 2	235	381	414		203	337	392	
15 x 3	297	502	605		257	448	573	
20 x 2	300	480	497		257	419	473	
20 x 3	376	626	721		324	553	684	
20 x 5	507	889	1,156		435	794	1,096	
20 x 10	789	1,467	2,096		678	1,310	1,874	
25 x 3	456	746	834		389	654	791	
25 x 5	610	1,051	1,332		519	931	1,262	
30 x 3	535	864	942		453	756	896	
30 x 5	710	1,207	1,499		601	1,067	1,423	
30 x 10	1,073	1,906	2,652		910	1,683	2,350	
40 x 3	614	1,006	1,157		581	953	1,096	
40 x 5	910	1,512	1,810		765	1,328	1,731	
40 x 10	1,350	2,334	3,176	4,097	1,135	2,048	2,811	3,621
50 x 5	1,107	1,810	2,112	3,192	926	1,578	1,969	3,049
50 x 10	1,620	2,731	3,684	4,684	1,353	2,398	3,239	4,129
60 x 5	1,312	2,112	2,398	3,668	1,093	1,826	2,287	3,509
60 x 10	1,874	3,112	4,145	5,224	1,564	2,731	3,652	4,605
80 x 5	1,699	2,668	2,906	4,494	1,405	2,303	2,779	4,319
80 x 10	2,382	3,827	5,034	6,241	1,969	3,351	4,430	5,478
100 x 5	2,064	3,192	3,414	5,240	1,715	2,747	3,255	5,066
125 x 5	2,181	2,607	4,690	6,029	1,832	3,162	4,531	5,855
100 x 10	2,874	4,526	5,907	7,193	2,366	3,938	5,177	6,320
120 x 10	3,351	5,209	6,781	8,146	2,763	4,542	5,939	7,146
140 x 10	3,760	6,110	7,337	9,372	3,372	5,443	6,495	8,272
160 x 10	4,287	6,558	8,511	10,036	3,525	5,701	7,432	8,781
200 x 10	5,224	7,892	10,211	11,894	4,272	6,844	8,908	10,385

หมายเหตุ Ambient Temp : อุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายในตู้สวิตช์เกียร์

Temperature Rise: อุณหภูมิเมื่อบัสบาร์ได้รับกระแสไฟฟ้า

Conduct Temp: อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเมื่อบัสบาร์ได้รับกระแสไฟฟ้า

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงตารางแสดงพิกัดการนำกระแสของบัสบาร์มาตรฐาน DIN 43671

Continuous current-carrying of copper conductors (DIN 43671)								
Ambient temp 35°C , Conductor temp 65°C								
Bus bar Size (mm.)	บัสบาร์พ่นสี (Painted Copper)				บัสบาร์เปลือย (Bare Copper)			
	การจัดวางบัสบาร์ (No.of Conductor)				การจัดวางบัสบาร์ (No.of Conductor)			
	□	□□	□□□	□□□□	□	□□	□□□	□□□□
12 x 5	203	345	411		177	312	398	
12 x 10	326	605	879		285	553	811	
20 x 5	319	560	728		274	500	690	
20 x 10	497	924	1,320		427	825	1,180	
30 x 5	447	760	944		379	672	896	
30 x 10	676	1,200	1,670		573	1,060	1,480	
40 x 5	573	952	1,140		482	836	1,090	
40 x 10	850	1,470	2,000	2,580	715	1,290	1,770	2,280
50 x 5	679	1,140	1,330	2,010	583	994	1,240	1,920
50 x 10	1,020	1,720	2,320	2,950	852	1,510	2,040	2,600
60 x 5	826	1,330	1,510	2,310	688	1,150	1,440	2,210
60 x 10	1,180	1,960	2,610	3,290	985	1,720	2,300	2,900
80 x 5	1,070	1,680	1,830	2,830	885	1,450	1,750	2,720
80 x 10	1,500	2,410	3,170	3,930	1,240	2,110	2,790	3,450
100 x 5	1,300	2,010	2,150	3,300	1,080	1,730	2,050	3,190
100 x 10	1,810	2,850	3,720	4,530	1,490	2,480	3,260	3,980
120 x 10	2,110	3,280	4,270	5,130	1,740	2,860	3,740	4,500
160 x 10	2,700	4,130	5,360	6,320	2,220	3,590	4,680	5,530
200 x 10	3,290	4,970	6,430	7,490	2,690	4,310	5,610	6,540

หมายเหตุ Ambient Temp : อุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายในตู้สวิตช์เกียร์

Temperature Rise: อุณหภูมิเมื่อบัสบาร์ได้รับกระแสไฟฟ้า

Conduct Temp: อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเมื่อบัสบาร์ได้รับกระแสไฟฟ้า

Continuous current-carrying of copper conductors (DIN 43671)								
Ambient temp 40°C , Conductor temp 65°C								
Bus bar Size (mm.)	บัสบาร์พ่นสี (Painted Copper)				บัสบาร์เปลือย (Bare Copper)			
	การจัดวางบัสบาร์ (No.of Conductor)				การจัดวางบัสบาร์ (No.of Conductor)			
	□	□□	□□□	□□□□	□	□□	□□□	□□□□
12 x 5	180	306	364		157	277	353	
12 x 10	289	536	779		253	490	719	
20 x 5	283	496	645		243	443	612	
20 x 10	441	819	1,170		379	731	1,046	
30 x 5	396	674	837		336	596	794	
30 x 10	599	1,064	1,481		508	940	1,312	
40 x 5	508	844	1,011		427	741	966	
40 x 10	754	1,303	1,773	2,287	634	1,144	1,569	2,021
50 x 5	602	1,011	1,179	1,782	517	881	1,099	1,702
50 x 10	904	1,525	2,057	2,615	755	1,339	1,809	2,305
60 x 5	732	1,179	1,339	2,048	610	1,020	1,277	1,959
60 x 10	1,046	1,738	2,314	2,917	873	1,525	2,039	2,571
80 x 5	949	1,489	1,622	2,509	785	1,286	1,551	2,411
80 x 10	1,330	2,137	2,810	3,484	1,099	1,871	2,473	3,059
100 x 5	1,153	1,782	1,906	2,926	957	1,534	1,817	2,828
100 x 10	1,605	2,527	3,298	4,016	1,321	2,199	2,890	3,528
120 x 10	1,871	2,908	3,786	4,548	1,543	2,536	3,316	3,990
160 x 10	2,394	3,661	4,752	5,603	1,968	3,183	4,149	4,903
200 x 10	2,971	4,406	5,701	6,640	2,385	3,821	4,974	5,798

หมายเหตุ Ambient Temp : อุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายในตู้สวิตช์เกียร์

Temperature Rise: อุณหภูมิเมื่อบัสบาร์ได้รับกระแสไฟฟ้า

Conduct Temp: อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเมื่อบัสบาร์ได้รับกระแสไฟฟ้า

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและสถานที่ตั้งของสถานประกอบการ

สถานประกอบการชื่อ บริษัท อาซิฟา จำกัด (มหาชน) 5 หมู่ 1 ถนนพระราม 2 ต.คอกกระบือ อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร 74000

3.2 ลักษณะสถานประกอบการ

บริษัท อาซิฟา จำกัด (มหาชน) ด้วยประกอบหน้าที่สั่งสมมานาน และทีมงานวิศวกรที่มีความรู้และเข้าใจในความต้องการของลูกค้าโดยการจัดหาผลิตภัณฑ์และบริการที่ดีที่สุด ควบคู่ไปกับการสร้างความเจริญเติบโตทางธุรกิจของบริษัทฯ และลูกค้าอย่างต่อเนื่อง บริษัท อาซิฟา จำกัด (มหาชน) เป็นผู้รับ ออกแบบ ติดตั้ง ผลิตและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์กระจายและส่งจ่ายไฟฟ้า สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า ระบบควบคุมอัตโนมัติ ระบบบริหารจัดการพลังงาน รวมถึงบริการหลังการขาย และบริการวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง

การให้บริการ

เป็นผู้รับเหมาระบบไฟฟ้า บริการด้าน งานออกแบบ ติดตั้งระบบ ซ่อมบำรุง ไฟฟ้าแรงสูง ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ไฟฟ้าโรงงาน ทุกประเภท

- งานออกแบบติดตั้ง ซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าโรงงานอุตสาหกรรม
- งานตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไข ซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม
- งานออกแบบ ติดตั้ง ประกอบ ตู้สวิตช์บอร์ด MDB ตู้คอนโทรล
- งานระบบประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม
- งานออกแบบและติดตั้งระบบสำรองไฟฟ้าในอาคาร
- งานจัดหาชิ้นส่วนและอะไหล่ไฟฟ้า
- งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงและหม้อแปลงไฟฟ้าแรงต่ำทุกขนาด
- งาน Service Maintenance
- งานรับเหมา (เฉพาะงาน)

3.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารงาน

การบริหารขององค์กรนั้นจะแบ่งเป็นส่วนตามลำดับ

- 1) เจ้าของโครงการ
- 2) การออกแบบ / การวางแผนงาน
- 3) ดำเนินการตามแบบแผนที่วางไว้
- 4) การตรวจสอบ
- 5) ส่งงานให้กับเจ้าของโครงการ

การบริหารงานของบริษัทจะเป็นการบริหารแบบครอบครัว อยู่กันแบบพี่น้อง หากมีปัญหามีข้อสงสัย ก็สามารถพูดคุยกันได้ตลอดเวลา และสามารถติดต่อกันโดยตรงได้แต่ต้องผ่านสายงาน

3.4 บทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งเขียนแบบฝ่ายเทคนิค ของบริษัท อาชีฟ จำกัด (มหาชน) งานที่ได้รับมอบหมาย คือ ออกแบบ เขียนแบบไดอะแกรม แก๊สแบบของผู้ไฟฟ้า หรือเขียนแบบให้สมบูรณ์ ทางนักศึกษาก็ได้ลงมือในการปฏิบัติงานจริง โดยมีพนักงานพี่เลี้ยงควบคุมดูแลในการปฏิบัติงานอย่างใกล้ชิด และคอยให้คำแนะนำ ปรึกษาเวลาเกิดปัญหา เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดระหว่างการปฏิบัติงาน ทางนักศึกษาฝึกงานก็ได้ลงมือปฏิบัติงานอย่างจริงจัง และได้ออกแบบ เขียนแบบไดอะแกรม แก๊สแบบของผู้ไฟฟ้า หรือเขียนแบบให้สมบูรณ์ ด้วยตัวนักศึกษาเอง

3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

- 3.5.1 พนักงานที่ปรึกษา คุณ สิทธิโชค แสงโคตร
ตำแหน่ง ผู้จัดการแผนกอาวุโส (ระดับสามัญวิศวกร)
- 3.5.2 พนักงานที่ปรึกษา คุณ วิทยา บุษชา
ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกอาวุโส

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ได้เริ่มทำการฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาที่บริษัท บริษัท อาซิฟา จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม 2561 ถึง 31 สิงหาคม 2561 เวลาทำงาน ตั้งแต่เวลา 8.30 – 17.30 น. มีช่วงพักเที่ยง 12.00-13.00 น. ทำงานทุกวันนอกจากมีติดธุระกิจสามารถงานได้ที่พนักงานที่ปรึกษาหรือพนักงานฝ่ายธุรการได้ ได้ทำการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเป็นเวลา 16 สัปดาห์

3.7 ขั้นตอนการดำเนินงานการฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษา

3.7.1 ศึกษารายละเอียดของงานที่ได้ทำ แบบของตู้ไฟฟ้า ฝึกใช้โปรแกรม Auto CAD 2018 สอบถามที่ปรึกษาโดยตรงเพื่อที่จะทำงาน ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วมากขึ้น

3.7.2 ลงมือปฏิบัติออกแบบ เขียนแบบไดอะแกรม แก๊สแบบ ของลูกค้า

3.7.3 ตรวจสอบแบบที่ได้ออกแบบและเขียนแบบจนถึงแก๊สแบบทุกขั้นตอน โดยส่งให้หัวหน้าแผนกตรวจสอบ ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ตรวจสอบแบบก่อน อาจเกิดข้อผิดพลาด ทำให้เสียเวลางบประมาณ จะส่งผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงาน บริษัท และลูกค้าได้

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ลำดับ ที่	หัวข้องาน	พ.ศ.2561										
		ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ค	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค.	
1	ศึกษาทฤษฎี สหกิจ	←→										
2	ปฏิบัติงานสหกิจ ศึกษา					←→						
3	ค้นหาข้อมูลและ จัดทำรายงาน							←→				
4	ส่งรายงาน สหกิจศึกษา										←→	
5	จัดทำปริญญา นิพนธ์									←→		

เวลาการดำเนินงาน



เวลาที่คาดไว้



3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องปริ้นเตอร์+ถ่ายเอกสาร
2. คอมพิวเตอร์
3. Software (Auto CAD 2018)
4. ก๊อปปี้รูป



รูปที่ 3.1 เครื่องปริ้นเตอร์+ถ่ายเอกสาร



รูปที่ 3.2 คอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.3 Software (AutoCAD 2018)



รูปที่ 3.4 กล้องถ่ายรูป

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติตามโครงการ

4.1 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1) รับเอกสารขอ Shop Drawing ดังรูปที่ 4.1 มาจากฝ่ายขาย โดยมีข้อที่ชี้แจงดังนี้

- Single Line คือรายการอุปกรณ์ที่ใช้ภายในตู้จริง ไม่ว่าจะเป็น metering การอ่านค่าพลังงานต่างๆ และ CB ทำหน้าที่ตัดต่อไฟฟ้า และป้องกัน load รายละเอียดดังรูปที่ 4.2

- Layout ห้องไฟฟ้า คือ เมื่อเราทำการออกแบบตู้ไฟฟ้า จำเป็นจะต้องรู้ขนาดของห้องไฟฟ้าว่ามีขนาด กว้าง*ยาว*สูง เพื่อว่า เวลาออกแบบตู้จะได้พื้นที่ที่กำหนด และอ้างอิงมาตรฐานของวสท. แสดงดังรูปที่ 4.3

- Specification ของงานนั้นๆ เราจะทำการออกแบบตู้ให้ตรงตาม Specification งาน เช่น เรื่อง IP ของตู้ไฟฟ้า กับ Form ตู้ แสดงดังรูปที่ 4.4

- ใบเสนอราคา เพื่อที่เราจะทำการออกแบบได้ตรงกับราคาที่เราได้เสนอให้กับลูกค้าไปก่อนหน้านี้ แสดงดังรูปที่ 4.5

2) ตรวจสอบเช็คเอกสาร เพื่อให้พร้อมใช้กับการเขียนแบบทำแบบ

- การเขียนแบบทำแบบ โดยการทำให้แบบจะมี Cover Page, Contents, Bus Bar, Single Line, Layout, Wiring, Components

- การเขียนแบบทำแบบ โดยอ้างอิงข้อมูลของทางฝ่ายขาย ทำแบบโดยมีระยะเวลาในการทำแบบแต่ละงานไม่เท่ากัน

- เมื่อเขียนแบบเสร็จแล้วจะส่งให้ฝ่ายเทคนิคตรวจแบบหากมีการแก้ไขจะส่งกลับมาให้เขียนแบบแก้ไขและจะทำการส่งให้ทางหัวหน้าฝ่ายเทคนิคตรวจทานอีกครั้งเพื่อทำการยืนยัน

- เมื่อตรวจสอบครบทุกขั้นตอนแล้ว เมื่อแบบถูกอนุมัติ จะส่งกลับให้ทางฝ่ายขาย เพื่อที่จะส่งให้กับลูกค้าทำการ Approved แบบเพื่อสั่งผลิต

3) เมื่อตู้ทำการผลิตเสร็จแล้วจะมีการแก้ไขในงานขณะนั้น จะมีการเก็บแบบครั้งสุดท้ายเพื่อให้ตรงกับงานจริงเพื่อที่ถ้าหากแก้ไข หรือสงสัยใน Function การทำงานจะสามารถเปิดแบบคุยกับลูกค้าได้ และพร้อมที่จะแก้ไขเบื้องต้นได้อย่างรวดเร็ว

การดำเนินการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในตู้ MDB เริ่มด้วยการดู Single Line, Layout ห้องไฟฟ้า Specification ของงานนั้นๆ และใบเสนอราคา ที่ได้รับมาจากลูกค้า เพื่อนำมาออกแบบ

ASEFA PUBLIC COMPANY LIMITED
SHOP DRAWING REQUISITION FORM

Draft 2/6/61

DWG No. **AF-CE-06099**
 Date **12/6/61** Time _____
 Require Date **17/6/61** Time _____
 MOBILE **091-388-0094**
 E-mail Address **an.o.kathiga@hotmail.com**

PROJECT NAME **การติดตั้งตู้ควบคุมมอเตอร์ 204.504.47** CUSTOMER NAME **กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ**
 CONTACT NAME **นายสุวิทย์ วัฒนศิริ** TEL **074-446-399** FAX **074-446-399**

STATUS DWG: PRELIMINARY APPROVAL
 SINGLE LINE SECTION LAYOUT PANEL WIRING DIAGRAM
 ไลต์ไลน์ ฟิล์ม

ATTACH FILES:
 1. SINGLELINE & LOAD SCHEDULE DATE **19/6/61** *2. Quotation No. **02-210604-Rev. 01**
 3. SPECIFICATION NO YES DATE _____
 4. LAY-OUT FOR INSTALLATION NO YES DATE _____
 5. รายการตู้ควบคุมมอเตอร์ NO YES DATE _____
 6. OTHER _____

ข้อกำหนด 2 TECHNICAL REQUIRMENT

PRODUCT REQUIRMENT:

- * 1. ANIS TYPE BLOKSET JAPAN STYLE UNIT SUBSTATION HOUSING OTHER
- * 2. FORM 1 FORM 2a FORM 2b FORM 3a FORM 3b OTHER
- * 3. COLD ROLL STEEL EG STEEL STANLESS STEEL ALUMINIUM OTHER
- * 4. IP 30/31 IP 4X IP 54 WATER PROOF INDOOR OTHER
- * 5. RAL 7015 RAL 7022 Maroon (V71 INDOOR) OTHER
- * 6. IEC BARE RATE Amb. 35°C IEC BARE RATE Amb. 40°C 1000A/inch² OTHER
- DIN BARE RATE Amb. 35°C DIN BARE RATE Amb. 40°C
- * 7. COATING PAINT TIN PLATE SILVER PLATE BARE & STICKER HEATSHINK OTHER
- * 8. BR(W) BLA(S) GR(Y) BL(U)N GR(N) RD(R) YL(W)S BL(U)T WH(T)N GR(M) OTHER

EQUIPMENT REQUIRMENT:

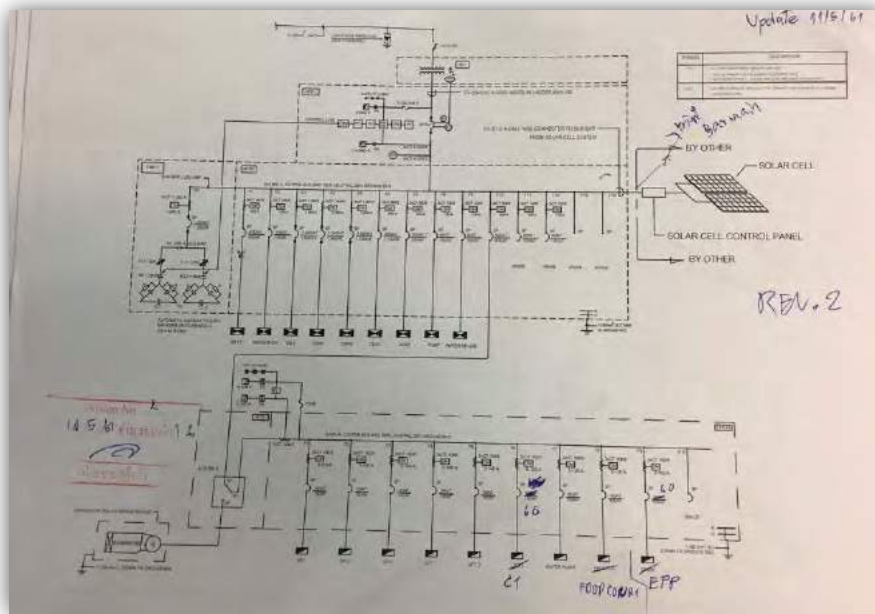
- 1. CIRCUIT BREAKER SCHNEIDER SQUARE-D ABB MISUBISHI OTHER
- 2. AUTO TRANSFER SW. SCHNEIDER SOCOMEC ABB ASCO OTHER
- 3. CAP BANK & PPC SCHNEIDER ABB CIRCUITOR SHIZUKI OTHER
- 4. MAGNATIC FOR CAP SCHNEIDER ABB MISUBISHI OTHER
- 5. REACTOR FOR CAP SCHNEIDER ESTEL SHIZUKI OTHER
- 6. MOTOR STARTER SCHNEIDER ABB MISUBISHI OTHER
- 7. VSD OR SOFT START SCHNEIDER ABB DANFOSS OTHER
- 8. WATT HOUR METER MISUBISHI SOCOMEC CIRCUITOR MEA/PEA OTHER
- 9. ANALOG METER CROMPTON CIRCUITOR MISUBISHI OTHER
- 10. DIGITAL METER SCHNEIDER CIRCUITOR SOCOMEC MISUBISHI OTHER
- 11. CURRENT TR. CROMPTON CIRCUITOR MISUBISHI NILETT OTHER
- 12. SURGE PROTECTION PHOENIX CIRPROTEC SCHNEIDER MCG OTHER
- 13. VOLTAGE TR. OR CONTROL HENRY 30 VA ESTEL 30 VA ESTEL 50 VA OTHER
- 14. LOAD CENTER/CONSUMER SCHNEIDER SQUARE-D ABB OTHER
- 15. BUSWAY / BUSDUCT SCHNEIDER POWER DUCT OTHER
- COPPER MAT. ALUMINIUM MAT. OTHER
- 16. RING MAIN UNIT / MV ISOLATE RM6 SM6 FLUSARE OTHER
- 17. POWER TRANSFORMER JAREANCHAI EAKARAT SCHNEIDER OTHER
- 18. SPECIAL EQUIPMENT: _____

NOTE:
 * หมายเลขที่ระบุในวงเล็บแสดงถึงชนิดของตู้ควบคุมมอเตอร์

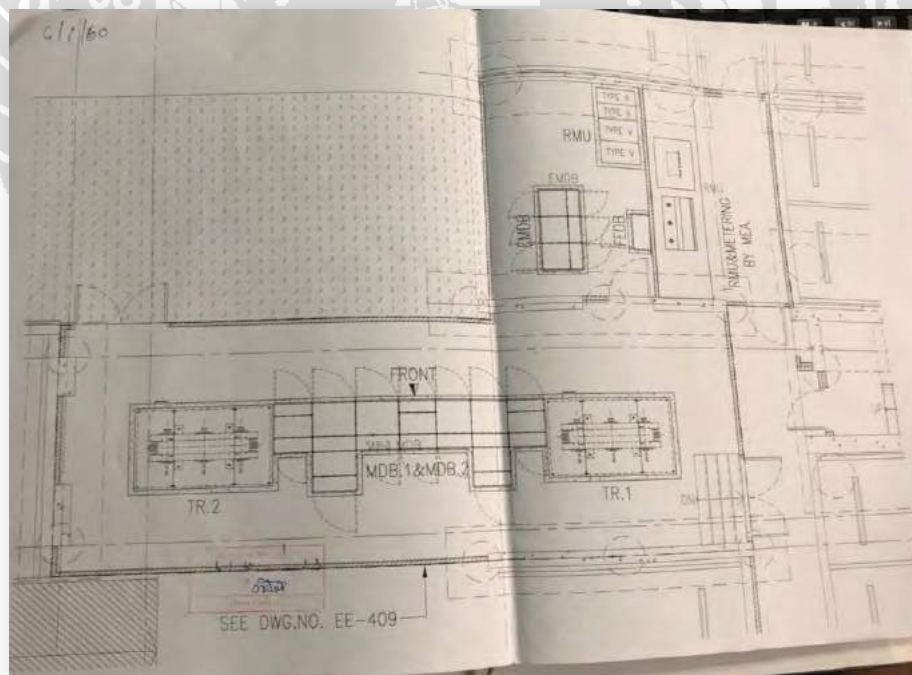
FOR APPROVALS

Sales  Date 19/6/61	Sales Division Manager  Date 19/6/61	Sales Department Manager Date _____
---	--	--

รูปที่ 4.1 Shop Drawing



รูปที่ 4.2 แบบไดอะแกรมเส้นเดียวแสดงตู้เมนระบบไฟฟ้า



รูปที่ 4.3 แบบ Layout ของห้องไฟฟ้า

QC-6106014-Rev-01 Page 5 of 5
EST : nattapot

ASEFA PUBLIC COMPANY LIMITED
5 Moo 1 Rama II Rd., Khok-krobue, Mueang Samutsakhon, Samutsakhon 74000 Thailand.
บริษัท อารีฟ้า จำกัด (มหาชน)
เลขที่ 5 หมู่ 1 ถนนพระรามที่ 2 ตำบลคลองกระบือ อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร 74000
Tel : +66 2686-7777 Fax : +66 2686-7788 www.asefa.co.th

Item	Standard Offer	
Cubicle	- Thickness of Wall Panel Frame 2.0 mm., Door 2.0 mm. (Electro-Galvanized)	
Busbar	- Bare copper busbar 100% line, 100% neutral, 30% ground - Busbar rate as Ambient 40 °C temp. rise 25 °C follow up DIN standard.	
Excluding Items		
<ul style="list-style-type: none"> - Lifting lug for loading /unloading - transportation to cubicle foundation without mobile crane off load handling - Test trips unit (for CB), Preventive maintenance, Power quality measurement, Infrared thermal Images 		
Deviation Items		
Item	Offer	SPEC.
Cubicle	- Form 1	- Typical form 3a

รูปที่ 4.4 Specification ของตู้ไฟฟ้า

QC-6106014-Rev-01 Page 4 of 5
EST : nattapot

ASEFA PUBLIC COMPANY LIMITED
5 Moo 1 Rama II Rd., Khok-krobue, Mueang Samutsakhon, Samutsakhon 74000 Thailand.
บริษัท อารีฟ้า จำกัด (มหาชน)
เลขที่ 5 หมู่ 1 ถนนพระรามที่ 2 ตำบลคลองกระบือ อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร 74000
Tel : +66 2686-7777 Fax : +66 2686-7788 www.asefa.co.th

Bill Of Material

ITEM	DESCRIPTION	Q'TY	UNIT PRICE (฿)	AMOUNT(฿)
MDB				
1	MCCB CVS830F TMD 3P 500-600A (36KA 415V)	1 ✓		
2	MCCB CVS160B TMD 3P 100-160A (25KA 415V)	4 ✓		
3	MCCB CVS100B TMD 3P 16-100A (25KA 415V)	3 ✓		
4	Surge Arrester (Class II) (40KA)	1		
5	Cubicle size : W900 x H1800 x D300 mm. ,Form 1 ,IP30	1		
			Total	

รูปที่ 4.5 ใบเสนอราคา

4.2 การดำเนินงานการออกแบบจากข้อมูลของลูกค้าที่กำหนดมาให้

จากที่ได้กล่าวถึงในรูปข้างต้นสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนการทำแบบตู้ MDB ได้ดังนี้

1. การออกแบบ
2. การเขียนแบบ
3. การเขียนแบบให้สมบูรณ์



รูปที่ 4.6 การปฏิบัติงาน โดยใช้โปรแกรม Auto CAD ในการเขียนแบบ

4.3 ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบ

การออกแบบตู้ขึ้นจะต้องออกแบบให้ถูกต้องตามแบบที่ลูกค้าได้กำหนดมาให้

1. ตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ที่ลูกค้าต้องการ ให้ดูตาม Shop Drawing

- 1.1 ว่าเป็นตู้แบบไหน
- 1.2 ใช้ Form ตู้อะไร
- 1.3 ใช้เหล็กแบบไหน และ สีใช้เป็นสีอะไร
- 1.4 การป้องกันของผู้สมควรใช้ IP แบบไหน
- 1.5 ใช้ Bar แบบ IEC หรือ แบบ DIN
- 1.6 ว่าเป็น Bar เคลือบสี หรือ ติด Sticker
- 1.7 ว่าเป็น Bar ใช้สีอะไร
- 1.8 ตรวจสอบอุปกรณ์ภายในตู้ว่าต้องใช้อะไรบ้าง

The form is titled 'SHOP DRAWING REQUISITION FORM' and is for 'REF. PUBLIC COMPANY LIMITED'. It contains the following sections:

- PROJECT INFORMATION:** Project Name, Contact Name, Telephone, Fax, and Mobile Number.
- STATUS AND PROJECT STATUS:** Options for 'FIELD MNT', 'APPROVAL', 'SINGLE LINE', 'SECTION', 'LAYOUT PANEL', and 'WORK DRAWING'.
- ATTACH FILES:** Fields for 'SPECIFICATION', 'LAYOUT FOR INSTALLATION', and 'VERSION/REVISION' with 'NO', 'YES', and 'DATE' options.
- PRODUCT TECHNICAL REQUIREMENT:** A grid of options for material (e.g., BLURST, FORM 2), finish (e.g., COLOUR STEEL, GALV), and equipment (e.g., CIRCUIT BREAKER, AUTO TRANSFORMER).
- EQUIPMENT REQUIREMENT:** A grid of options for various electrical components like capacitors, reactors, and meters.
- FOR APPROVALS:** A section at the bottom with three columns for 'Sales Division Manager', 'Sales Department Manager', and 'Other' with signature lines and dates.

รูปที่ 4.7 ตรวจสอบคุณสมบัติตาม Shop Drawing (ด้านหน้า)

ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการตรวจสอบแบบ
 SPECIFICATION CHECKING DESIGN

LOW VOLTAGE LOCAL SPECIFICATION CHECKING DESIGN REF: NO.

LOW VOLTAGE TYPE TEST SPECIFICATION CHECKING DESIGN REF: NO.

* 1 ELECTRICAL GROUNDING SYSTEM TN-C-S TN-C TN-S IT OTHER: _____

* 2 ELECTRICAL NETWORK SYSTEM MEAPEA DC OTHER: _____

2 NAMEPLATE ACRYLIC RESIN : LETTER-BK & BACKGROUND-WH OTHER: _____

PLASTIC PLATE : LETTER-BK & BACKGROUND-WH OTHER: _____

PLASTIC PLATE : LETTER-WH & BACKGROUND-BK OTHER: _____

3 MIMIC ACRYLIC BLACK For NORMAL & RED For EMER. Line OTHER: _____

4 PHASE COLOUR OF BUSBAR Brown, Black, Gray, Blue, Green OTHER: _____

6 POWER CABLE ASSEFA STANARD (IEC01 For 1/2 Motor IEC 02 For Motor Starter & 0.6/1kV 10SC For Sarge) OTHER: _____

FOLLOW BY CUSTOMER'S SINGLELINE / SPEC OTHER: _____

7 METERING & CONTROL ASSEFA STANARD (PVC 0.6/1kV For Metering) OTHER: _____

CABLE TYPE FOLLOW BY CUSTOMER'S SPEC OTHER: _____

8 METERING & CONTROL ASSEFA STANARD For Metering OTHER: _____

CABLE SIZING FOLLOW BY CUSTOMER'S SPEC OTHER: _____

9 ๑๗ GROUND โด่งตู้และตู้หน้า ASSEFA STANARD ตามมาตรฐาน IEC 01 หน้า 10 Sq.mm. OTHER: _____

ตามมาตรฐาน IEC 01 หน้า 10 Sq.mm. OTHER: _____

10 MAIN, TIE, ATS, CAP. WIRING SHUNT With Phase Protect MAIN AUTO 'ON' ATS Standard

FUNCTION CONTROL 2 MAIN TIE (SH+UVT+SH) MANUAL & AUTO CAP. CORRECTIVE

BY CUSTOMER OTHER: _____

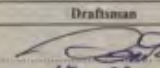

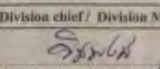
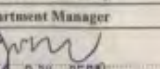
11 MOTOR STARTER FUNCTION STANDARD FUNCTION BY CUSTOMER AUTOMATION

OTHER: _____

12 ENERGY MANAGEMENT YES NO DETAIL: _____

13 NOTE : *หากใช้แบบ single line กรุณา ใช้ตาม single line plan ที่แนบมา*

FOR ACKNOWLEDGEMENT

Draftsman  Date: 15/09/17 ๐๙.๐๐	Technician  Date: 15/9/17
Division chief / Division Manager  Date: 16/2/18	Department Manager  Date: 16/2/18

Page 2 of 3

FM-BDS1-02 (02)
 วันที่ 4 เม.ย. 2560

รับงาน วันที่ 18.12.17 วันที่ 12 ก.พ. 2561
 รับงาน วันที่ 17.05.18 วันที่ 6 FEB 2018

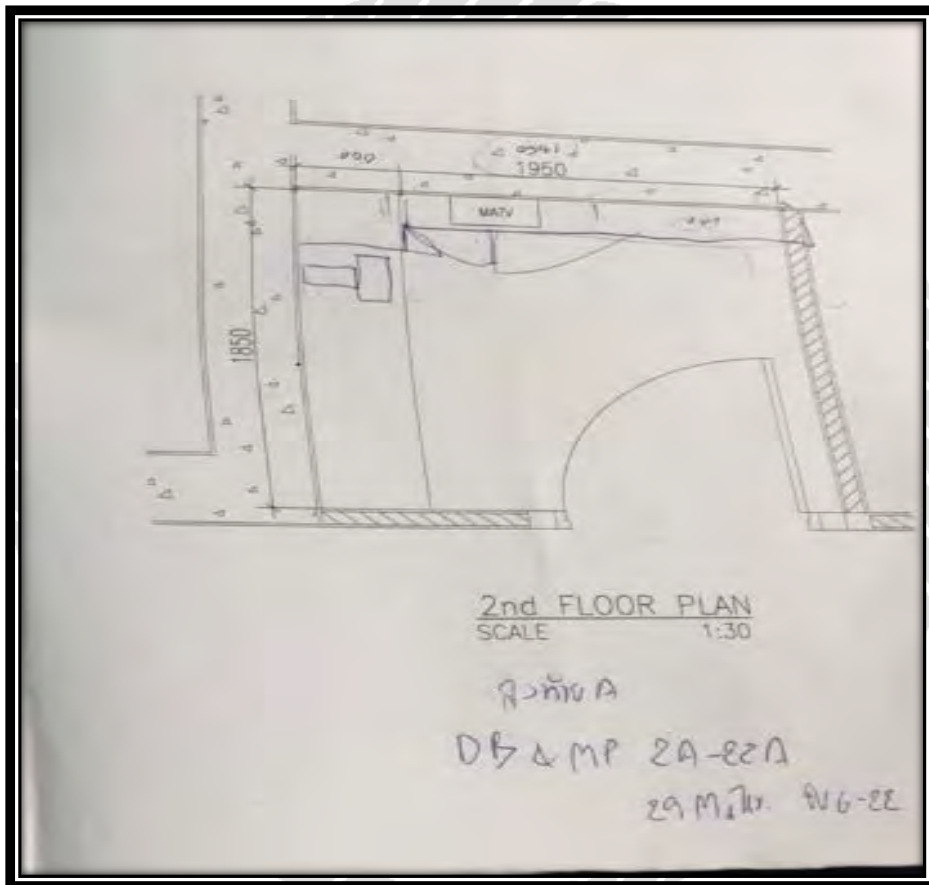
รูปที่ 4.8 Shop Drawing (ด้านหลัง)

2. ตรวจสอบพื้นที่การติดตั้ง

2.1 ตรวจสอบว่าพื้นที่นั้นใช้แรงดันเท่าไร

2.2 ตรวจสอบว่าลูก้าต้องการวางตู้ที่พื้นที่แบบไหน

2.3 ตรวจสอบ Layout และขนาดของขนาดพื้นที่ที่ลูก้าต้องการวางตู้



รูปที่ 4.9 แบบพื้นที่ห้องไฟฟ้า

3. ตรวจสอบและทำตามแบบ Single Line ของลูกค้า เช่น

3.1 ตรวจสอบ Feeder ว่ามีกี่ Feeder

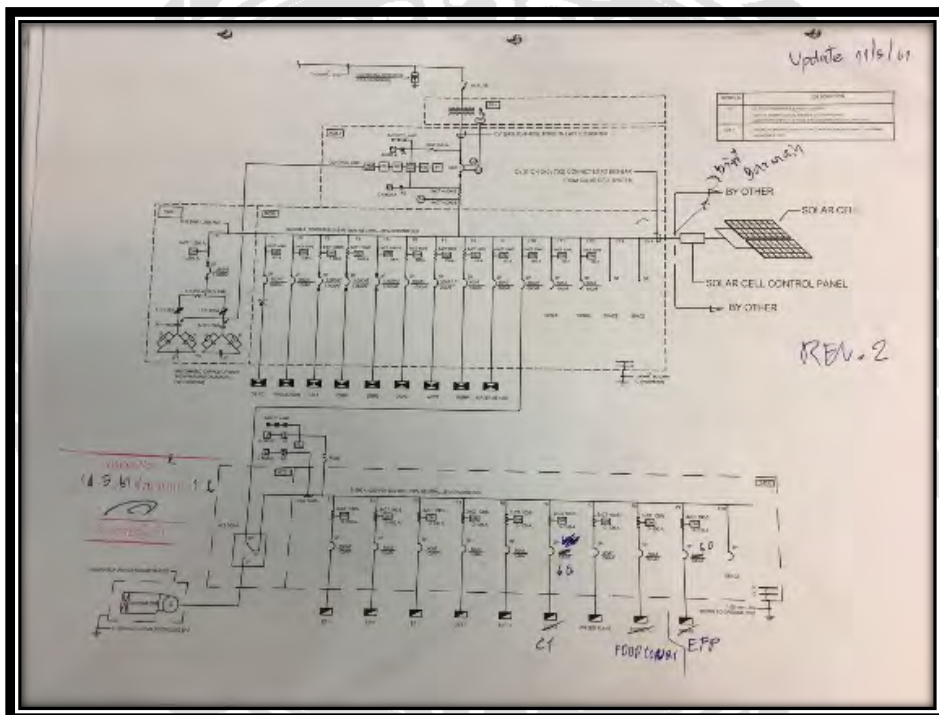
3.2 ไปดูใน Standard ของบริษัท ว่า Feeder เท่านั้น ต้องใช้ตู้ขนาดเท่าไร

3.3 ตรวจสอบการใช้อุปกรณ์หน้าตู้ เช่น Digital Meter, Lamp เป็นต้น

3.4 ตรวจสอบว่าต้องวางอุปกรณ์อย่างไรถึงจะสวยงาม

3.5 ตรวจสอบพวก Function ของ main ของพวก Shunt tap, Under Volt

3.6 ตรวจสอบขนาด Bus Bar ว่าลูกค้าต้องการขนาดเท่าไร แต่ถ้าลูกค้าไม่กำหนดขนาดมาให้ก็ใช้ตามมาตรฐานของทางบริษัท



รูปที่ 4.10 Single Line ที่ลูกค้าส่งมาให้

4.4 ขั้นตอนที่ 2 การเขียนแบบ

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

1. Approval
2. Revision

1.1 การ Approval มี 5 ส่วนประกอบด้วยส่วน A B C D E และมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ส่วน A คือ การทำ Cover, Contents, Legend, Symbols, Floor Standing Cubicle Specification, Wall Mount & Box Cubicle Specification แสดงดังรูปที่ 4.13-
-Cover คือ หน้าที่แสดงถึงชนิดของแบบและผู้ตรวจเช็ค ตรวจสอบ ผู้เขียนแบบ และผู้ออกแบบ

NO.	DATE	DESCRIPTION	DESIGNED BY	APPROVED	REVISION

	บริษัท อุตสาหกรรมสถาปัตย์ จำกัด 101/101 ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพมหานคร 10710 โทร. 02-561-1234 โทรสาร 02-561-1235 อีเมล: asefa@asefa.com
บริษัท อุตสาหกรรมสถาปัตย์ จำกัด 101/101 ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพมหานคร 10710 โทร. 02-561-1234 โทรสาร 02-561-1235 อีเมล: asefa@asefa.com	GENERAL ARRANGEMENT (1) SWITCHGEAR COVER

รูปที่ 4.13 Cover

-Contents คือ สารบัญ

Sl. No.	Designation	From Page	To Page	Modification	Sl. No.	Designation	From Page	To Page	Modification
107	DOSE	0	1		0	DOSE	0	1	
108	CONTROL	0	1		1	DOSE	0	1	
109	CONTROL	0	1		2	DOSE	0	1	
110	CONTROL	0	1		3	DOSE	0	1	
111	CONTROL	0	1		4	DOSE	0	1	
112	CONTROL	0	1		5	DOSE	0	1	
113	CONTROL	0	1		6	DOSE	0	1	
114	CONTROL	0	1		7	DOSE	0	1	
115	CONTROL	0	1		8	DOSE	0	1	
116	CONTROL	0	1		9	DOSE	0	1	
117	CONTROL	0	1		10	DOSE	0	1	
118	CONTROL	0	1		11	DOSE	0	1	
119	CONTROL	0	1		12	DOSE	0	1	
120	CONTROL	0	1		13	DOSE	0	1	
121	CONTROL	0	1		14	DOSE	0	1	
122	CONTROL	0	1		15	DOSE	0	1	
123	CONTROL	0	1		16	DOSE	0	1	
124	CONTROL	0	1		17	DOSE	0	1	
125	CONTROL	0	1		18	DOSE	0	1	
126	CONTROL	0	1		19	DOSE	0	1	
127	CONTROL	0	1		20	DOSE	0	1	
128	CONTROL	0	1		21	DOSE	0	1	
129	CONTROL	0	1		22	DOSE	0	1	
130	CONTROL	0	1		23	DOSE	0	1	
131	CONTROL	0	1		24	DOSE	0	1	
132	CONTROL	0	1		25	DOSE	0	1	
133	CONTROL	0	1		26	DOSE	0	1	
134	CONTROL	0	1		27	DOSE	0	1	
135	CONTROL	0	1		28	DOSE	0	1	
136	CONTROL	0	1		29	DOSE	0	1	
137	CONTROL	0	1		30	DOSE	0	1	
138	CONTROL	0	1		31	DOSE	0	1	
139	CONTROL	0	1		32	DOSE	0	1	
140	CONTROL	0	1		33	DOSE	0	1	
141	CONTROL	0	1		34	DOSE	0	1	
142	CONTROL	0	1		35	DOSE	0	1	
143	CONTROL	0	1		36	DOSE	0	1	
144	CONTROL	0	1		37	DOSE	0	1	
145	CONTROL	0	1		38	DOSE	0	1	
146	CONTROL	0	1		39	DOSE	0	1	
147	CONTROL	0	1		40	DOSE	0	1	
148	CONTROL	0	1		41	DOSE	0	1	
149	CONTROL	0	1		42	DOSE	0	1	
150	CONTROL	0	1		43	DOSE	0	1	
151	CONTROL	0	1		44	DOSE	0	1	
152	CONTROL	0	1		45	DOSE	0	1	
153	CONTROL	0	1		46	DOSE	0	1	
154	CONTROL	0	1		47	DOSE	0	1	
155	CONTROL	0	1		48	DOSE	0	1	
156	CONTROL	0	1		49	DOSE	0	1	
157	CONTROL	0	1		50	DOSE	0	1	
158	CONTROL	0	1		51	DOSE	0	1	
159	CONTROL	0	1		52	DOSE	0	1	
160	CONTROL	0	1		53	DOSE	0	1	
161	CONTROL	0	1		54	DOSE	0	1	
162	CONTROL	0	1		55	DOSE	0	1	
163	CONTROL	0	1		56	DOSE	0	1	
164	CONTROL	0	1		57	DOSE	0	1	
165	CONTROL	0	1		58	DOSE	0	1	
166	CONTROL	0	1		59	DOSE	0	1	
167	CONTROL	0	1		60	DOSE	0	1	
168	CONTROL	0	1		61	DOSE	0	1	
169	CONTROL	0	1		62	DOSE	0	1	
170	CONTROL	0	1		63	DOSE	0	1	
171	CONTROL	0	1		64	DOSE	0	1	
172	CONTROL	0	1		65	DOSE	0	1	
173	CONTROL	0	1		66	DOSE	0	1	
174	CONTROL	0	1		67	DOSE	0	1	
175	CONTROL	0	1		68	DOSE	0	1	
176	CONTROL	0	1		69	DOSE	0	1	
177	CONTROL	0	1		70	DOSE	0	1	
178	CONTROL	0	1		71	DOSE	0	1	
179	CONTROL	0	1		72	DOSE	0	1	
180	CONTROL	0	1		73	DOSE	0	1	
181	CONTROL	0	1		74	DOSE	0	1	
182	CONTROL	0	1		75	DOSE	0	1	
183	CONTROL	0	1		76	DOSE	0	1	
184	CONTROL	0	1		77	DOSE	0	1	
185	CONTROL	0	1		78	DOSE	0	1	
186	CONTROL	0	1		79	DOSE	0	1	
187	CONTROL	0	1		80	DOSE	0	1	
188	CONTROL	0	1		81	DOSE	0	1	
189	CONTROL	0	1		82	DOSE	0	1	
190	CONTROL	0	1		83	DOSE	0	1	
191	CONTROL	0	1		84	DOSE	0	1	
192	CONTROL	0	1		85	DOSE	0	1	
193	CONTROL	0	1		86	DOSE	0	1	
194	CONTROL	0	1		87	DOSE	0	1	
195	CONTROL	0	1		88	DOSE	0	1	
196	CONTROL	0	1		89	DOSE	0	1	
197	CONTROL	0	1		90	DOSE	0	1	
198	CONTROL	0	1		91	DOSE	0	1	
199	CONTROL	0	1		92	DOSE	0	1	
200	CONTROL	0	1		93	DOSE	0	1	
201	CONTROL	0	1		94	DOSE	0	1	
202	CONTROL	0	1		95	DOSE	0	1	
203	CONTROL	0	1		96	DOSE	0	1	
204	CONTROL	0	1		97	DOSE	0	1	
205	CONTROL	0	1		98	DOSE	0	1	
206	CONTROL	0	1		99	DOSE	0	1	
207	CONTROL	0	1		100	DOSE	0	1	
208	CONTROL	0	1		101	DOSE	0	1	
209	CONTROL	0	1		102	DOSE	0	1	
210	CONTROL	0	1		103	DOSE	0	1	
211	CONTROL	0	1		104	DOSE	0	1	
212	CONTROL	0	1		105	DOSE	0	1	
213	CONTROL	0	1		106	DOSE	0	1	
214	CONTROL	0	1		107	DOSE	0	1	
215	CONTROL	0	1		108	DOSE	0	1	
216	CONTROL	0	1		109	DOSE	0	1	
217	CONTROL	0	1		110	DOSE	0	1	
218	CONTROL	0	1		111	DOSE	0	1	
219	CONTROL	0	1		112	DOSE	0	1	
220	CONTROL	0	1		113	DOSE	0	1	
221	CONTROL	0	1		114	DOSE	0	1	
222	CONTROL	0	1		115	DOSE	0	1	
223	CONTROL	0	1		116	DOSE	0	1	
224	CONTROL	0	1		117	DOSE	0	1	
225	CONTROL	0	1		118	DOSE	0	1	
226	CONTROL	0	1		119	DOSE	0	1	
227	CONTROL	0	1		120	DOSE	0	1	
228	CONTROL	0	1		121	DOSE	0	1	
229	CONTROL	0	1		122	DOSE	0	1	
230	CONTROL	0	1		123	DOSE	0	1	
231	CONTROL	0	1		124	DOSE	0	1	
232	CONTROL	0	1		125	DOSE	0	1	
233	CONTROL	0	1		126	DOSE	0	1	
234	CONTROL	0	1		127	DOSE	0	1	
235	CONTROL	0	1		128	DOSE	0	1	
236	CONTROL	0	1		129	DOSE	0	1	
237	CONTROL	0	1		130	DOSE	0	1	
238	CONTROL	0	1		131	DOSE	0	1	
239	CONTROL	0	1		132	DOSE	0	1	
240	CONTROL	0	1		133	DOSE	0	1	
241	CONTROL	0	1		134	DOSE	0	1	
242	CONTROL	0	1		135	DOSE	0	1	
243	CONTROL	0	1		136	DOSE	0	1	
244	CONTROL	0	1		137	DOSE	0	1	
245	CONTROL	0	1		138	DOSE	0	1	
246	CONTROL	0	1		139	DOSE	0	1	
247	CONTROL	0	1		140	DOSE	0	1	
248	CONTROL	0	1		141	DOSE	0	1	
249	CONTROL	0	1		142	DOSE	0	1	
250	CONTROL	0	1		143	DOSE	0	1	
251	CONTROL	0	1		144	DOSE	0	1	
252	CONTROL	0	1		145	DOSE	0	1	
253	CONTROL	0	1		146	DOSE	0	1	
254	CONTROL	0	1		147	DOSE	0	1	
255	CONTROL	0	1		148	DOSE	0	1	
256	CONTROL	0	1		149	DOSE	0	1	
257	CONTROL	0	1		150	DOSE	0	1	
258	CONTROL	0	1		151	DOSE	0	1	
259	CONTROL	0	1		152	DOSE	0	1	
260	CONTROL	0	1		153	DOSE	0	1	
261	CONTROL	0	1		154	DOSE	0	1	
262	CONTROL	0	1		155	DOSE	0	1	
263	CONTROL	0	1		156	DOSE	0	1	
264	CONTROL	0	1						

2) ส่วน B คือ การทำ Single Line Diagram นั้นจะแสดงข้อมูลทางเทคนิคของผู้ เช่น ตู้นี้ ใช้ Form ตู้อะไร การป้องกันผู้ต้องควาใช้ IP อะไร Short-Circuit ที่เท่าไร Incoming เข้าทางไหน Outgoing ออกทางไหน, จะแสดงกระแส Main Bus Bar เท่าไรอุณหภูมิล้อมรอบตู้ กิ่งศา Indoor หรือ Outdoor แสดงชนิดของตู้ว่า เป็นตู้อะไร เช่น MDB เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 4.18

TECHNICAL DATA						
VOLTS SYSTEM	3PH 4W 230/400V AC	CONDITION SHORT-CIRCUIT (ICC)	80KA/400V	MAIN BUSBAR	4000A	
GROUNDING SYSTEM	TNCS	SHORT-CIRCUIT WITH TRAND (ICW)	80KA/400V	NEUTRAL	100%	
CUBICLE TYPE	AFF1V16	INCOMING	TOP	GROUND	25%	
CUBICLE FORM	2a	OUTGOING	TOP	AMBIENT TEMPERATURE	40°	
DEGREE PROTECTION	IP31	ACCESS	REAR	INSTALLATION	INDOOR	
MDB1						Total : 1 set
Feeder	Equipment Description	Models	Current	Qty	Brand	Cable Size
QM	ACS INCOMING FROM TR1	3P NH10H1 65KA Draw / Mic.6.0E / MD1-ST-HOP	400A	1	Schneider Electric	DV 25N1C-4-400 / 400S IN LADDER 800x1000
	F FUSE CONTROL	(PCA-HE-01P-11-00A1)	-	10	Schneider Electric	-
	H PILOT LAMP	X87-EV07WP	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220R6486	-	1	Schneider Electric	-
CT% CURRENT TRANSFORMER	D-R105-4000SA	-	3	Choreplex	-	
PR PROTECTION RELAY	800VPH-2-260V20V (800VPH-2-230V)	-	1	Socotec	-	
PS HEALTHY PHASE SELECTER	PEF-301	-	1	Noveltek	-	

รูปที่ 4.18 ส่วน Technical Data

ส่วนนี้จะแสดงถึงว่าใช้อุปกรณ์ภายในตู้อะไรบ้าง เช่น มีกี่ Feeder มีอุปกรณ์อะไรบ้าง ใช้รุ่นอะไร ค่ากระแสที่แอมป์ มีกี่ตัว ใช้ของยี่ห้ออะไร ขนาดของสายไฟที่ใช้ ต้องใช้ขนาดเท่าไร และเป็นสายไฟยี่ห้ออะไร ฯลฯ แสดงดังรูปที่ 4.19 กับ 4.20

Feeder	Equipment Description	Models	Current	Qty	Brand	Cable Size
QM	ACS INCOMING FROM TR1	3P NH10H1 65KA Draw / Mic.6.0E / MD1-ST-HOP	400A	1	Schneider Electric	DV 25N1C-4-400 / 400S IN LADDER 800x1000
	F FUSE CONTROL	(PCA-HE-01P-11-00A1)	-	10	Schneider Electric	-
	H PILOT LAMP	X87-EV07WP	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220R6486	-	1	Schneider Electric	-
	CT% CURRENT TRANSFORMER	D-R105-4000SA	-	3	Choreplex	-
	PR PROTECTION RELAY	800VPH-2-260V20V (800VPH-2-230V)	-	1	Socotec	-
	PS HEALTHY PHASE SELECTER	PEF-301	-	1	Noveltek	-
Q0	ACS CAP.	3P NH10H1 65KA Draw / Mic.2.0E	125A	1	Schneider Electric	BUSBAR 1250A
	F FUSE CONTROL	(PCA-HE-01P-11-00A1)	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220R6486	-	1	Schneider Electric	-
	CT% CURRENT TRANSFORMER	ASB-1000SA	-	3	Choreplex	-
	PFC POWER FACTOR CONTROLLER	PVC-12	-	1	ABB	-
	HRC HRC FUSE BASE & FUSE LINK	SIZE 00 125A	-	12	SIDA	-
	CON CONTACTOR	UA76-36-11	-	12	ABB	-
CAP CAPACITOR (30kVAR@400V)	CS 30 63	-	12	ABB	-	
Q1	MCCB DB FC	3P NSIR00H 70KA / Mic.2.0	800A	1	Schneider Electric	24-24C / 70C ECO IN TRAY 300x600
	F FUSE CONTROL	(PCA-HE-01P-11-00A1)	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220R6486	-	1	Schneider Electric	-
	CT% CURRENT TRANSFORMER	AS1-600SA	-	3	Choreplex	-
Q2	MCCB PROMOTION	3P NS100H1 70KA / IM1000	100A	1	Schneider Electric	4-5 ECC1 / 183.MC 2 12P
	F FUSE CONTROL	(PCA-HE-01P-11-00A1)	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220R6486	-	1	Schneider Electric	-
	CT% CURRENT TRANSFORMER	AS1B-1000SA	-	3	Choreplex	-
Q3	ACS DBT	3P NH10H1 65KA Draw / Mic.2.0E	1000A	1	Schneider Electric	CV 31C-1-183 / 305AN TRAY 400x600
	F FUSE CONTROL	(PCA-HE-01P-11-00A1)	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220R6486	-	1	Schneider Electric	-
	CT% CURRENT TRANSFORMER	AS1-1000SA	-	3	Choreplex	-
Q4	ACS DBT	3P NH12H1 65KA Draw / Mic.2.0E	1750A	1	Schneider Electric	CV 31C-4-183 / 305AN TRAY 400x600
	F FUSE CONTROL	(PCA-HE-01P-11-00A1)	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220R6486	-	1	Schneider Electric	-
	CT% CURRENT TRANSFORMER	AS1-1000SA	-	3	Choreplex	-

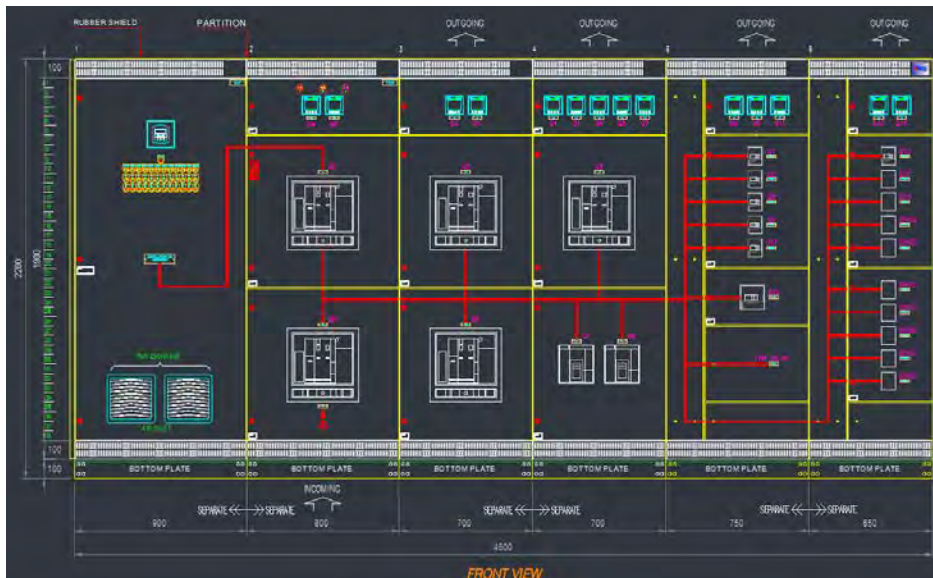
รูปที่ 4.19 ส่วนแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ (QM-Q4)

MDB1						
Feeder	Equipment Description	Model	Current	Is	Brand	Cable Size
Q6	ADB DBPC	3P 4W/2H 69A Draw / M12.0E	200A	1	Schneider Electric	CV 3(C-4)185 , 85GJH TRAY 400x100
	FUSE CONTROL	ST1-1P-5A	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220RS495	-	1	Schneider Electric	-
	CTs CURRENT TRANSFORMER	AS1B-1000A	-	3	Crompton	-
Q8	MOCB DB AC	3P 4W/2H 70A / M22.0	800A	1	Schneider Electric	CV 3(C-4)240 , 85GJH TRAY 300x100
	FUSE CONTROL	ST1-1P-5A	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220RS495	-	1	Schneider Electric	-
	CTs CURRENT TRANSFORMER	AS1-1000A	-	3	Crompton	-
Q7	MOCB ACC1	3P 4W/2H 70A / M22.0D	250A	1	Schneider Electric	CV 4-120 / 85GJH 2"
	FUSE CONTROL	ST1-1P-5A	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220RS495	-	1	Schneider Electric	-
	CTs CURRENT TRANSFORMER	AS1B-1000A	-	3	Crompton	-
Q8	MOCB TRAMP	3P 4W/2H 70A / M22.0D	80A	1	Schneider Electric	4-25 8022L / 102THW_LMC 1.1/2"
	FUSE CONTROL	ST1-1P-5A	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220RS495	-	1	Schneider Electric	-
	CTs CURRENT TRANSFORMER	AS1B-1000A	-	3	Crompton	-
Q9	MOCB WATER RE-USE	3P 4W/2H 70A / M22.0D	80A	1	Schneider Electric	4-25 8022L / 102THW_LMC 1.1/2"
	FUSE CONTROL	ST1-1P-5A	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220RS495	-	1	Schneider Electric	-
	CTs CURRENT TRANSFORMER	AS1B-1000A	-	3	Crompton	-
Q10	MOCB EMGS	3P 4W/2H 70A / M22.0	800A	1	Schneider Electric	CV 24-120 , 80P3 IN TRAY 300x100
	FUSE CONTROL	ST1-1P-5A	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220RS495	-	1	Schneider Electric	-
	CTs CURRENT TRANSFORMER	AS2-6000A	-	3	Crompton	-
D11	MOCB SPACE	3P 4W/2H 80A / M22.0D	80A	1	Schneider Electric	-
	FUSE CONTROL	ST1-1P-5A	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220RS495	-	1	Schneider Electric	-
	CTs CURRENT TRANSFORMER	AS1B-1000A	-	3	Crompton	-
Q12	MOCB SPACE	3P 4W/2H 70A / M22.0D	80A	1	Schneider Electric	-
	FUSE CONTROL	ST1-1P-5A	-	3	Schneider Electric	-
	DM DIGITAL METER	PM220RS495	-	1	Schneider Electric	-
	CTs CURRENT TRANSFORMER	AS1B-1000A	-	3	Crompton	-
Q13	MOCB SPACE	3P FOR NSK100L	-	1	Schneider Electric	-
	MOCB SPACE	3P FOR NSK100L	-	1	Schneider Electric	-

รูปที่ 4.20 ส่วนแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ (Q6-Q14)



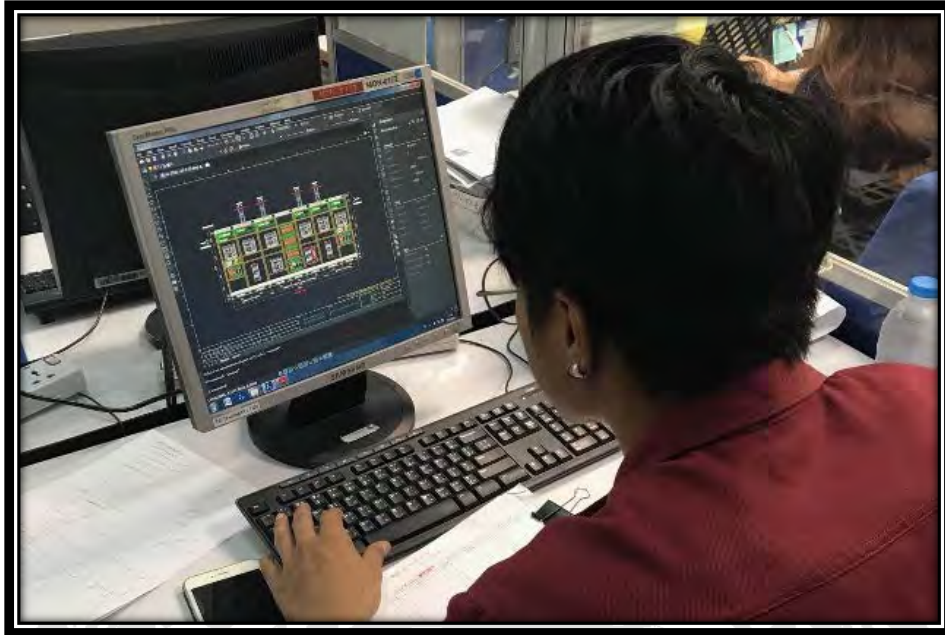
3) ส่วน C เริ่มจากการที่ TC (Technical) หรือ วิศวกร ตรวจสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำงานกลับมาให้เราเขียนแบบต่อ เริ่มต้นด้วยการดู จำนวน Feed ว่ามีกี่ Feed ดู Form ของตู้ ดูประเภทตู้ จากนั้นเราก็จะสามารถไปเอาขนาดตู้ที่เป็น Standard ของทางที่บริษัทได้ทำการออกแบบมาแล้วเช่น Front View, Side View, Inner View เป็นต้น แล้วมาทำการใส่อุปกรณ์ที่ลูกค้าได้แจ้งมา แล้วจัดให้เหมาะสม แสดงดังรูปที่ 4.21-4.24



รูปที่ 4.21 Front View



รูปที่ 4.22 Inner View

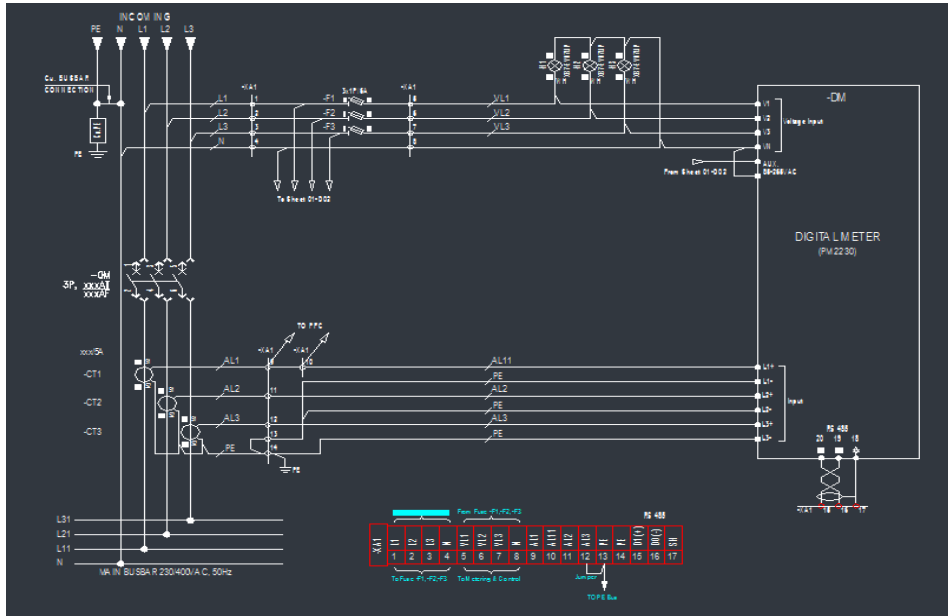


รูปที่ 4.23 ทำการเขียนแบบตู้ไฟฟ้า

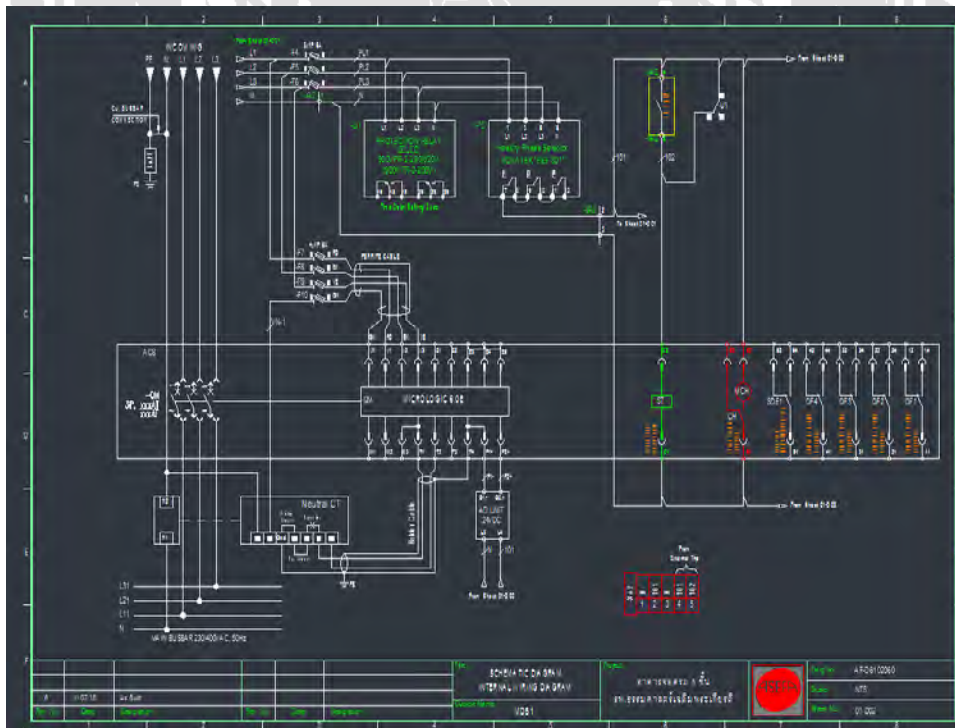


รูปที่ 4.24 ทำการเขียนแบบตู้ไฟฟ้า

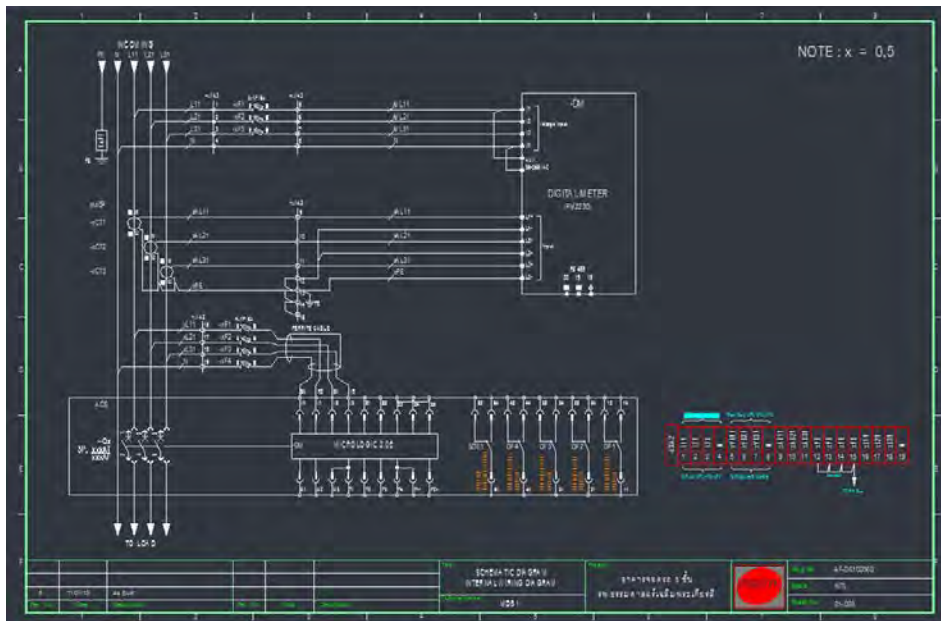
4) ส่วน D คือ การทำ Wiring ต้องดูจาก Concept Function การทำงานว่าชิ้นนี้ต้องการทำงานแบบไหน แล้วไปหยิบ Wiring จาก Block Standard มาใส่ แสดงดังรูปที่ 4.25-4.30



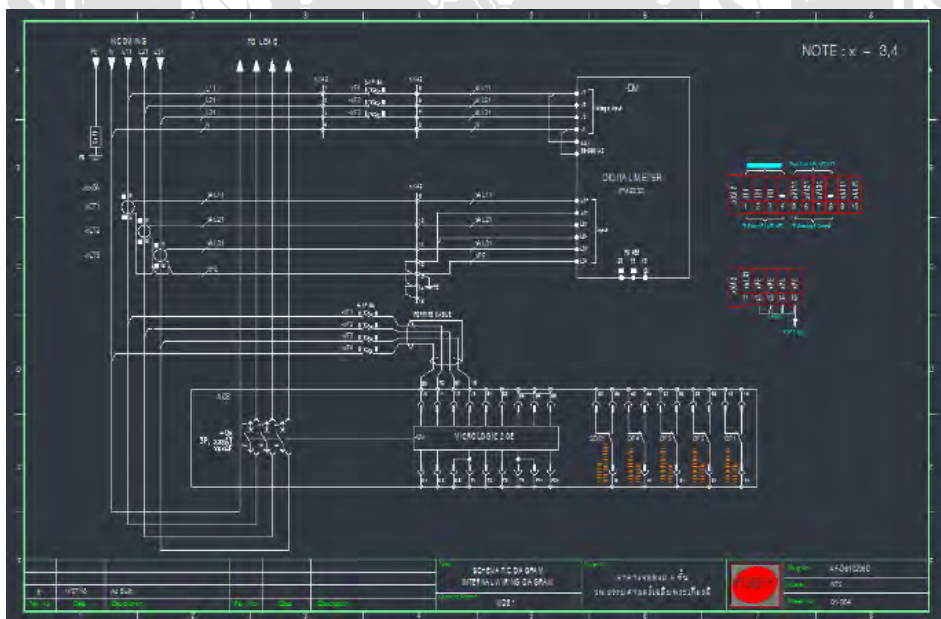
รูปที่ 4.25 แบบ Wiring



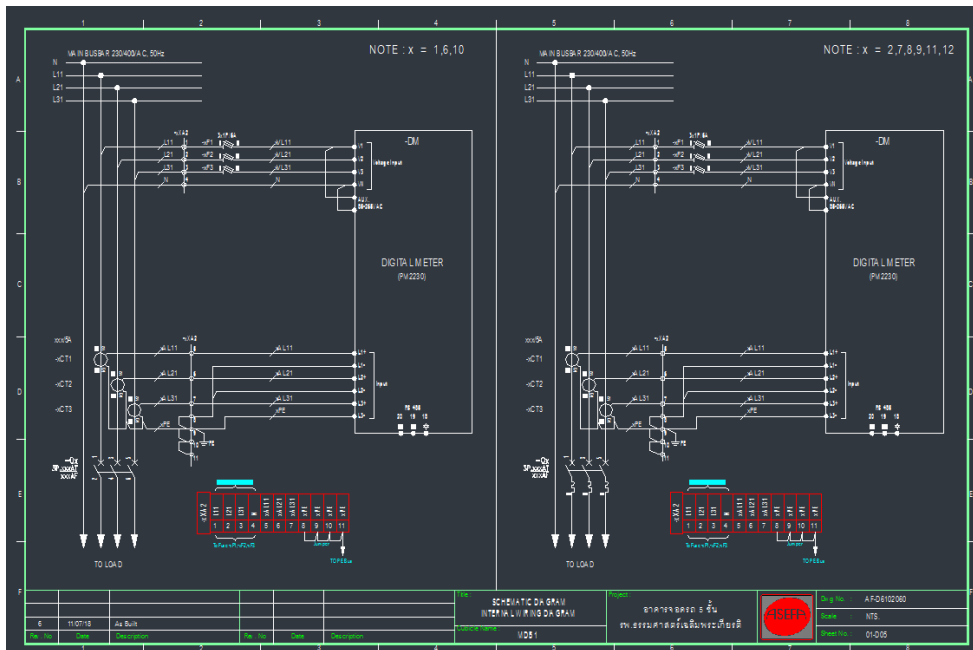
รูปที่ 4.26 แบบ Wiring



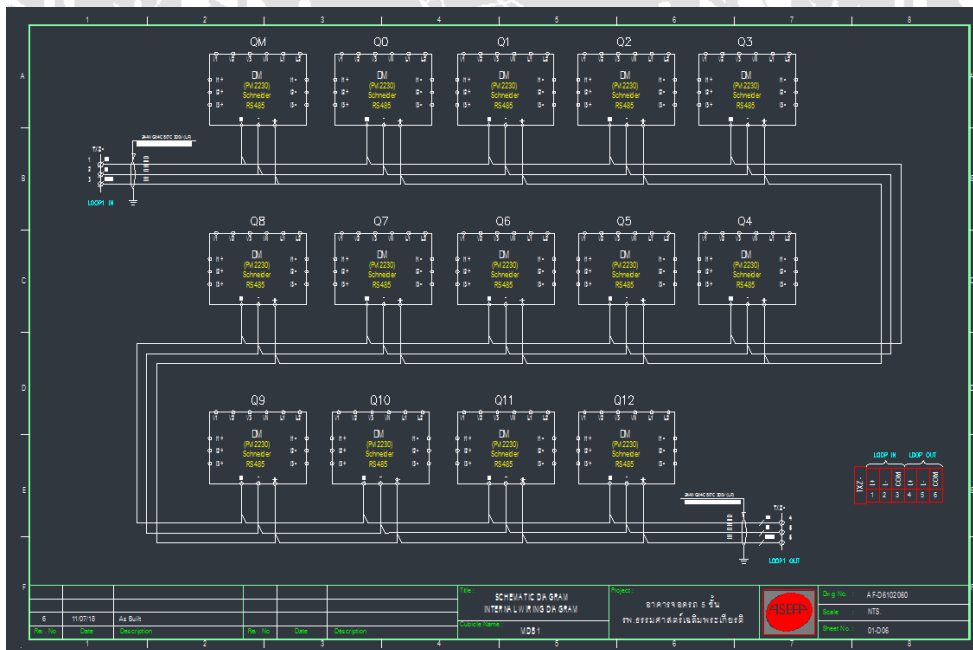
រូប ៣ ៤.២៧ បែប Wiring



រូប ៣ ៤.២៨ បែប Wiring



รูปที่ 4.29 แบบ Wiring



รูปที่ 4.30 แบบ Wiring

5) ส่วน E คือ การนำตาราง Bus Bar จาก Standard ที่บริษัทได้จัดทำไว้มาได้ แสดงดังรูปที่ 4.31

The image shows a technical drawing of busbar specifications. It contains two main tables and a title block.

Table 1: 100% and 50% Busbar Capacity

Bus Bar Size (mm)	100% for 100% Capacity				50% for 50% Capacity			
	100	150	200	250	100	150	200	250
100 x 10	100	150	200	250	100	150	200	250
100 x 20	200	300	400	500	200	300	400	500
100 x 30	300	450	600	750	300	450	600	750
100 x 40	400	600	800	1000	400	600	800	1000
100 x 50	500	750	1000	1250	500	750	1000	1250
100 x 60	600	900	1200	1500	600	900	1200	1500
100 x 70	700	1050	1400	1750	700	1050	1400	1750
100 x 80	800	1200	1600	2000	800	1200	1600	2000
100 x 90	900	1350	1800	2250	900	1350	1800	2250
100 x 100	1000	1500	2000	2500	1000	1500	2000	2500
100 x 120	1200	1800	2400	3000	1200	1800	2400	3000
100 x 150	1500	2250	3000	3750	1500	2250	3000	3750
100 x 200	2000	3000	4000	5000	2000	3000	4000	5000
100 x 250	2500	3750	5000	6250	2500	3750	5000	6250
100 x 300	3000	4500	6000	7500	3000	4500	6000	7500
100 x 400	4000	6000	8000	10000	4000	6000	8000	10000
100 x 500	5000	7500	10000	12500	5000	7500	10000	12500
100 x 600	6000	9000	12000	15000	6000	9000	12000	15000
100 x 700	7000	10500	14000	17500	7000	10500	14000	17500
100 x 800	8000	12000	16000	20000	8000	12000	16000	20000
100 x 900	9000	13500	18000	22500	9000	13500	18000	22500
100 x 1000	10000	15000	20000	25000	10000	15000	20000	25000

Table 2: 100% Busbar Capacity

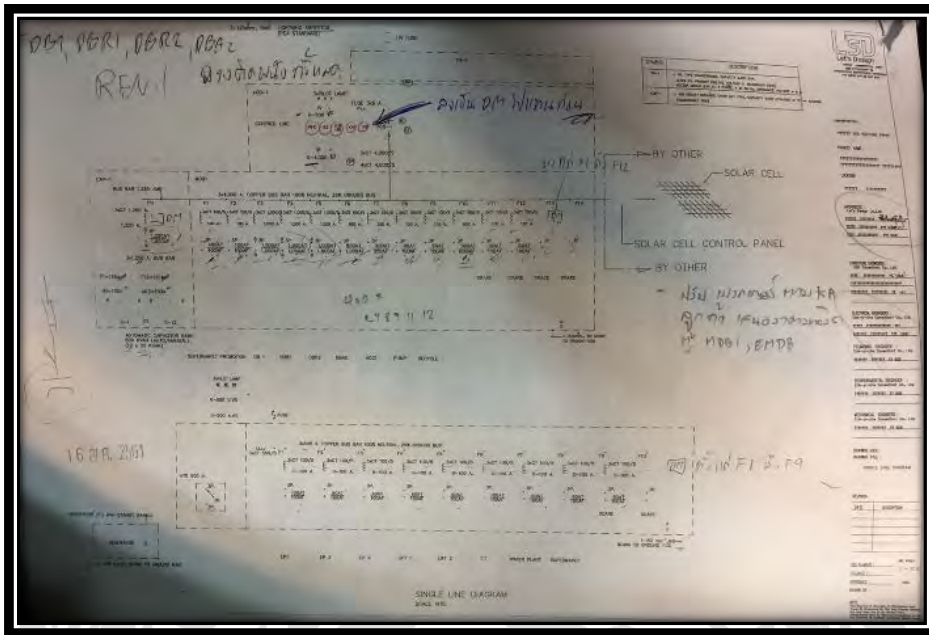
Bus Bar Size (mm)	100% for 100% Capacity		100% for 50% Capacity	
	100	150	100	150
100 x 10	100	150	100	150
100 x 20	200	300	200	300
100 x 30	300	450	300	450
100 x 40	400	600	400	600
100 x 50	500	750	500	750
100 x 60	600	900	600	900
100 x 70	700	1050	700	1050
100 x 80	800	1200	800	1200
100 x 90	900	1350	900	1350
100 x 100	1000	1500	1000	1500
100 x 120	1200	1800	1200	1800
100 x 150	1500	2250	1500	2250
100 x 200	2000	3000	2000	3000
100 x 250	2500	3750	2500	3750
100 x 300	3000	4500	3000	4500
100 x 400	4000	6000	4000	6000
100 x 500	5000	7500	5000	7500
100 x 600	6000	9000	6000	9000
100 x 700	7000	10500	7000	10500
100 x 800	8000	12000	8000	12000
100 x 900	9000	13500	9000	13500
100 x 1000	10000	15000	10000	15000

Title Block:

BUSBAR SPECIFICATION
 KEC. BUSBAR ZARAHAN KEC
 48-04103880
 471
 801

รูปที่ 4.31 แบบตาราง Busbar

พอเราทำการ Approval เสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นแล้วก็ส่งแบบให้ลูกค้า Confirm ถ้าลูกค้าตกลงก็ส่งผลิตตู้ได้เลย แต่ถ้าลูกค้าไม่ตกลง ลูกค้าจะเขียนว่าต้องแก้ไขอะไรบ้าง แล้วส่งมาให้เราทำการแก้ไขในส่วนที่เรียกว่า Revision



รูปที่ 4.33 Single Line ที่ถูกนำมาแก้ไข

FUNCTION	EQUIPMENT / Description	SPECIFICATION	MANUFACTURER	TECHNICAL DATA		REMARKS	MATERIAL	QUANTITY	UNIT	INSTALLATION	TOTAL
				Current	Voltage						
Q1	ACB	INCOMING FROM TR 1	3P NH10H1 85A Draw / Mic2.DE	400A	1	Schneider Electric	CV 4-240/50.11M_LTRAY 150/100	1			1
	F	FUSE CONTROL	ST1-1P-6A	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	DM	DIGITAL METER	PM2230RS485	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	CT%	CURRENT TRANSFORMER	ASS-1000SA	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	PR	PROTECTION RELAY	4035P40-3200A	-	1	Compton	-	1			1
	PS	HEALTHY PHASE SELECTOR	PEF-301	-	1	Deek	-	1			1
	CAF	CAP	3P NH10H1 85A Draw / Mic2.DE	1250A	1	Neosak	BURBAR 1250A (7200)	1			1
Q2	ACB	INCOMING FROM TR 1	3P NH10H1 85A Draw / Mic2.DE	400A	1	Schneider Electric	CV 4-240/50.11M_LTRAY 150/100	1			1
	F	FUSE CONTROL	ST1-1P-6A	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	DM	DIGITAL METER	PM2230RS485	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	CT%	CURRENT TRANSFORMER	ASS-1000SA	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	PRC	POWER FACTOR CONTROLLER	RVC-12	-	1	ABB	-	1			1
	FRC	FRC FUSE BASE & FUSE LINK	SIZE 06 125A	-	12	ABB	-	12			12
	CON	CONTRACTOR	UA75-30-11	-	12	ABB	-	12			12
Q3	ACB	INCOMING FROM TR 1	3P NH10H1 85A Draw / Mic2.DE	400A	1	Schneider Electric	CV 4-240/50.11M_LTRAY 150/100	1			1
	F	FUSE CONTROL	ST1-1P-6A	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	DM	DIGITAL METER	PM2230RS485	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	CT%	CURRENT TRANSFORMER	ASS-1000SA	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	PRC	POWER FACTOR CONTROLLER	RVC-12	-	1	ABB	-	1			1
	FRC	FRC FUSE BASE & FUSE LINK	SIZE 06 125A	-	12	ABB	-	12			12
	CON	CONTRACTOR	UA75-30-11	-	12	ABB	-	12			12
Q4	ACB	INCOMING FROM TR 1	3P NH10H1 85A Draw / Mic2.DE	400A	1	Schneider Electric	CV 4-240/50.11M_LTRAY 150/100	1			1
	F	FUSE CONTROL	ST1-1P-6A	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	DM	DIGITAL METER	PM2230RS485	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	CT%	CURRENT TRANSFORMER	ASS-1000SA	-	1	Schneider Electric	-	1			1
	PRC	POWER FACTOR CONTROLLER	RVC-12	-	1	ABB	-	1			1
	FRC	FRC FUSE BASE & FUSE LINK	SIZE 06 125A	-	12	ABB	-	12			12
	CON	CONTRACTOR	UA75-30-11	-	12	ABB	-	12			12

รูปที่ 4.34 ข้อมูลใน ไดอะแกรมเส้นเดียว

-ถ่ายรูปตู้ และอุปกรณ์ภายในตู้เพื่อนำมาทำการแก้ไขอุปกรณ์ภายในตู้ให้ตรงกับ Diagram แสดงดังรูปที่ 4.36 กับ 4.37



รูปที่ 4.36 การถ่ายรูปหน้าตู้และอุปกรณ์ภายในตู้



รูปที่ 4.37 การถ่ายรูปของ Bus Bar

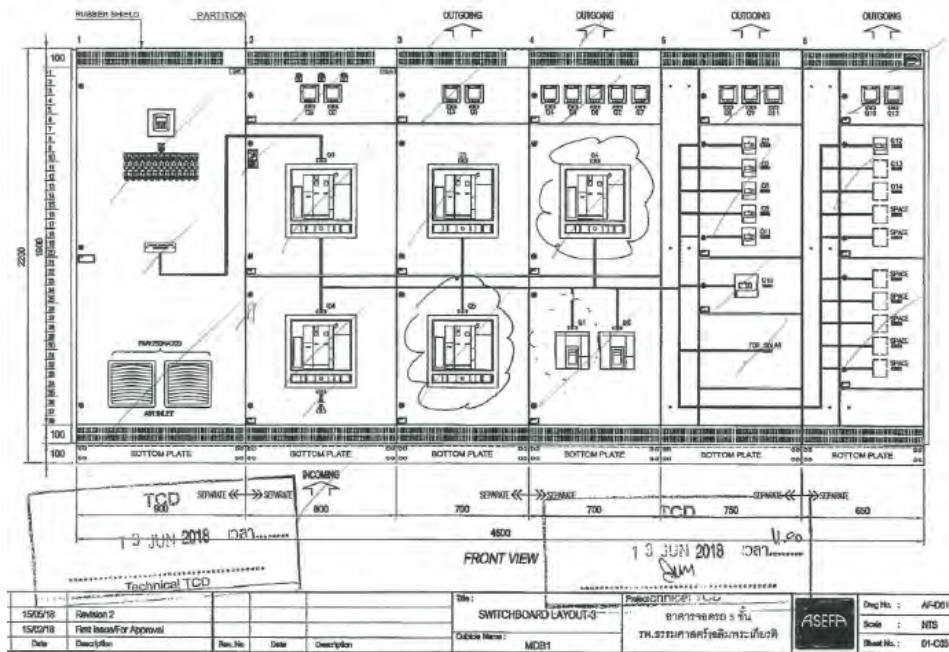
-ตามใบบันทึกผลจาก แผนก QC (Quality Control) เพื่อนำมาแก้ไข Single Line, Layout ตู้ และ Wiring ให้ตรงกับที่แก้ไขในขั้นตอนการผลิต แสดงดังรูปที่ 4.38-4.40

TECHNICAL DATA						
USENCE GRID	: 3PH 4W 230/400V	OPERATION SYSTEM	: CIGS BY 110V	: BRAANDY	MAIN RESERVE	: 400V
GROUNDING SYSTEM	: TNCS	SHORT-CIRCUIT WITHDRAWN	: 100A	: BRAANDY	NEUTRAL	: 100V
CIRCUIT TYPE	: AFF VHS	ROOM NAME	: TOP	: TOP	CIRCUIT	: 125V
CIRCUIT FORM	: 3c	CUTTINGS	: TOP	: TOP	AMBIENT TEMPERATURE	: 40°
DISGRUE PROTECTION	: IP21	ACCESS	: REAR	: REAR	INSTALLATION	: INDOOR
MDB1						
Total : 1 set						
Feder	Equipment Description	Model	Current	Ex.	Brand	Cable Size
01	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E / MCB-6E-100A	100A	1	Schneider Electric	CV 24x10C-4-100, 400V #1 LADDER 800x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
02	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	3.000x120A
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
03	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	4.50 ECU / 100x100x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
04	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	CV 24x10C-4-100, 400V #1 LADDER 800x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-

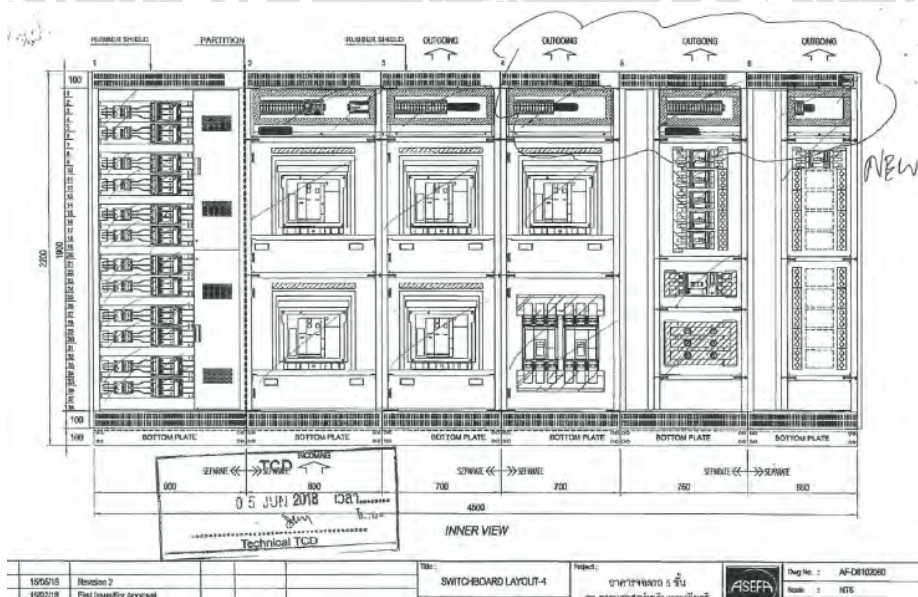
รูปที่ 4.38 ใบบันทึกผลที่แผนก QC (Quality Control) ทำการตรวจแบบอุปกรณ์ภายในตู้

MDB1						
05	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	CV 24x10C-4-100, 400V #1 LADDER 800x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
06	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	CV 24x10C-4-100, 400V #1 LADDER 800x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
07	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	CV 4-70 / 250x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
08	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	4.25 ECU / 100x100x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
09	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	4.25 ECU / 100x100x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
10	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	CV 24x10C-4-100, 400V #1 LADDER 800x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
11	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	CV 24x10C-4-100, 400V #1 LADDER 800x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
12	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	CV 24x10C-4-100, 400V #1 LADDER 800x100
	F	FUSE CONTROL / ST1-1P-6A	-	3	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
	CT	CURRENT TRANSFORMER / CAS-1000A	-	3	Chongpin	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
13	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-
14	ACB	3P 1000H 100A Draw / MCB.6E	100A	1	Schneider Electric	-
	DM	DIGITAL METER / PA422GR485	-	1	Schneider Electric	-

รูปที่ 4.38 ใบบันทึกผลที่แผนก QC (Quality Control) ทำการตรวจแบบอุปกรณ์ภายในตู้(ต่อ)

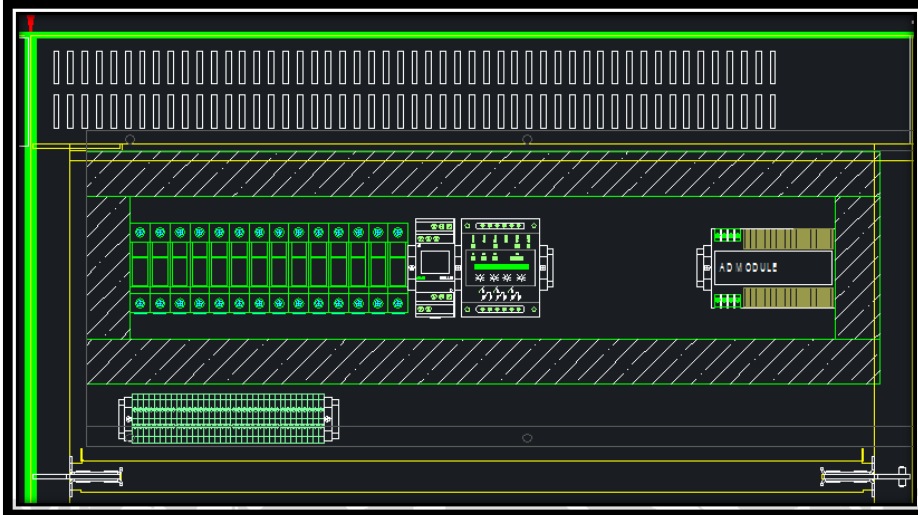


รูปที่ 4.39 ใบบันทึกผลที่แผนก QC (Quality Control) ทำการตรวจแบบในส่วน Front



รูปที่ 4.40 ใบบันทึกผลที่แผนก QC (Quality Control) ทำการตรวจแบบในส่วน Inner

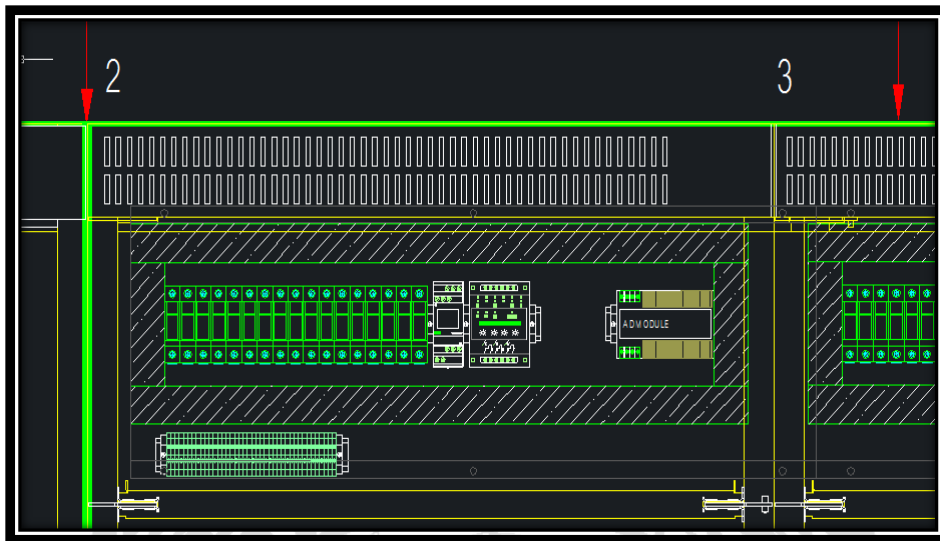
- ทำการเขียนแบบให้ตรงตามรูปและใบบันทึกผล
เช่น Fuse ในตู้จริง มี 17 ตัว แต่ในแบบ Diagram มี 14 ตัว เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 4.41-4.43



รูปที่ 4.41 ก่อนการแก้ไขแบบ

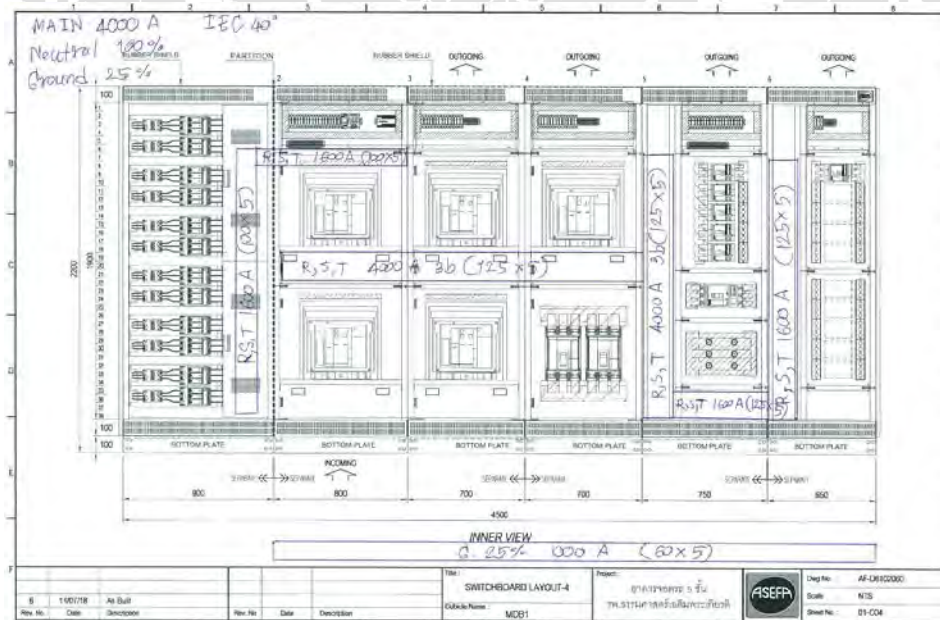


รูปที่ 4.42 ตู้จริง



รูปที่ 4.43 หลังการแก้ไขแบบ

-ทำการเขียน Bus Bar ต้องดูจากใบบันทึกผลก่อนแล้วนำไปเขียนเป็น Diagram แสดงดังรูปที่ 4.44-4.45



รูปที่ 4.44 ใบบันทึกผลของการเขียน Bus Bar

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

5.1.1 สรุปผลโครงการสหกิจศึกษา

จากที่คณะผู้จัดทำได้เข้าร่วมปฏิบัติงานในโครงการ สหกิจศึกษากับบริษัท อาซีฟา จำกัด (มหาชน) โดยได้รับการมอบหมายให้ทำการออกแบบ เขียนแบบไดอะแกรม แก๊สแบบ เก็บงานจากตู้จริงหรือการเขียนแบบให้สมบูรณ์ของผู้ MDB โดยให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ลูกค้ากำหนด

จากการที่ได้ปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษากับบริษัท อาซีฟา จำกัด (มหาชน) ทำให้ได้รับความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับการออกแบบและเขียนแบบระบบไฟฟ้า ภายในตู้ MDB ของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติในครั้งนี้ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

1. ได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนและแนวทางในการดำเนินงานของการออกแบบ เขียนแบบ ตู้ MDB
2. ได้เสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงานเกี่ยวกับการเขียนแบบไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้จริงในอนาคต
3. มีความรู้ความสามารถในการออกแบบระบบไฟฟ้าและมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบไฟฟ้ามากขึ้น
4. รู้จักการประสานงานกับบุคคลอื่นๆ ในองค์กร เพื่อทำให้งานที่ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ

เนื่องจากในตอนเรียนโปรแกรม Auto CAD ที่มหาวิทยาลัย อาจารย์ผู้สอนสอนแค่ทักษะเบื้องต้นในการใช้งานโปรแกรม Auto CAD แต่พอไปทำงานจริงแล้วต้องใช้ทักษะที่สูงกว่า จึงต้องขอคำปรึกษาจากพนักงานที่ปรึกษา เพื่อให้สามารถทำงานได้

5.1.3 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาและเรียนรู้เรื่องการออกแบบระบบไฟฟ้าและการเขียนแบบ อ่านแบบ ด้วยโปรแกรม Auto CAD เพื่อให้มีทักษะและความรู้ทางด้านการออกแบบระบบไฟฟ้า การเขียนแบบ เพิ่มขึ้นและเกิดความชำนาญเมื่อมีการปฏิบัติงานจริง

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ได้ปฏิบัติงานหลายๆ แบบเสมือนพนักงานคนหนึ่งในบริษัท ต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบของบริษัทตามที่กำหนดไว้ ได้ความรู้และประสบการณ์ในการปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก

5.2.2 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

บริษัทที่ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษานั้น มีกฎระเบียบในการเข้าปฏิบัติงาน และมีพนักงานเป็นจำนวนมาก เป็นบริษัทที่ใหญ่และมีชื่อเสียง จึงต้องมีการปรับตัวเพื่อไม่ให้เกิดผลเสียต่อตัวเอง และไม่คอยรับนักศึกษามหาวิทยาลัยเอกชนเข้าทำการฝึกงาน

5.2.3 ข้อเสนอแนะ

ควรให้โอกาสนักศึกษามหาวิทยาลัยเอกชนได้มีโอกาสเข้าทำการฝึกงานกับทางบริษัท

บรรณานุกรม

บริษัท ต.วิชชุกรณ์. (2559). *ความเป็นมาของตู้ไฟฟ้า*. เข้าถึงได้จาก

<http://www.torwitchukorn.com/th>

บริษัท อาชีฟ้า จำกัด (มหาชน). (2557). *คู่มือเบรกเกอร์กับชนิดของเบรกเกอร์*. เข้าถึงได้จาก

[https://mall.factomart.com/circuit-breaker/type-of-circuit-breaker/บริษัทอาชีฟ้าจำกัด\(มหาชน\)](https://mall.factomart.com/circuit-breaker/type-of-circuit-breaker/บริษัทอาชีฟ้าจำกัด(มหาชน))





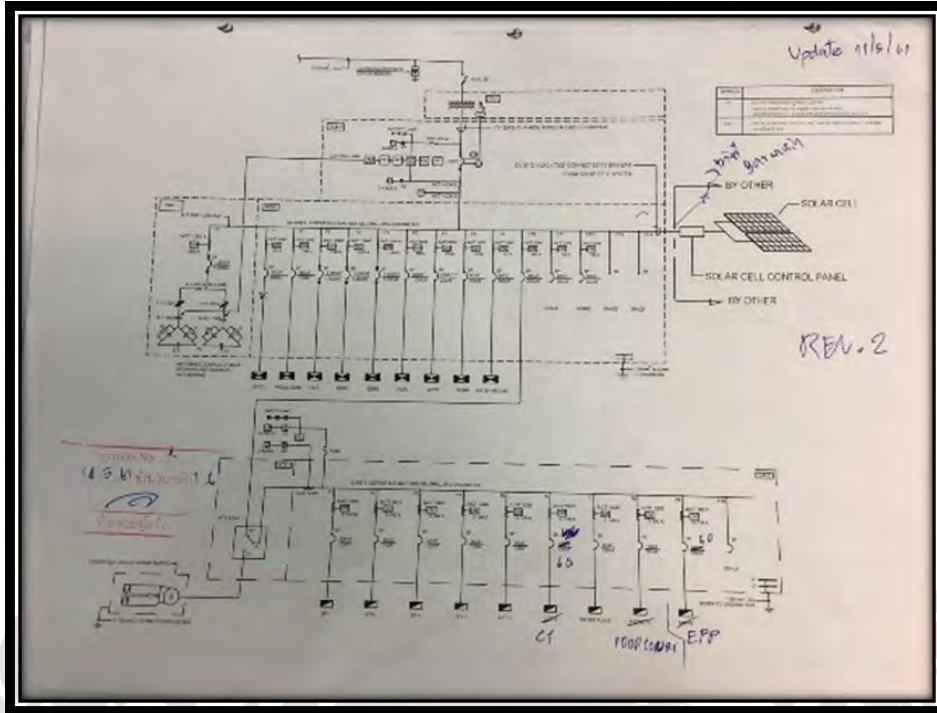
ภาคผนวก



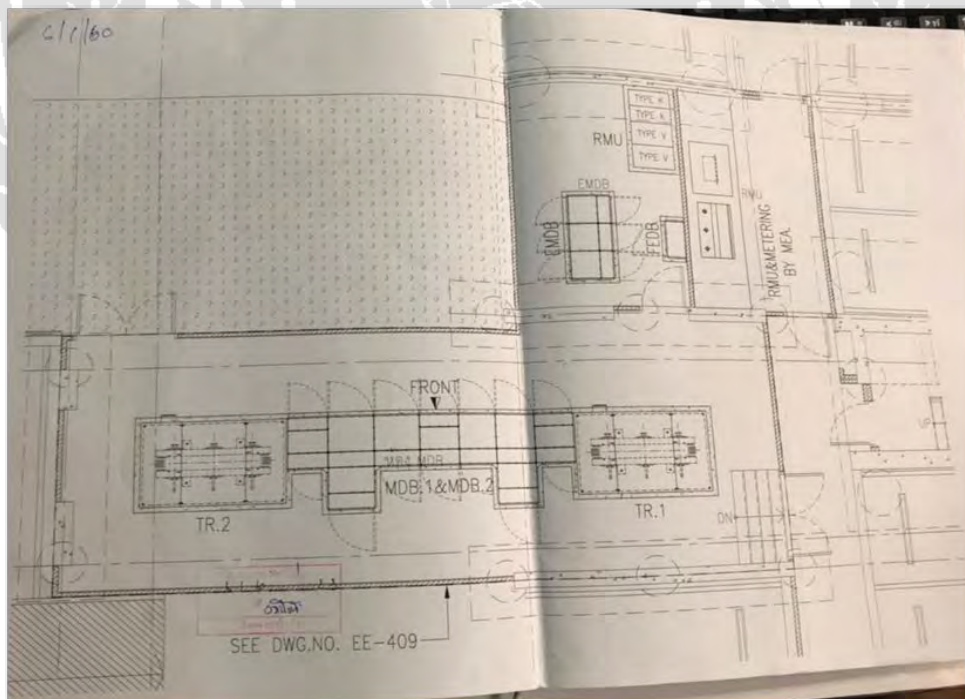
รูปที่ 1 บริษัทเอเชียฟา จำกัด (มหาชน)



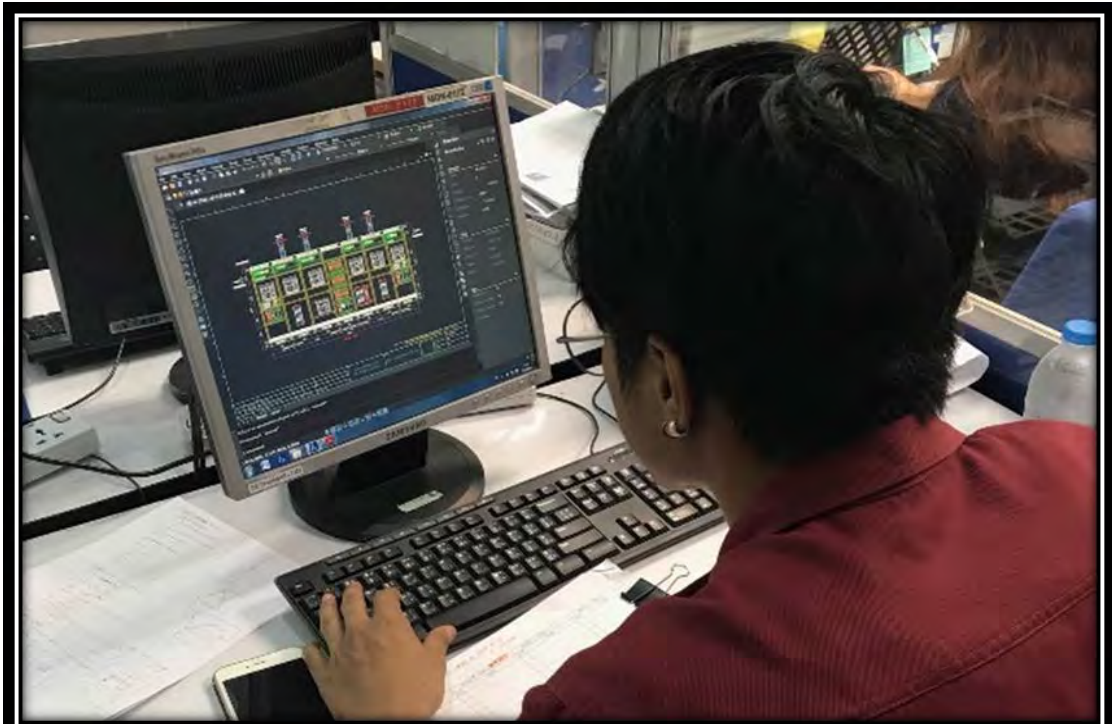
รูปที่ 2 อาจารย์ที่ปรึกษาไปนิเทศปฏิบัติงานสหกิจศึกษา



รูปที่ 3 Single Line ของงาน



รูปที่ 4 lay out ห้องไฟฟ้า



รูปที่ 5 ทำการออกแบบและเขียนโคแอมของตู้ MDB



รูปที่ 6 ทำการถ่ายรูปเพื่อนำไปทำการเขียนแบบครั้งสุดท้าย



รูปที่ 7 การสอนนำเสนอผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา



รูปที่ 8 การสอนนำเสนอผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา



รูปที่ 9 การสอนนำเสนอผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา



8/11/25

การตรวจสอบการขโมยความคิด

สร้างเมื่อวันที่ 8 พ.ย. 2018 เวลา 22:03 น

ส่งข้อมูล

ID	วันที่ยื่น	ส่งมาโดย	องค์กร	ชื่อไฟล์	สถานะ	ดัชนีความคล้ายคลึงกัน
1030934	7 พ.ย. 2018 เวลา 22:03 น	kanokthep.cha@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	การออกแบบและเขียนแบบวงจรภายในตู้ไฟฟ้า. รูปแบบไฟล์ PDF	เสร็จ	0.00%

ภาพรวมการจับคู่

เลขที่	หัวข้อ	ผู้เขียน (S)	แหล่ง	ดัชนีความคล้ายคลึงกัน
--------	--------	--------------	-------	-----------------------

ไม่มีข้อมูลในตาราง



ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา : 5804200002
ชื่อ-นามสกุล : นายปณณกฤษ ไชยเพชร
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
ที่อยู่ : 503 หมู่ 3 ถ.สุขสวัสดิ์ แขวงจอมทอง
เขตจอมทอง จ.กรุงเทพมหานคร
ผลงาน : ออกแบบ เขียนแบบ และแก้ไขแบบตู้ MDB



รหัสนักศึกษา : 5804200012
ชื่อ-นามสกุล : นายชญเทพ ระคณา
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า
ที่อยู่ : 52/1 ถ.พุทธมณฑลสาย 1 แขวงบางระมาด
เขตตลิ่งชัน จ.กรุงเทพมหานคร
ผลงาน : ออกแบบ เขียนแบบ และแก้ไขแบบตู้ MDB