รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การเขียนแบบไฟฟ้าโดยแสดงเป็นแผนภาพเส้นเดียว

As Built Single Line Diagram For Electrical Plan

นายศุภกร เทียงแก้ว

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การเขียนแบบไฟฟ้าโดยแสดงเป็นแผนภาพเส้นเดียว
นักศึกษา	นายศุภกร เหียงแก้ว
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์นิเทศน์	ผศ.ดร.ดอน อิศรากร
ผู้นิเทศน์	คุณสมพงษ์ จันทร์สว่าง
สถานประกอบการ	บริษัท ซีบีแทค (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอแบบไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าภายในโรงงานที่มีส่วนประกอบของแบบ คือ Layout และ Single Line Diagram โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อปรับปรุงแบบไฟฟ้าของโรงงานให้มีความเป็นปัจจุบัน 2. ใช้แบบไฟฟ้าในการตรวจสอบความปลอดภัยของสถานประกอบการ 3. เพื่อความรวดเร็วในการเปลี่ยนแปลงและวางแผนปรับปรุงแก้ไข Layout ในอนาคต โดยเริ่มจากการเขียนโครงร่าง Layout ของระบบแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเก่า จากนั้นทำการเขียนแบบหน้าตู้ควบคุมไฟ ประกอบด้วยตู้ MDB และ ตู้ LP โดยจะเขียนในลักษณะ Single Line Diagram เมื่อบันทึกข้อมูลลงในแบบร่างในกระดาษแล้ว จะทำการดับไฟเพื่อหาจุดควบคุมของระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง จากนั้นจะนำมาเขียนแบบไฟฟ้าในโปรแกรม AutoCAD 2020 เพื่อให้แบบไฟฟ้าสามารถนำไปตรวจสอบความปลอดภัยและวางแผนต่อยอดในการเปลี่ยนแปลง Layout ของสถานประกอบการในอนาคตได้

คำสำคัญ : Layout, Single Line Diagram, MDB, LP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperation Title	As Built Single Line Diagram For Electrical Plan
Student	Mr. Supakron Heangkaew
Department	Instrumentation and Control engineering
Faculty	Engineering
Advisor	Asst.Prof.Dr.Don Isarakorn
Mentor	Mr.Sompong Jansawnag
Company	C.B.TACT (Thailand) Co.,Ltd.

Abstract

This report presents cooperative education, electric power plant control system with the establishment of the Single Line Diagram and Layout 1. Its purpose is to improve the electrical current. 2. Use the power to monitor the safety of the workplace. 3. For quick changes and plan amendments Layout in the future, start by writing an outline Layout of the lighting system. Electrical services The change from the old. Then, drawing fire control panel. MDB consists of cabinet and cabinet LP will be written in the Single Line Diagram When the data in the draft paper. To make a fire to find control points. Electrical and lighting system Then bring in AutoCAD 2020 Electrical power can lead to a security check and balance in the Layout plan for the establishment of the future.

Keywords : Layout, Single Line Diagram, MDB, LP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจศึกษาเรื่อง การเขียนแบบไฟฟ้าโดยแสดงเป็นแผนภาพเส้นเดียว มีผลสำเร็จได้นั้น เนื่องด้วยความอนุเคราะห์ของบริษัท ซีบีแทค(ประเทศไทย) จำกัด และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ในแผนกซ่อมบำรุงทุกคน ที่คอยให้คำปรึกษาและความรู้ต่างๆ พร้อมทั้งชี้แนะและช่วยเหลือทำให้ปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องตามหลักขั้นตอน จนโครงงานเล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มอบความรู้และโอกาสในการทำสหกิจศึกษาซึ่งทำให้ได้ประสบการณ์ต่างๆในการทำงานจริงตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์ โดยขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ทัตยา ปุคคละนันท์ อาจารย์นิเทศน์ ที่เป็นผู้มอบโอกาส ในการทำสหกิจศึกษาและมาเยี่ยมชมที่ บริษัท ซีบีแทค(ประเทศไทย) จำกัด รวมถึงได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ อันมีประโยชน์ต่อโครงงานเล่มนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนๆ สำหรับการสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจจนโครงงานเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

นายศุภกร เหียงแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูปภาพ VI
สารบัญตาราง VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 วิธีดำเนินการของโครงงาน 2
1.5 ประโยชน์ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 แบบไฟฟ้า (Electrical Drawing) 3
2.1.1 แบบงานจริง (Pictorial) 3
2.1.2 แบบผัง (Plan) 4
2.1.3 แบบไดอะแกรม (Diagram) 4
2.1.4 รายละเอียดแบบ (Detail Drawing)) 5
2.2 ระบบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า 6
2.2.1 ตู้ MDB (Main Distribution Board) 6
2.2.2 องค์ประกอบของตู้ MDB 6
2.2.3 แผงควบคุมไฟฟ้าย่อย LP (Load Panel) 11
2.2.4 Safety Switch 12
2.3 อุปกรณ์ในการตรวจสอบความปลอดภัย 16
2.3.1 เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด (Infrared Thermometer) 16
2.3.2 แคล้มป์มิเตอร์วัดค่าความต้านทานสายดิน (Earth Clamp Tester) 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 ปากกาตรวจสอบไฟแบบไม่ต้องสัมผัส 18
2.4 ซอฟต์แวร์ (Software) 19
2.4.1 AutoCAD 19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 20
3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบ 20
3.2 การเขียน Layout และ แบบไฟฟ้า 21
3.2.1 Layout 22
3.2.2 การเขียนแบบหน้าตู้จ่ายไฟ 24
3.2.3 การหาจุดควบคุม 26
3.2.4 การเขียนแบบไฟฟ้า 28
3.3 การตรวจสอบความปลอดภัย 33
3.3.1 ตรวจเช็คค่ากระแสและค่าความต่างศักย์ 33
3.3.2 วัดค่าอุณหภูมิขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ 33
3.3.3 วัดค่าความต้านทานของสายดิน 34
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 36
4.1 ผลการตรวจวัดค่ากระแส ค่าความต่างศักย์ และ ค่าความต้านทานสายดิน 36
4.2 ค่าความร้อนของขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ตู้ MDB 37
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 39
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 39
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข 39
5.3 ข้อเสนอแนะ 39
เอกสารอ้างอิง 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างภาพแบบงานจริง (Pictorial)	3
2.2 ตัวอย่างแบบผังไฟฟ้า (Electrical Plan)	4
2.3 ตัวอย่างแบบไดอะแกรม (Diagram)	5
2.4 ตัวอย่างรายละเอียดแบบ (Detail Drawing)-ระบบการต่อลงดิน (Grounding System Details)	5
2.5 โครงสร้างตู้ (Enclosure)	7
2.6 บัสบาร์ (Busbar)	8
2.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์(Circuit Breaker)	8
2.8 เครื่องวัดไฟฟ้า	9
2.9 Current Transformer(CT)	10
2.10 Pilot Lamp	10
2.11 ฟิวส์หลอดแก้ว	11
2.12 Load Panel 3 Phase	11
2.13 Load Panel 1 Phase	12
2.14 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ (RCBO)	13
2.15 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ (RCCB)	13
2.16 เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ-แบบความไวตัดกระแสคงที่	14
2.17 เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ-แบบปรับความไวตัดกระแสได้	15
2.18 เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว แบบตรวจจับกระแสรั่วไหล 20mA	15
2.19 เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรด	16
2.20 ตัวอย่างการวัดความต้านทานดิน	17
2.21 ตัวอย่างไดอะแกรมของวงจร	17
2.22 แคล้มมิเตอร์วัดค่าความต้านทานดิน รุ่น 4200	18
2.23 ปากกาตรวจสอบไฟแบบไม่ต้องสัมผัส	18
2.24 ตัวอย่างการใช้งาน AutoCAD	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบ 20
3.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบ (ต่อ) 21
3.3 ผังของโรงงานโดยแบ่งออกเป็น 9 โซน 22
3.4 ตัวอย่าง Layout 23
3.5 ตัวอย่าง Layout (ต่อ) 23
3.6 ตัวอย่างตู้ MDB ที่ทำการเขียนแบบหน้าตู้ 24
3.7 ตัวอย่างแบบหน้าตู้ MDB 25
3.8 ตัวอย่างตู้ LP ที่ทำการเขียนแบบหน้าตู้ 25
3.9 ตัวอย่าง RCCB (ซ้าย) และ RCBO (ขวา) 26
3.10 ตัวอย่างแบบหน้าตู้ LP 26
3.11 หลอดไฟที่หาจุดควบคุมจะเขียนแทนด้วยลูกศรชี้ไปทางสวิตช์ควบคุม 27
3.12 ตรวจเช็คไฟเต้ารับโดยให้ปากกวัดไฟแบบไม่สัมผัส 28
3.13 โปรแกรม AutoCAD 2020 28
3.14 หน้าหลักในการเขียนแบบไฟฟ้า 29
3.15 แบบ Layout ส่วนอาคารและส่วนโรงงานชั้น 1 ในโปรแกรม AutoCAD 2020 29
3.16 แบบ Layout ส่วนอาคารและส่วนโรงงานชั้น 2 ในโปรแกรม AutoCAD 2020 30
3.17 แบบ Layout ส่วนอาคารและส่วนโรงงานชั้น 3 ในโปรแกรม AutoCAD 2020 30
3.18 แบบ Layout ส่วนอาคารชั้น 4 ในโปรแกรม AutoCAD 2020 31
3.19 แบบ Single Line Diagram ของตู้ MDB 32
3.20 แบบ Single Line Diagram ของตู้ LP พร้อมกับวงจรตัดกระแสเหลือ 32
3.21 มิเตอร์แสดงค่ากระแสและความต่างศักย์แต่ละเฟส 33
3.22 ตำแหน่งขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่วัดค่าความร้อน 34
3.23 วัดค่าวามต้านทานสายดินโดยแคล้มป์มิเตอร์ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน 2
4.1 แสดงผลผลของการตรวจวัดค่ากระแส ความต่างศักย์ และ ค่าความต้านทานสายดิน 36
4.2 ค่าความร้อนของขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ตู้ MDB 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ล้วนมีการติดตั้งระบบไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงเครื่องจักรต่างๆ ในกระบวนการผลิตที่มีการใช้ไฟฟ้าโดยมีการใช้ไฟฟ้า 1 Phase และ 3 Phase โดยทั่วไปการติดตั้งระบบไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนสำนักงาน ส่วนการผลิต และ ส่วนบริเวณรอบโรงงาน โดยก่อนการตั้งติดตั้งนั้นต้องมีการคำนวณและวางแผนรวมถึงการใช้โปรแกรมเขียนแบบไฟฟ้าในแต่ละส่วนเพื่อลดต้นทุนค่าแรงค่าอุปกรณ์ อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ซึ่งการเขียนแบบนั้นเขียนไว้ด้วยโปรแกรม AutoCAD โดยแบบในแต่ละส่วนนั้นจะมีการเขียน Layout แสดงตำแหน่งโหลด เครื่องจักร ตู้ MDB (Main Distribution Board) และตู้ LP (Load Panel) ซึ่งแบบไฟฟ้าทางโรงงานใช้สำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าเป็นอันดับแรกและใช้สำหรับการเซ็นต์รับรองจากบุคคลากรไฟฟ้าจากภายนอกว่าแบบมีความปลอดภัย

แต่ด้วยทางโรงงานได้เกิดเหตุการไฟไหม้ขึ้นทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากในบางอาคาร และมีการปรับปรุงแก้ไขใหม่ แต่ในส่วนของแบบไฟฟ้านั้นทางโรงงานยังไม่มีการ As Built หรือการเขียนแบบไฟฟ้าขึ้นโดยมีการสร้างหรือติดตั้งระบบไฟฟ้าแล้ว จึงเป็นที่มาของโครงงานในครั้งนี้ที่จะเขียนแบบไฟฟ้าให้มีความเป็นปัจจุบันมากที่สุด เพื่อใช้ในการตรวจสอบความปลอดภัยและการปรับปรุงแบบต่อในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อทำการปรับปรุงแบบไฟฟ้าให้มีความเป็นปัจจุบัน
2. เพื่อใช้แบบไฟฟ้าสำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยของสถานประกอบการ
3. เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการวางแผนปรับปรุงแก้ไข Layout ในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. แบบไฟฟ้าสามารถใช้ตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าในโรงงานได้
2. ใช้แบบไฟฟ้าตรวจเช็ค Layout เพื่อความสะดวกและรวดเร็วเมื่อจะมีการเปลี่ยนแปลงของระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน															
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
1. ศึกษาแบบไฟฟ้าต่างๆของโรงงาน																
2. เขียนแบบ Layout ของโหลดต่างๆ																
3. หาจุดควบคุมของระบบไฟฟ้า																
4. เขียนแบบหน้าตู้ MDB และ LP																
5. เขียนแบบไฟฟ้าด้วยโปรแกรม AutoCAD 2020																
6. ตรวจเช็คความถูกต้องและความปลอดภัย																

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความใจเกี่ยวกับการเขียนแบบไฟฟ้า
2. สามารถนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมไปต่อยอดในอนาคตได้
3. ได้รับประสบการณ์ต่างๆ ในการทำงาน จากการลงมือปฏิบัติจริงในสถานประกอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

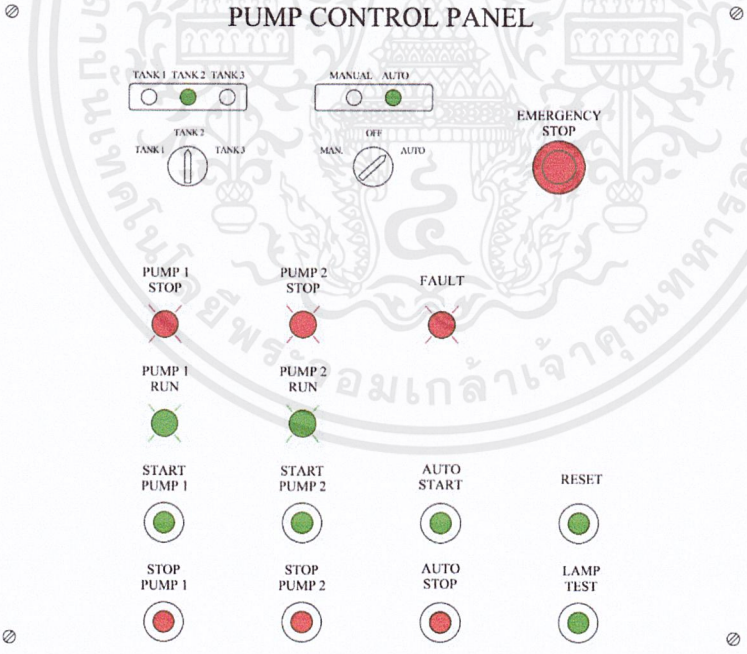
ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้องในการเขียนแบบไฟฟ้ารวมถึงอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบความปลอดภัยที่ได้นำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.1 แบบไฟฟ้า (Electrical Drawing)

แบบไฟฟ้า คือ แบบทางเทคนิคชนิดหนึ่ง (Technical Drawing) แบบไฟฟ้าจะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับระบบกำลังไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบการสื่อสาร สำหรับงานทางวิศวกรรมหรือทางสถาปัตยกรรม โดยแบบไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิดใหญ่ๆได้แก่

2.1.1 แบบงานจริง (Pictorial)

แบบงานจริง คือ แบบไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นภาพเสมือนงานจริง แบบจะแสดงให้เห็นตามลักษณะภายนอกของการติดตั้งทางไฟฟ้า หรือแสดงให้เห็นตามลักษณะภายนอกที่ตามองเห็นทุกประการ โดยจะมุ่งเน้นไปที่การแสดงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และจุดติดตั้งเป็นต้น โดยไม่ได้มุ่งเน้นไปที่การแสดงรายละเอียดของวงจรไฟฟ้าหรือรายละเอียดของการเดินสายไฟแต่อย่างใด

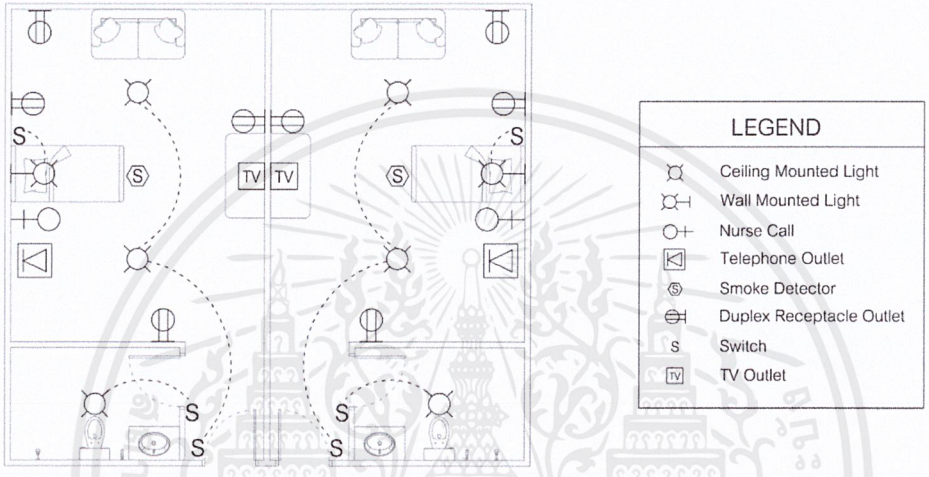


รูปที่ 2.1 ตัวอย่างภาพแบบงานจริง (Pictorial)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 แบบผัง (Plan)

แบบผัง คือ แบบไฟฟ้าที่แสดงด้วยภาพ 2 มิติ มีด้านกว้าง และด้านยาว แบบผังจะแสดงรายละเอียดต่างๆโดยการวัดเป็นมาตราส่วนเช่น แบบผังไฟฟ้ากำลัง (Power Plan) จะแสดงรายละเอียดว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น หลอดไฟ ปลั๊กไฟ สวิตซ์ไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ถูกติดตั้งอยู่ในจุดใดของพื้นที่บ้างโดยจะสัมพันธ์กับแบบทางสถาปัตยกรรมด้วย

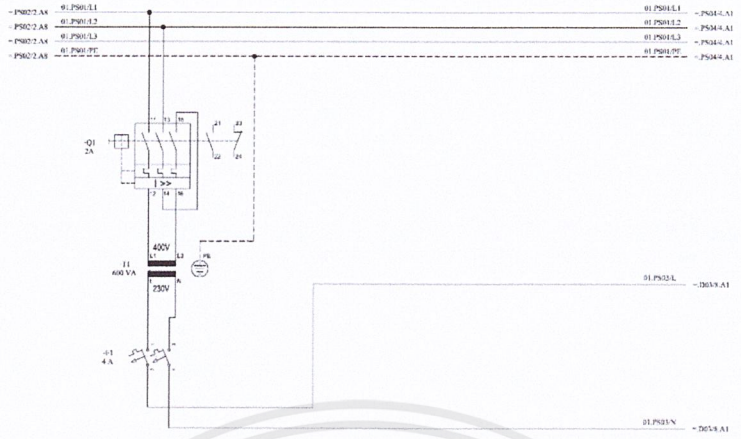


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแบบผังไฟฟ้า (Electrical Plan)

2.1.3 แบบไดอะแกรม (Diagram)

แบบไดอะแกรม คือ แบบไฟฟ้าที่แสดงทางเดินของสายไฟฟ้า การเดินสายของอุปกรณ์ไฟฟ้า ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ การต่อสายและการติดตั้งทางไฟฟ้าเป็นต้น เช่น แบบ Single Line Diagram แบบไดอะแกรมแผนผังการเดินสาย (Schematic Wiring Diagram)

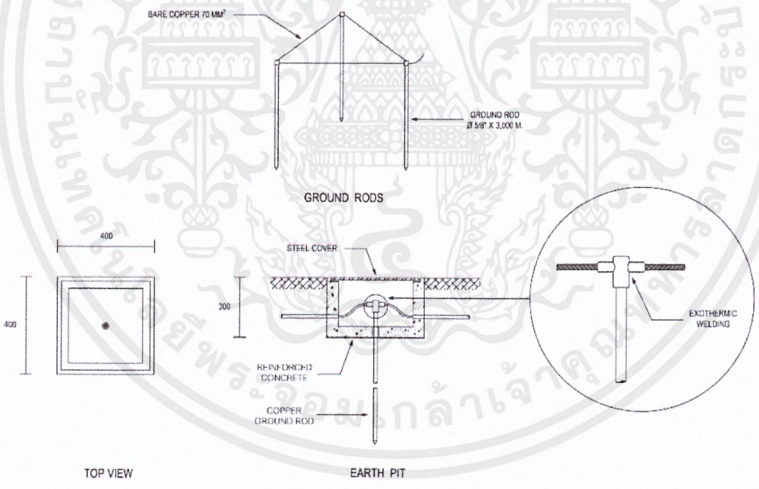
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแบบไดอะแกรม (Diagram)

2.1.4 รายละเอียดแบบ (Detail Drawing)

รายละเอียดแบบ คือ แบบไฟฟ้าที่แสดงถึงรายละเอียดต่างๆได้อย่างสมบูรณ์ เช่น สเปคต่างๆ (Specification) การติดตั้ง การเดินท่อ ตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า การต่อสายเป็นต้น



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างรายละเอียดแบบ (Detail Drawing)-ระบบการต่อลงดิน (Grounding System Details)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าภายในโรงงานนนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดขึ้น รวมทั้งระบบไฟฟ้ายังมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่างๆ อีกด้วย

2.2.1 ตู้ MDB (Main Distribution Board)

ตู้ MDB คือ ตู้สวิทช์บอร์ด (Switchboards) ซึ่งเป็นแผงแรกที่รับไฟจากการไฟฟ้าหรือด้านแรงต่ำของ หม้อแปลงจำหน่าย จึงเป็นตู้ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าต่างๆ เพื่อทำหน้าที่หลักคือจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังแผงย่อยต่างๆ (Sub Distribution Board) ของอาคารตามที่วิศวกรได้ออกแบบระบบไฟฟ้าไว้ เปรียบเสมือนหัวใจของมนุษย์ที่ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่ายกายนั่นเอง ซึ่งตู้ MDB จะมีขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ มักจะขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งภายในตู้นั้นๆ ขนาดของตู้จึงส่งผลต่อการใช้พื้นที่ในการติดตั้ง โดยทั่วไปตู้ MDB มักมีขนาดใหญ่และไม่มีการเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงมักวางกับพื้นหรืออาจจะทำฐานเพื่อวางตู้MDB ได้อย่างมั่นคง และที่สำคัญควรเว้นพื้นที่หรือช่องว่าง ระหว่างตู้กับผนังหรือสิ่งกีดขวางต่างๆ เพื่อให้การติดตั้งทำได้ง่าย และสามารถเข้าถึงได้สะดวกในกรณีที่ต้องตรวจสอบ บำรุงรักษา หรือใช้งาน

2.2.2 องค์ประกอบของตู้ MDB

องค์ประกอบสำคัญของอุปกรณ์ภายตู้ MDB มี 5 องค์ประกอบคือ

1. โครงตู้ (Enclosure)

ทำมาจากแผ่นโลหะประกอบเป็นโครงตู้ ซึ่งอาจเปิดได้เฉพาะด้านหน้า หรือเปิดได้ทุกด้าน ขึ้นอยู่กับการออกแบบและลักษณะการใช้งานเป็นสิ่งสำคัญ ทำหน้าที่ป้องกันอุปกรณ์ภายในตู้จากสิ่งต่างๆ และช่วยป้องกันไม่ให้ผู้ใช้งานสัมผัสส่วนที่มีกระแสไฟภายในตู้ โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญของโครงตู้ (Enclosure) ต้องมีความแข็งแรง ทนทานจากการกระแทก การกัดกร่อน ทนต่อความร้อนจากสภาพแวดล้อมและความผิดปกติในระบบ

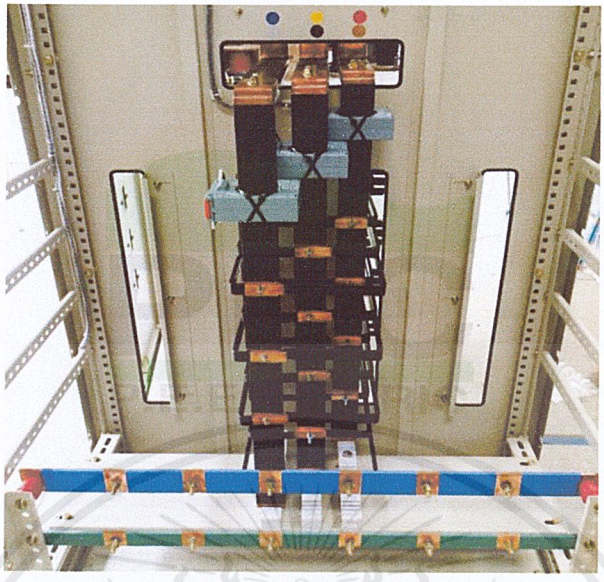
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 โครงสร้างตู้ (Enclosure)

2. บัสบาร์ (Busbar)

โลหะตัวนำไฟฟ้ามีทั้งชนิดที่ตัวนำทำด้วยทองแดงและอลูมิเนียม รูปร่างของบัสบาร์ที่นิยมใช้กันทั่วไปเป็นแบบ Flat คือ มีพื้นที่หน้าตัด เป็น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากติดตั้งง่าย ระบายความร้อนดีบัสบาร์ต้องรับและจ่ายกระแสไฟฟ้าในปริมาณมาก ดังนั้นบัสบาร์ (Busbar) ต้องมีความต้านทานต่ำ ความแข็งแรงต่อแรงดึง แรงอัดและแรงฉีก ความต้านทานต่อการล้า (Fatigue Failure) สูง ความต้านทานของแรงตึงผิว (Surface Film) ต่ำ เรียกได้ว่าเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญ

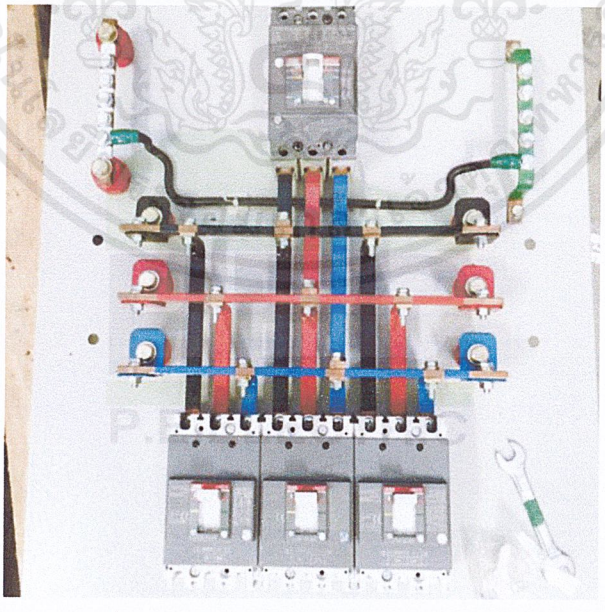
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 บัสบาร์ (Busbar)

3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าหากพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า เพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การเลือกเบรกเกอร์ควรพิจารณาขนาดความกว้าง ยาว สูง เพื่อให้ติดตั้งในตู้ได้อย่างเหมาะสมเป็นระเบียบ ค่ากระแส IC รวมถึงการจัด Co-ordination ด้วย



รูปที่ 2.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)

เครื่องวัดพื้นฐานที่ใช้ในตู้สวิทช์บอร์ดทั่วไป คือ โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ ใช้งานร่วมกับ Selector Switch เพื่อวัดแรงดันหรือกระแสในแต่ละเฟส พิกัดแรงดันของโวลต์มิเตอร์คือ 0-500V. ส่วนพิกัดกระแสของแอมมิเตอร์จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ Current Transformer เช่น 100/5A. เป็นต้น สำหรับตู้สวิทช์บอร์ดขนาดใหญ่อาจมี P.F. Meter, Watt Meter หรือ Var Meter เพิ่มเติมขึ้นอยู่กับการออกแบบตู้ซึ่งบางตู้ก็อาจติดตั้ง P.F. Controller เพื่อควบคุมค่า Power Factor ในวงจรด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานเป็นสิ่งสำคัญ

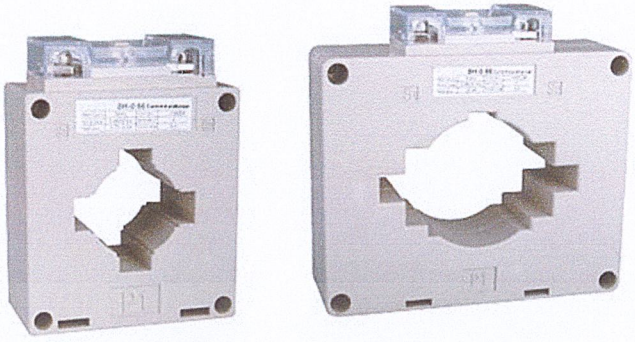
รูปที่ 2.8 เครื่องวัดไฟฟ้า

5. อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

อุปกรณ์ประกอบในตู้สวิทช์บอร์ดมีหลากหลายชนิดเช่น

1. Current Transformer (CT) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการวัดกระแสไฟฟ้าโดยต่อร่วมกับแอมมิเตอร์ โดยทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าหรือลดทอนกระแสไฟฟ้า (Step down) ที่จะวัดนั้นให้เหมาะสมกับพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดกระแสของเครื่องมือวัดรับได้ เช่น อัตราส่วน 15/5A, 50/5A, 150/5Aเป็นต้น โดยจะเลือก CT ตามขนาดของเมนเบรกเกอร์ โดยเลือกไม่ต่ำกว่าพิกัดของเมนเบรกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 Current Transformer(CT)

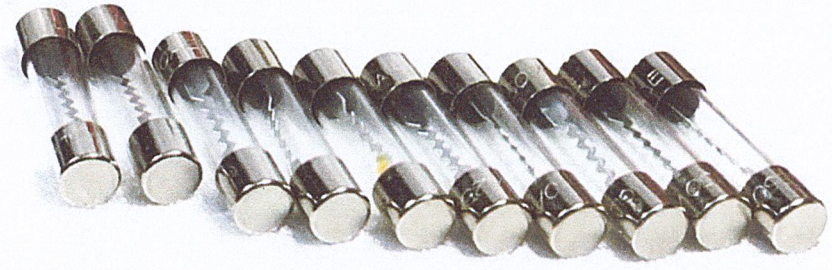
2. Selector Switch สำหรับตู้สวิตช์บอร์ด โดย Ammeter Selector Switch จะใช้ร่วมกับ CT และ Panel Ammeter เพื่อวัดกระแสในตู้สวิทช์บอร์ด

3. Pilot Lamp สำหรับตู้สวิตช์บอร์ด เป็นหลอดที่แสดงสถานการณ์ทำงาน เพื่อบอกให้รู้ว่ามีไฟจ่ายเข้ามายังตู้สวิทช์บอร์ดหรือไม่ Pilot Lamp มี 2 แบบ คือ แบบมีหม้อแปลงแรงดัน และแบบไม่มีหม้อแปลงแรงดัน แบบมีหม้อแปลงแรงดันจะลดแรงดันให้ต่ำลง เพื่อให้เหมาะสมกับแรงดันหลอดเช่น 220/6.3V. เป็นต้น

รูปที่ 2.10 Pilot Lamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Fuse สำหรับตู้สวิตช์บอร์ด ฟิวส์เป็นหลอดแก้ว ใช้ป้องกันวงจรเครื่องวัดไฟฟ้าและหลอด Pilot Lamp



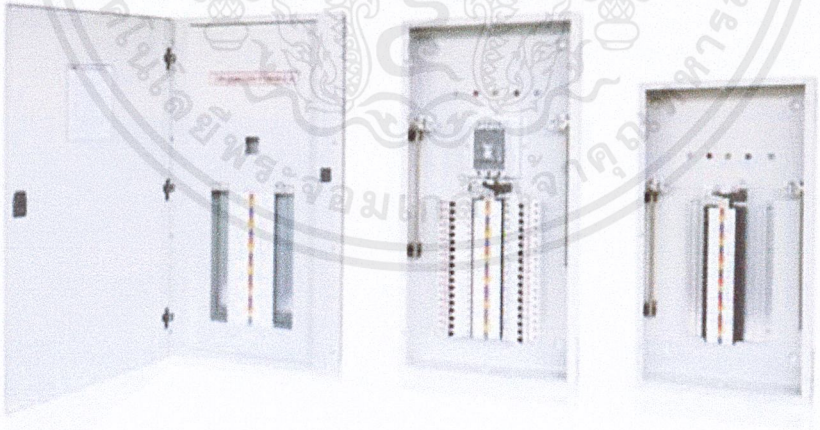
ภาพที่ 2.11 ฟิวส์หลอดแก้ว

5. ฉนวนรองบัสบาร์ สำหรับตู้สวิตช์บอร์ด เป็นฉนวนรอบรับบัสบาร์ โดยด้านหนึ่งยึดติดกับโครงตู้สวิทช์บอร์ด อีกด้านหนึ่งยึดบัสบาร์ไว้มีหลายชนิดให้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับบัสบาร์แต่ละแบบ

2.2.3 แผงควบคุมไฟฟ้าย่อย LP(Load Panel)

ใช้ควบคุมส่วนของวงจรไฟฟ้าย่อยในห้องที่ต้องการควบคุม Load Panel หรือในส่วนที่ต้องการควบคุมจะมี Circuit breaker หลายตัววางเรียงกันอยู่ในกล่องส่งผลให้มีขนาดเล็ก ในบางอาคารอาจใช้ Load Panel ควบคุมแทน SDB (Sub Distribution Board) โดยตู้ LP สามารถแบ่งได้ 2 แบบดังนี้

1. Load Panel 3 Phase เรียกว่า Load Center, LP เป็นแผง Circuit breaker ที่ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ มีหลายขนาดขึ้นอยู่กับจำนวนของ Load



รูปที่ 2.12 Load Panel 3 Phase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Load Panel 1 Phase เรียกว่า Consumer Unit เป็นแผงไฟฟ้าสำเร็จรูปนิยมใช้ในบ้านหรือสำนักงานขนาดเล็กที่ใช้ไฟฟ้าระบบ 1 เฟส 220 โวลท์

รูปที่ 2.13 Load Panel 1 Phase

2.2.4 Safety Switching

เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือพิเศษที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในบ้าน ซึ่งวงจรไฟฟ้าปกติทั่วไปทำไม่ได้ หน้าที่ของระบบและสวิตช์เหล่านี้จะช่วยตรวจสอบการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าโดยจะทำการตัดกระสไฟฟ้าอย่างรวดเร็วในกรณีที่เกิดการรั่วไหลหรือการลัดวงจรที่อุปกรณ์ไฟฟ้าจุดใดๆ ภายในบ้านซึ่งมีประโยชน์ในการป้องกันอันตรายจากไฟดูด และป้องกันอัคคีภัยที่จะเกิดขึ้นอย่างทันท่วงที

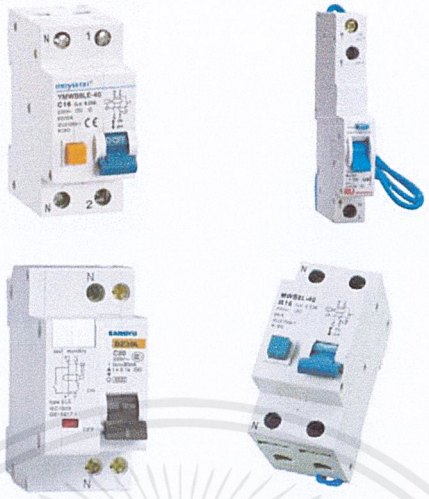
หลักการนี้จะแสดงวิธีการควบคุมและการใช้ระบบ Switching โดยเน้นการแยกหรือการใช้สวิตช์เดี่ยวที่เป็นอิสระเพื่อความยืดหยุ่นในการใช้งาน ทำให้สามารถเลือกระบบการควบคุมเพื่อความปลอดภัยที่เหมาะสม การออกแบบระบบแผงไฟฟ้าควบคุมเน้นการแยกโซนโดยคำนึงถึงความปลอดภัย ซึ่งระบบความปลอดภัยของไฟฟ้า (Safety Switching) ครอบคลุมถึง ระบบและอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

1. เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ
2. เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว

โดยเครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติและเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว หรืออาจเรียกรวมกันได้ว่าเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD - Residual Current Device) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

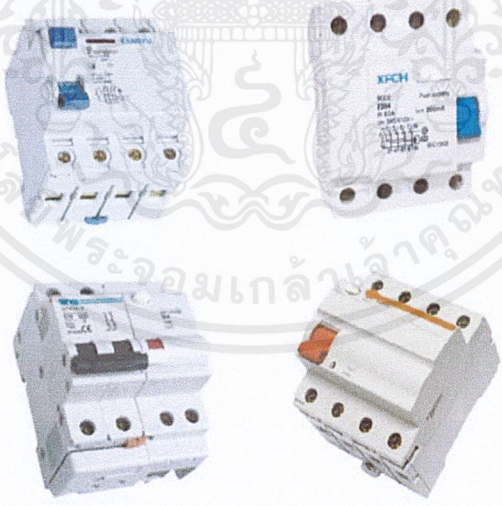
- เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (RCBO – Residual Current Operated Circuit Breaker with Integral Overcurrent Protection) คือเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือที่ออกมาให้ทำหน้าที่ป้องกันโหลดเกินและลัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ (RCBO)

- เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (RCCB – Residual Current Operated Circuit Breaker without Integral Overcurrent Protection) คือ เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือที่ไม่ได้ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันโหลดเกิน หรือ ลัดวงจร จึงต้องใช้ร่วมกับฟิวส์ หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยทุกครั้ง



รูปที่ 2.15 เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ (RCCB)

โดยที่กระแสเหลือ (Residual Current) คือ ผลรวมทางเวกเตอร์ของค่ากระแสไฟฟ้าขณะใดๆ (Instantaneous) ที่ไหลผ่านวงจรเมน (Main Circuit) ของ RCBO (แสดงเป็นค่ากำลังสองเฉลี่ย) โดยอุปกรณ์จะตัดวงจรเมื่อกระแสเหลือถึงค่าที่กำหนด (ค่ามาตรฐานของกระแสเหลือที่จะกำหนดให้ตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรไฟฟ้าโดยทั่วไปคือ 5 10 30 100 และ 500 mA) ภายใต้สภาวะที่กำหนด ตัวอย่างเช่น RCBO 30mA จะตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟรั่วเท่ากับ 30mA ภายในเวลา 0.04 วินาที เป็นต้น

1. เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ

เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้า เมื่อเกิดไฟฟ้ารั่ว ไฟฟ้าดูด ไฟฟ้าลัดวงจร หรือมีการใช้ไฟฟ้าเกินขนาด โดยมีหลายลักษณะให้เลือกตามการใช้งาน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1.1 เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ แบบความไวตัดกระแสคงที่ (Fixed Sensitivity) ทำงานโดยใช้วงจรตรวจความแตกต่างของกระแสไฟฟ้าเข้าและออก เพื่อตรวจสอบการรั่วไหลใช้ติดตั้งแทนสวิตซ์เบรกเกอร์เพื่อป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าเฉพาะจุด เช่น เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เครื่องทำน้ำอุ่น โดยตัดวงจรทั้งหมด (สาย Line และ Neutral) ที่จ่ายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า มีความไวในการตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินคงที่ 30 mA โดยมีระยะเวลาในการตัดวงจรไม่เกิน 0.05 วินาที

รูปที่ 2.16 เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ-แบบความไวตัดกระแสคงที่

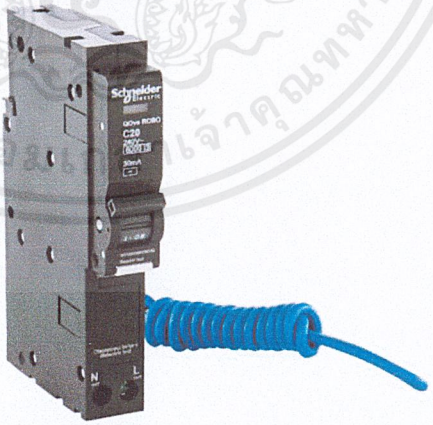
1.2 เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ แบบปรับความไวตัดกระแสได้ (Adjustable Sensitivity) ทำงานโดยใช้ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการใช้งานเพื่อตัดวงจรไฟฟ้าทั้ง 2 สาย (สาย Line และ Neutral) ที่เข้า Load Centre เครื่องสามารถเลือกปรับความไวเองได้ที่ 5 10 20 หรือ 30mA โดยมีระยะเวลาในการตัดวงจรไม่เกิน 0.05 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ-แบบปรับความไวตัดกระแสได้

2. เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระไฟฟ้ารั่ว

เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่เพิ่มฟังก์ชันการตรวจจับและตัดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน โดยสามารถติดตั้งในตู้ Consumer Unit หรือ Load Center แทนเซอร์กิตเบรกเกอร์ทั่วไปเพื่อตัดไฟเฉพาะวงจรย่อยที่เกิดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน เช่น วงจรย่อยเข้าห้องครัว หรือห้องน้ำที่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้ารั่วและเป็นอันตรายต่อคนสูง เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วจะทำงานตัดวงจรแบบขั้วเดียว (เฉพาะสาย Line) โดยแต่ละตัวถูกกำหนดระดับการตรวจจับกระแสรั่วไหลที่คงที่เช่น 10 16 20 หรือ 30mA



รูปที่ 2.18 เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว แบบตรวจจับกระแสรั่วไหล 20mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อุปกรณ์ในการตรวจสอบความปลอดภัย

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยในโรงงาน ซึ่งเมื่อใช้ตรวจสอบแล้วเกิดความผิดปกติจะสามารถมาแก้ไขและปรับปรุงจากแบบไฟฟ้าได้

2.3.1 เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด (Infrared Thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด คือการวัดอุณหภูมิจากการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุ บางครั้งเรียกว่าเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด, เทอร์โมมิเตอร์แบบไม่สัมผัส, เทอร์โมมิเตอร์แบบปืน หรือ เลเซอร์เทอร์โมมิเตอร์ (Laser thermometer) ในกรณีที่แสงเลเซอร์ถูกใช้ในการช่วยวัดอุณหภูมิ

Infrared Thermometer โดยทั่วไปอุปกรณ์ประเภทนี้จะประกอบไปด้วย เลนส์ (Lens) ทำหน้าที่รับรังสีอินฟราเรดจากวัตถุ หลังจากนั้นตัวตรวจจับ (Detector) จะทำหน้าที่แปลงรังสีอินฟราเรดเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าที่สามารถแสงผลเป็นหน่วยอุณหภูมิที่ต้องการได้ เครื่องมือวัดชนิดนี้ถูกใช้ในสภาวะแวดล้อมที่เทอร์โมคัปเปิล หรือโพรบสำหรับวัดอุณหภูมิทั่วไปไม่สามารถนำมาใช้งานได้ เช่นการวัดวัตถุที่กำลังเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา, วัตถุที่ล้อมรอบไปด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า, วัตถุที่อยู่ในระบบสุญญากาศ หรือในการวัดที่ต้องการการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

รังสีอินฟราเรด คือ รังสีประเภทหนึ่งที่มีอยู่ภายในสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum) รังสีประเภทอื่นๆ ที่มีอยู่ในสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าเช่น รังสีเอกซ์, แสง, ไมโครเวฟ, รังสีอุลตราไวโอเล็ต การใช้รังสีอินฟราเรดตรวจสอบอุณหภูมิ ได้โดยการที่วัตถุจะปล่อยพลังงานในรูปแบบรังสีอินฟราเรด (รังสีความร้อน) ถ้าวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมรอบๆ วัตถุนั้นมีระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกันเราสามารถวัดและนำมาใช้งานได้

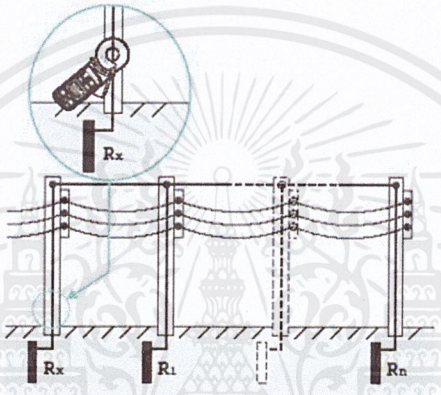
รูปที่ 2.19 เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 แคล้มป์มิเตอร์วัดค่าคความต้านทานดิน (Earth Clamp Tester)

โดยลักษณะทั่วไปนั้นสามารถวัดความต้านทานสายดินจาก 0.05 ถึง 1200โอห์ม โดยไม่ต้องใช้หลักดินเสริม (ระบบการต่อลงดินแบบรวม) มีฟังก์ชันตรวจสอบสัญญาณรบกวน (Noise Check Function) ฟังก์ชันนี้ตรวจหากระแสไฟที่มีผลกระทบต่อการวัดความต้านทานดิน แล้วแสดงผลเป็นข้อความบนหน้าจอ

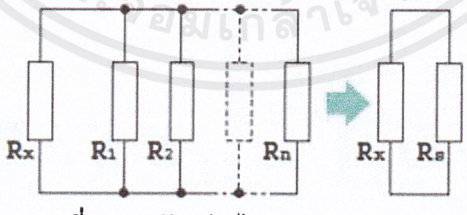
เครื่องวัดนี้จะทำการวัดความต้านทานดินต่อพื้นดิน ในแบบการต่อลงดินหลายจุด จากรูปจะให้ความทานดินของจุดที่ทำการทดสอบเป็น Rx และความต้านทานดินของจุดอื่นๆ เป็น R1, R2, ...Rn



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการวัดความต้านทานดิน

ความต้านทาน R1, R2, ...Rn จะถูกต่อเป็นแบบขนาน โดย Rs เป็นความต้านทานรวมของ R1, R2, ...Rn และให้ Rs มีค่าน้อยกว่า Rx ไดอะแกรมของวงจรเทียบเท่าจะเป็นดังนี้

$$R_s = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{R_i}}$$



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างไดอะแกรมของวงจร

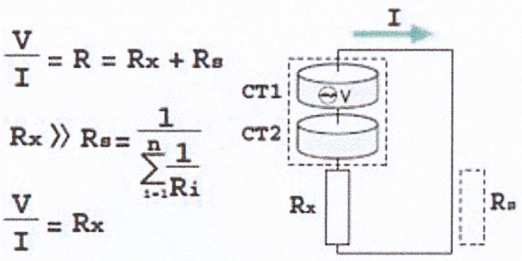
เมื่อใช้ก้ามปู (CT1) ป้อนแรงดันไฟ (V) ให้กับวงจรกระแส I จะถูกไหลตามความต้านทานดินจะสามารถคำนวณหาค่า R ได้หลังจากที่ได้มีการตรวจจับกระแสด้วยก้ามปูตัวอื่น (CT2) ในกรณีนี้ค่า R ที่แสดงบนจอ LCD จะถูกสมมติให้เป็น Rx เพราะ Rs ถูกสมมติให้มีค่าน้อยกว่า Rx จากสมการที่ (2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{V}{I} = R = Rx + Rs \qquad (2.1)$$

$$Rx \gg Rs = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{Ri}}$$

$$\frac{V}{I} = Rx$$



รูปที่ 2.22 แคล้มป์มิเตอร์วัดค่าความต้านทานดิน รุ่น 4200

2.3.3 ปากกาตรวจสอบไฟแบบไม่ต้องสัมผัส

ปากกาตรวจสอบไฟฟ้า AC แบบไม่สัมผัส มีไฟฉาย LED ความสว่างสูงในตัว ใช้ตรวจการปรากฏของแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 90 V AC ถึง 600 V AC เพียงจ่อปลายเข้าไปใกล้ที่ระยะ 2.5 - 38 cm จะสามารถบอกได้ว่าจุดนั้นมีแรงดันไฟฟ้าอยู่หรือไม่ ด้วยการเรืองแสงที่ปลายของด้าม และมีเสียงแจ้งเตือน

รูปที่ 2.23 ปากกาตรวจสอบไฟแบบไม่ต้องสัมผัส

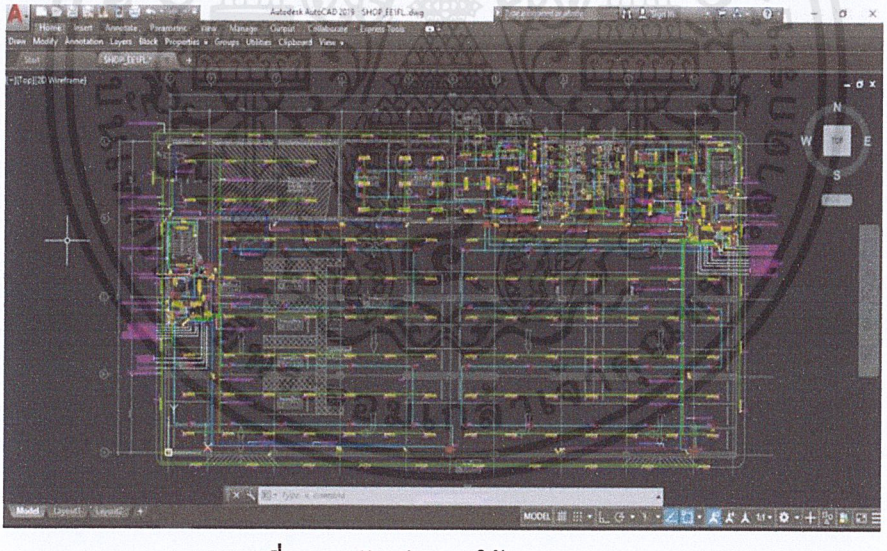
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ซอฟต์แวร์ (Software)

2.4.1 AutoCAD

เป็นซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Drafting/Design,CAD) ที่สามารถรองรับการทำงานทั้งใน 2 มิติ และ 3 มิติ บริษัทผู้พัฒนาคือ Autodesk แม้ในตลาดซอฟต์แวร์จะโปรแกรมประเภท CAD หลายโปรแกรม แต่ในงานออกแบบด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรมและอุตสาหกรรมต่างๆ ของหน่วยงานองค์กรทั้งของรัฐบาลและเอกชนทั่วโลกส่วนใหญ่จะนิยมใช้ AutoCAD เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ที่มีขีดความสามารถสูงในการสร้างแบบจำลองสามมิตินักออกแบบสามารถควบคุมการวาดเปลี่ยนมุมมองได้ในทุกทิศทางรอบแบบกำหนดคุณสมบัติภาพวาดได้ตามต้องการ ด้วยคำสั่งและเครื่องมือช่วยที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้ AutoCAD เป็นตัวเลือกที่ดีในงานที่มีความละเอียดและต้องการความแม่นยำสูง

นอกจากนี้ AutoCAD ยังมีชุดคำสั่งสำหรับสร้างให้แบบจำลองมีแสง เงา สีสันที่ดูเสมือนจริงได้ นับตั้งแต่เปิดตัว AutoCAD ได้มีเวอร์ชันต่างๆเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ละเวอร์ชั่นมีจุดเด่นเฉพาะ ที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการใช้งาน AutoCAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

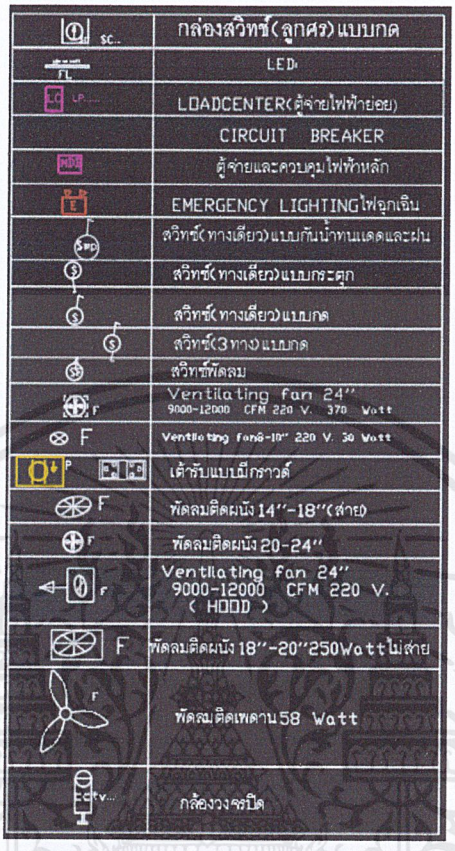
การดำเนินโครงงาน As Built Single Line Diagram For Electrical Plan เริ่มดำเนินงานด้วยการแก้ไข Layout ของตำแหน่งระบบไฟฟ้าต่างๆ เช่น ระบบแสงสว่างรวมถึงเครื่องจักร และทำการดับสวิตช์ไฟและเบรกเกอร์เพื่อหาจุดควบคุมระบบแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าต่างๆ จากนั้นทำการเขียนแบบหน้าตู้ MDB และ LP เมื่อได้ข้อมูลที่ครบถ้วนแล้วจึงเริ่มมาเขียนในโปรแกรม AutoCAD และในขั้นตอนสุดท้ายจะทำการตรวจสอบความปลอดภัยจากโหลดต่างๆ เพื่อให้มีความพร้อมใช้งานและมีความปลอดภัยมากที่สุด

3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบ

ก่อนที่จะทำการ AS Built นั้นจำเป็นต้องรู้จักสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ทางบริษัทได้ใช้ในการเขียน ซึ่งสัญลักษณ์นั้นจะแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตัวอย่างเช่น หลอดไฟ เต้ารับ เพื่อความเข้าใจและรวดเร็วในทำงานและการสื่อสารที่ถูกต้อง

รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

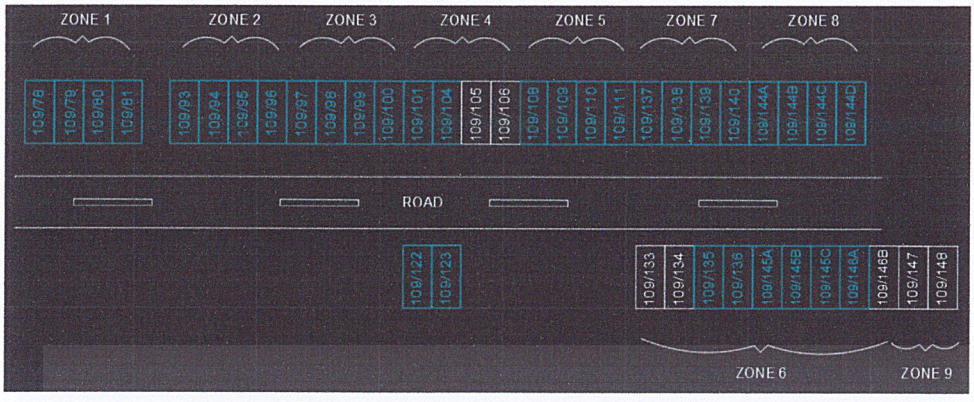


รูปที่ 3.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบ (ต่อ)

3.2 การเขียน Layout และ แบบไฟฟ้า

โดยก่อนที่จะทำการเขียนรายละเอียดต่างๆของระบบไฟฟ้าลงในปรแกรมนั้นต้องมีการร่างโครงร่างขึ้นมาก่อนเพื่อเป็นการให้ได้ Layout และข้อมูลต่างๆที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน Layout นั้นจะเขียนแยกเป็นตึกและแบ่งเป็นโซน เพื่อให้ตรวจเช็คง่ายโดยลักษณะของโรงงานจะมีลักษณะเป็นตึกแถว 4 ชั้น หันหน้าเข้าหากันเป็นแนวยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ผังของโรงงานโดยแบ่งออกเป็น 9 โซน

3.2.1 Layout

Layout คือการเขียนแบบแสดงตำแหน่งของระบบแสงสว่าง ไฟฟ้า และ เครื่องจักรโดยมีทั้งหมด 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. Layout ของระบบแสงสว่าง คือ ในส่วนของระบบแสงสว่างนี้จะประกอบไปด้วย ตำแหน่งของหลอดไฟลักษณะต่างๆ ภายในส่วนของสำนักงาน ส่วนโรงงาน และ ส่วนของบริเวณโรงงาน

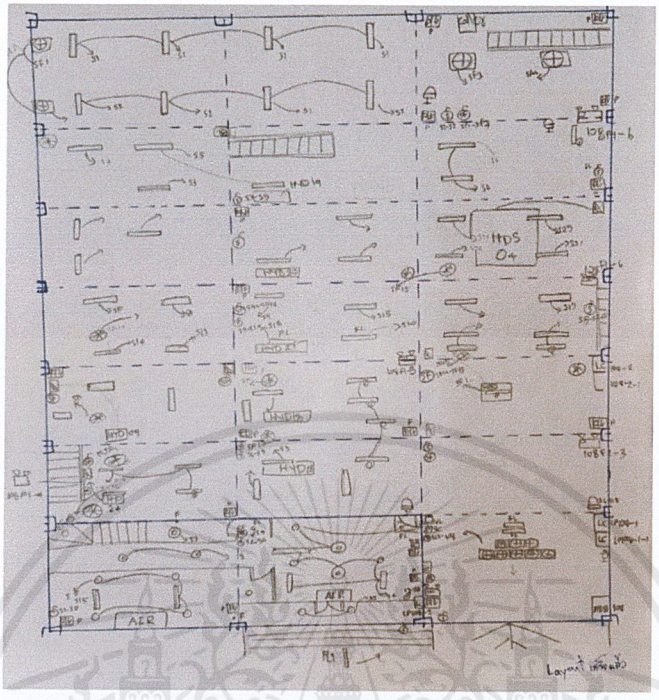
2. Layout ของระบบไฟฟ้าต่างๆ คือ ตำแหน่งของเต้ารับ บริเวณพื้นล่างและบริเวณบนราง Wireway ในส่วนของโรงงาน ไฟสำรอง ไฟฉุกเฉิน รวมถึงไฟทางออก

3. Layout ของตู้เมนไฟต่าง คือ ตู้ที่ทำการควบคุมระบบแสงสว่างและระบบไฟฟ้าโดยจะประกอบไปด้วย ตู้ MDB และตู้ LP

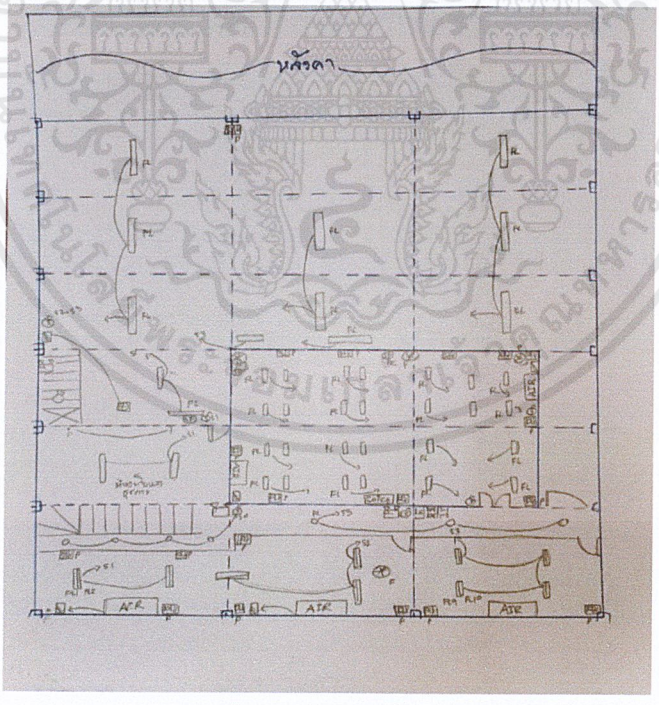
4. Layout ของเครื่องจักรต่างๆ คือ ตำแหน่งของเครื่องการในการจัดวางและจัดกลุ่มของเครื่องจักรที่มีลักษณะคล้ายกัน รวมไปถึง Conveyor ที่ใช้สำหรับการขนส่ง

โดย Layout ทั้ง 4 ส่วนนี้จะเขียนโครงร่างไว้ในกระดาษแผ่นเดียวกันและจะทำการเขียนแยกเป็นชั้นเพื่อง่ายต่อการตรวจเช็คและให้มีความสมบูรณ์หากมีการลืมบางส่วนให้ตรงตามความเป็นจริงก่อนที่จะเขียนในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ตัวอย่าง Layout



รูปที่ 3.5 ตัวอย่าง Layout (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเขียนแบบหน้าตู้จ่ายไฟ

แบบหน้าตู้เป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในระบบไฟฟ้า เพราะจะสามารถทราบได้ว่าไฟฟ้ามีแหล่งที่มาจากไหนและส่งไปยังที่ใด ทำให้สามารถเขียนแบบได้ถูกต้อง และจะทำให้ขั้นตอนการหาจุดควบคุมของระบบไฟฟ้านั้นสามารถหาได้รวดเร็วขึ้นและหากจุดควบคุมระบบไฟฟ้า หรือ แสงสว่าง ไม่ตรงกับแบบหน้าตู้แล้วนั้นจะสามารถแก้ไขได้ทันทีเพื่อให้มีความถูกต้อง โดยแบบหน้าตู้จ่ายไฟนั้นจะเขียนเป็น 2 แบบ คือ

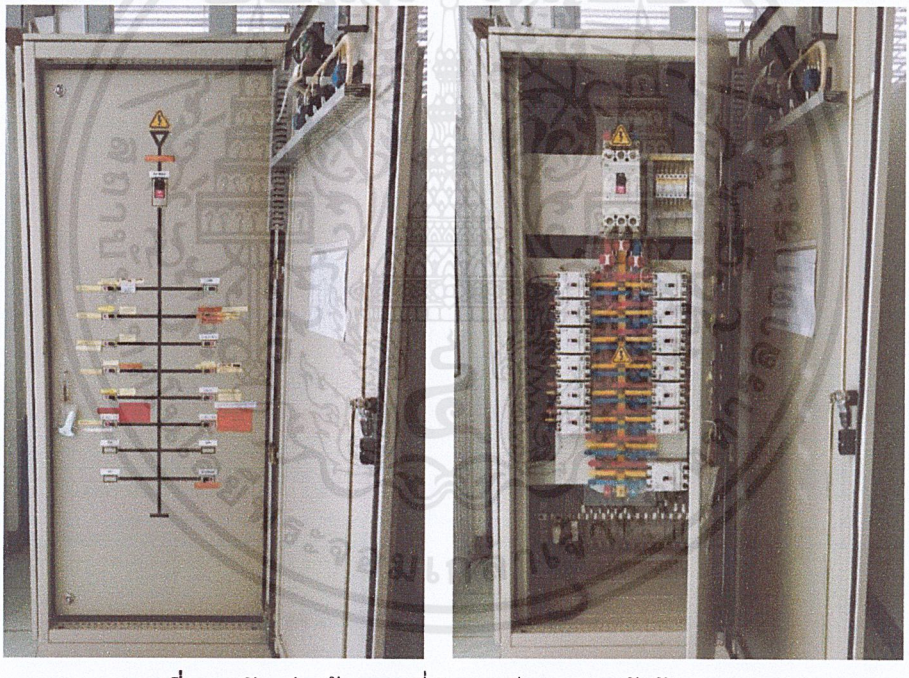
1. แบบหน้าตู้ MDB (Main Distribution Board)

ในการเขียนแบบหน้าตู้ MDB นั้นจะต้องประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆดังนี้ให้ครบถ้วน

1.1 ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์เมนและเซอร์กิตแผงย่อย

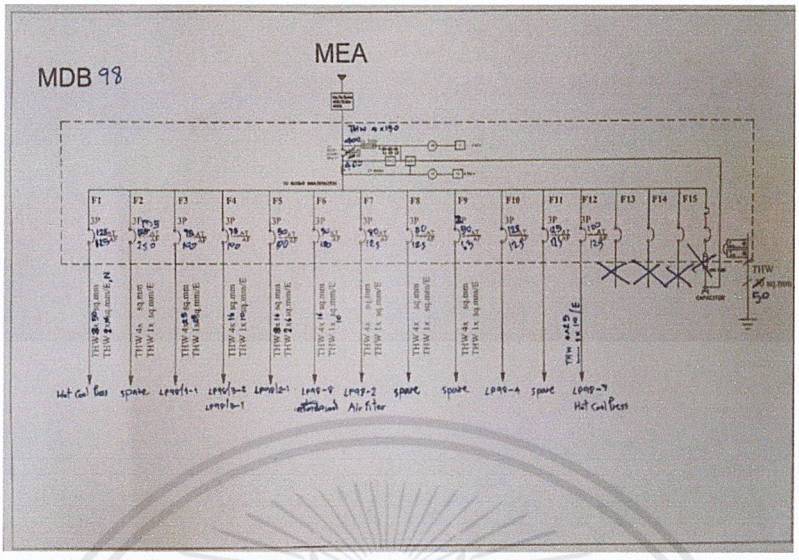
1.2 ขนาดและชนิดของสายไฟเมนและสายไฟแผงย่อยโดยจะมีสาย Line Neutral และ Ground

1.3 Tag ข้อความของเซอร์กิตเบรกเกอร์แผงย่อย



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างตู้ MDB ที่ทำการเขียนแบบหน้าตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างแบบหน้าตู้ MDB

2. แบบหน้าตู้ LP (Load Panel)

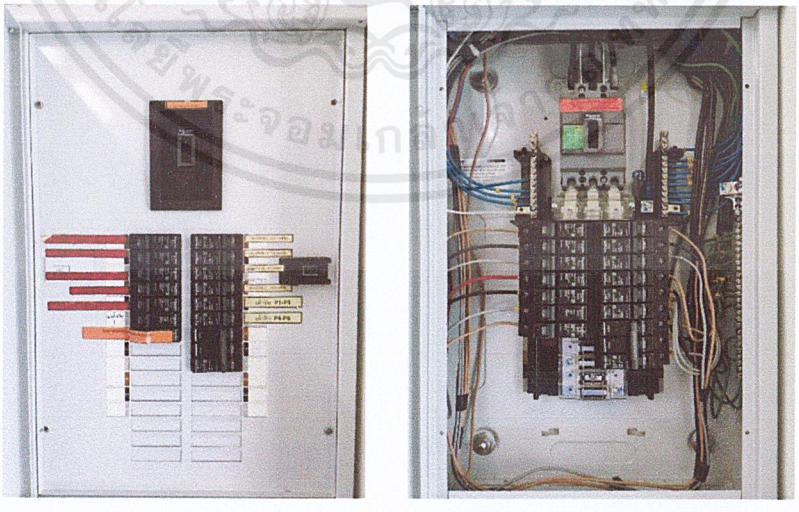
ในการเขียนแบบหน้าตู้ LP นั้นจะต้องประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆดังนี้ให้ครบถ้วน

2.1 ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่คุมอุปกรณ์ไฟฟ้า แสงสว่าง

2.2 ขนาดและชนิดของสายไฟโดยจะมีสาย Line Neutral และ Ground โดยจะต้องทำการถอดฝาตู้ออกเพื่อให้มองเห็นขนาดของสายไฟได้ชัดเจน

2.3 Tag ข้อความของเซอร์กิตเบรกเกอร์

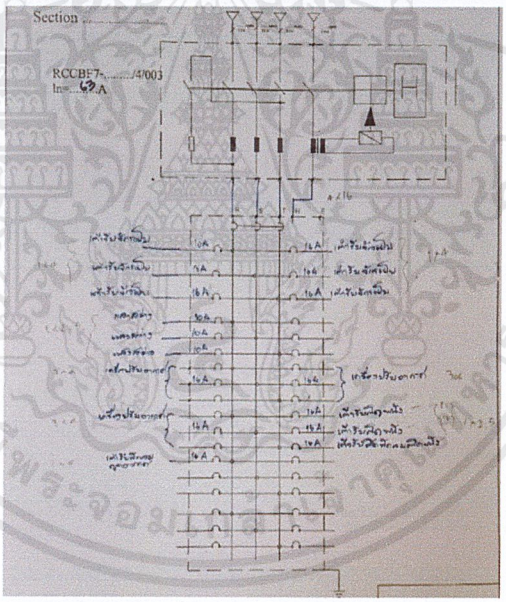
2.4 ชนิดเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือว่าเป็น RCCB หรือ RCBO ซึ่งจะติดตั้งอยู่กับตู้ LP



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างตู้ LP ที่ทำการเขียนแบบหน้าตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 ตัวอย่าง RCCB (ซ้าย) และ RCBO (ขวา)



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างแบบหน้าตู้ LP

3.2.3 การหาจุดควบคุม

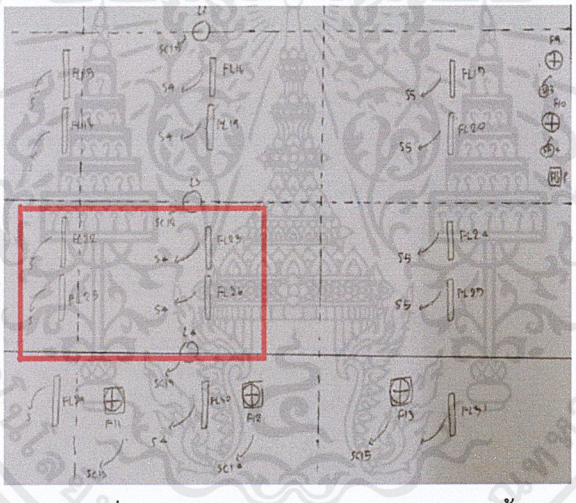
การหาจุดควบคุม คือ การทดสอบว่าระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง รวมทั้งไฟฉุกเฉินและสัญญาณเตือนภัยนั้นมีสวิตช์เปิดปิดอยู่ตำแหน่งใด และสวิตช์เหล่านั้นถูกควบคุมด้วยเซอร์กิตเบรกเกอร์ในตู้ LP ตัวใดและตู้ LP ตู้นั้นได้ถูกจ่ายไฟมาจากตู้ MDB ตู้ใด เพื่อที่เวลาระบบไฟฟ้าในพื้นที่นั้นมีปัญหาจะได้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบและตัดไฟเมื่อมีการซ่อมแซมได้อย่างถูกต้อง เพื่อทำให้มีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินมากยิ่งขึ้น โดยจะมีขั้นตอนการตรวจหาจุดควบคุมดังนี้

1. เลือกส่วนสำนักงานหรือส่วนโรงงานที่ต้องการจะหาจุดควบคุม ทำการจ่ายไฟหลักจากตู้ MDB โดยสังเกตุจากแบบหน้าตู้ที่ได้เขียนมา ว่าจ่ายไปยังตู้ LP ในส่วนของสำนักงานหรือโรงงานใดบ้าง เมื่อทราบแล้วทำการยกลูกเซอร์กิตเบรกเกอร์เพื่อจ่ายไฟไป

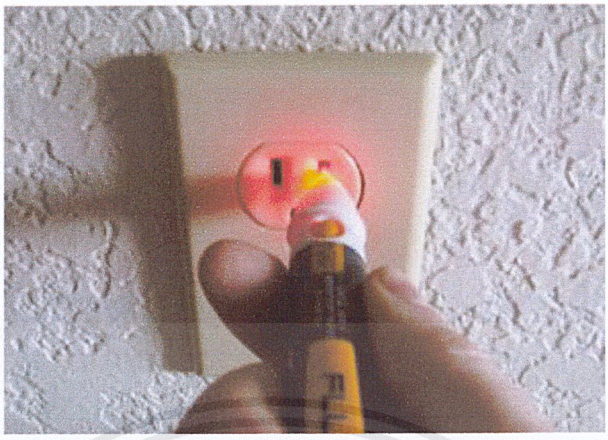
2. ยกลูกเซอร์กิตภายในตู้ LP ขึ้นทั้งหมดเพื่อจ่ายไฟไปยังโหลด จากนั้นทำการเปิดสวิตซ์ไฟทั้งหมดเพื่อให้สามารถหาจุดควบคุมได้ง่าย เมื่อเปิดครบทั้งหมดแล้วทำการปิดสวิตซ์ทีละอันเพื่อดูว่า 1 สวิตซ์ควบคุมหลอดไฟทั้งหมดกี่ดวง และตรงกับที่เขียน Tag ไว้ที่หน้าตู้ LP หรือไม่หากไม่ตรงให้ทำการแก้ไขในแบบหน้าตู้ที่ได้เขียนไว้ในกระดาษ ทำในลักษณะนี้จนครบทุกสวิตซ์ และทำการบันทึกลงในแบบ Layout ที่ได้ทำการเขียนไว้แล้วเพื่อนำไปเขียนในโปรแกรมต่อไป



รูปที่ 3.11 หลอดไฟที่หาจุดควบคุมจะเขียนแทนด้วยลูกศรชี้ไปทางสวิตซ์ควบคุม

3. ในส่วนของเต้ารับนั้นเราไม่สามารถตรวจเช็คด้วยสายตาได้ว่ามีไฟจ่ายมาหรือไม่ จึงจำเป็นต้องใช้ ปากกาตรวจสอบไฟแบบไม่ต้องสัมผัส ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 เพื่อตรวจสอบเป็นการลดความเสี่ยงของผู้ตรวจสอบด้วยแทนการใช้ไขควงวัดไฟแบบธรรมดา และทำในลักษณะเดียวกับหลอดไฟจรวจสอบว่าลูกเซอร์กิตเบรกเกอร์ว่าจ่ายไฟให้กับเต้ารับนั้นจริงหรือไม่ หากไม่ตรงให้ทำการแก้ไขและหาลูกเซอร์กิตที่ควบคุมเต้ารับนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ตรวจเช็คไฟเต้ารับโดยให้ปากกวัดไฟแบบไม่สัมผัส

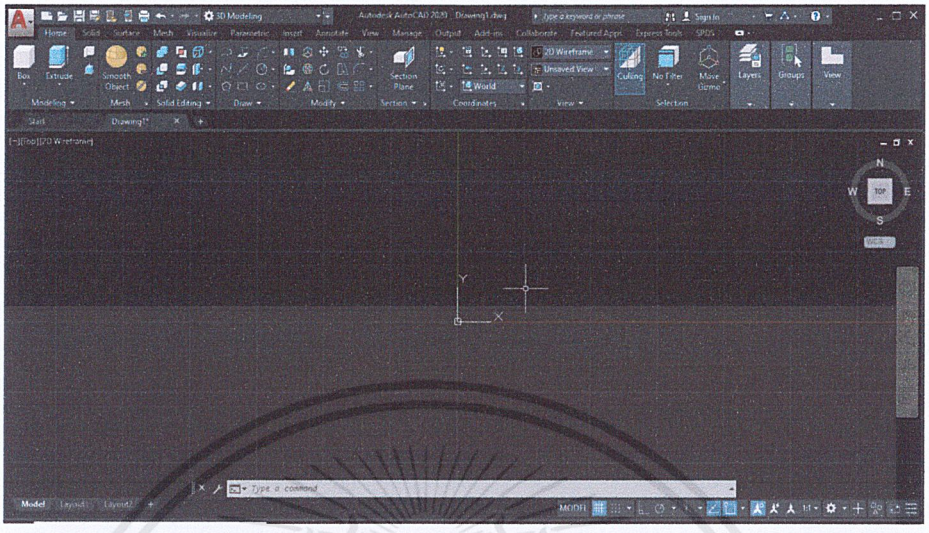
4. หากในส่วนสำนักงานหรือส่วนโรงงานที่ทำการหาจุดควบคุมอยู่นั้นมีโหลดต่างๆ เพิ่มเติม เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศ หรือเครื่องจักร ก็ทำการหาจุดควบคุมในลักษณะเดียวกัน

3.2.4 การเขียนแบบไฟฟ้า

เมื่อได้ข้อมูลของ Layout และ แบบหน้าตู้ MDB และ LP ครบถ้วนและถูกต้องแล้วจึงจะนำมาเขียนลงในโปรแกรม โดยในการเขียนจะใช้โปรแกรม AutoCAD 2020 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีฟังก์ชั่นครบถ้วนและไม่ซับซ้อน เมื่อเขียนเสร็จแล้วสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

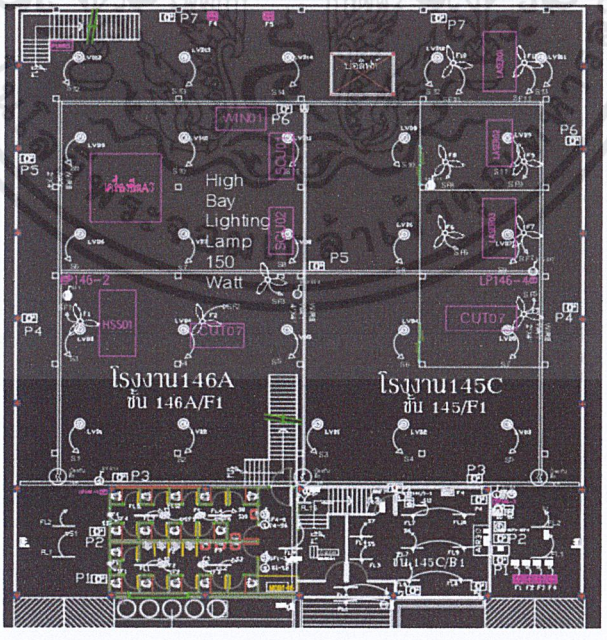
รูปที่ 3.13 โปรแกรม AutoCAD 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



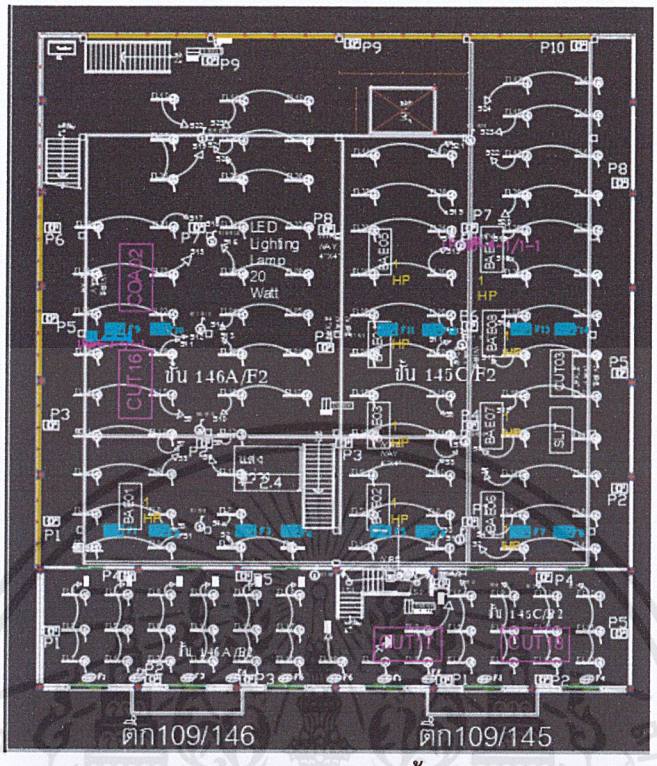
รูปที่ 3.14 หน้าหลักในการเขียนแบบไฟฟ้า

นำแบบ Layout ที่เขียนการจัดตำแหน่งต่างๆของระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่างรวมถึงเครื่องจักรและหาจุดควบคุมไว้จนครบถ้วนแล้ว นำมาเขียนใหม่อีกครั้งในโปรแกรม AutoCAD 2020 เพื่อให้มีความสวยงามพร้อมทั้งสื่อสารและเข้าใจได้ง่าย โดยตัวอาคารและโรงงานของบริษัท ซี.บี.แทค(ประเทศไทย) จำกัดจะมีลักษณะเป็นตึกแถว โดยตัวตึกนั้นจะมี 4 ชั้น และส่วนของโรงงานจะมี 2 ชั้นและ 3 ชั้นในบางตึก ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

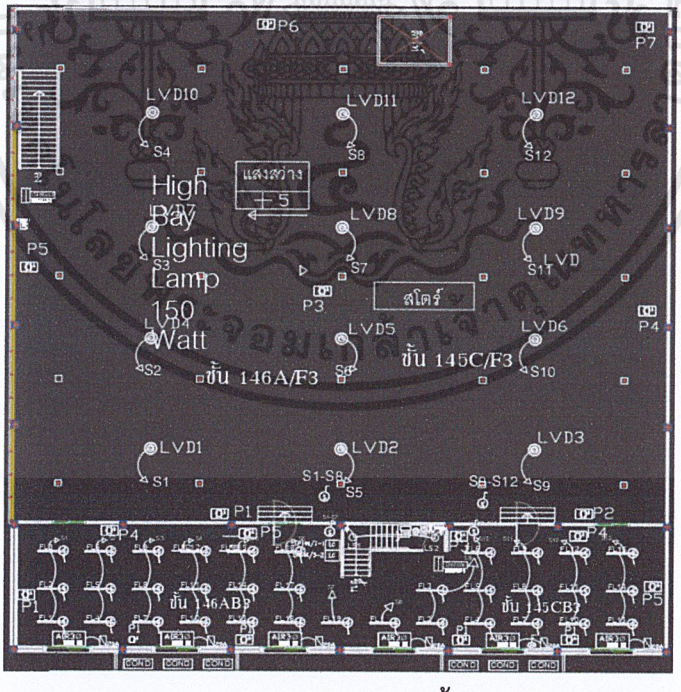


รูปที่ 3.15 แบบ Layout ส่วนอาคารและส่วนโรงงานชั้น 1 ในโปรแกรม AutoCAD 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

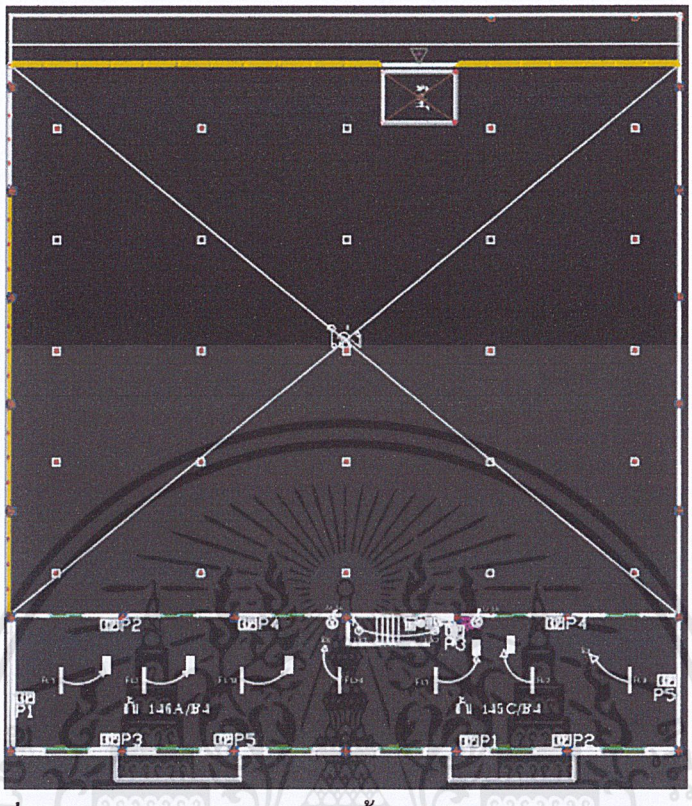


รูปที่ 3.16 แบบ Layout ส่วนอาคารและส่วนโรงงานชั้น 2 ในโปรแกรม AutoCAD 2020



รูปที่ 3.17 แบบ Layout ส่วนอาคารและส่วนโรงงานชั้น 3 ในโปรแกรม AutoCAD 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

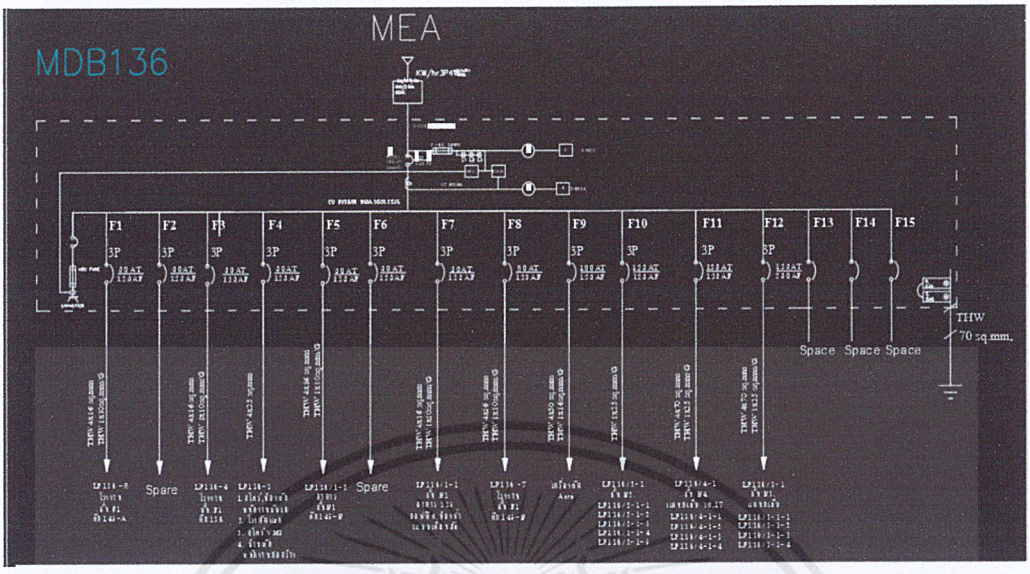


รูปที่ 3.18 แบบ Layout ส่วนอาคารชั้น 4 ในโปรแกรม AutoCAD 2020

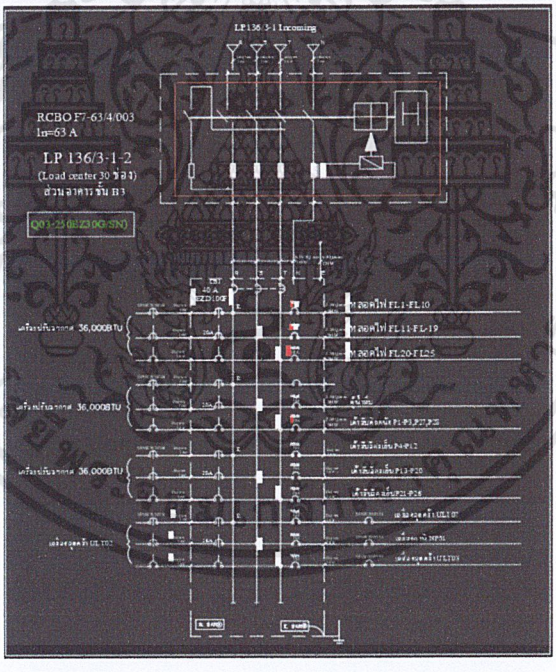
จากรูปตัวอย่างรูปที่ 3.13 จะเป็นการเขียนรวมในส่วนของสำนักงานและส่วนของโรงงานโดยจะใช้ตัวอักษรแทนในแบบโดย B (Building) คือ ส่วนของสำนักงานหรืออาคารและจะตามด้วยตัวเลข ซึ่งแทนชั้น เช่น B1 จะอ่านได้เป็นส่วนของอาคารชั้น 1 และ F (Factory) คือ ส่วนของโรงงานส่วนของการผลิต F1 จะอ่านได้ว่าส่วนของโรงงานชั้น 1 ส่วนตัวเลข 145C 146A จะเป็นชื่อของเลขที่ตึกนั้น ถ้านำมารวมกันทั้งหมด อย่างเช่น 145C/F1 คือ ตึก 145C ส่วนของโรงงานชั้นที่ 1

และเมื่อได้แบบของ Layout แล้วในส่วนต่อไปจะเขียนแบบของตู้จ่ายไฟหลัก MDB และ ตู้แผงย่อย LP ซึ่งจะเขียนในรูปแบบของ Single Line Diagram ตามแบบหน้าตู้ที่ทำไว้แล้ว แต่ในแบบของตู้ LP นั้นจะมีวงจรของเครื่องตัดวงจรกระแสเหลืออยู่ด้วยทุกตู้ เพราะเป็นการป้องการอันตราย เนื่องจากตู้ LP ภายในโรงงานนั้นมีจำนวนมาก ในทุกชั้นและทุกส่วนของโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แบบ Single Line Diagram ของตู้ MDB



รูปที่ 3.20 แบบ Single Line Diagram ของตู้ LP พร้อมกับวงจรตัดกระแสเหลือ

โดยตู้ LP ทุกตู้ภายในโรงงานจะมีการบอกชื่อตู้ไว้อย่างชัดเจนว่าชื่อตู้อะไร อยู่ชั้นใด และได้รับการจ่ายไฟมาจากตู้ใด เนื่องด้วยจำนวนตู้ที่มีจำนวนมากทำให้ง่ายต่อการติดตั้งและเข้าซ่อมบำรุงเมื่อเกิดปัญหาและจะมีวงจรของ RCBO หรือบางตู้จะเป็น RCCB อยู่ด้วยเสมอเพราะเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเป็นการคำนึงถึงความปลอดภัยให้มีการตัดไฟลัดวงจรที่รวดเร็วเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การตรวจสอบความปลอดภัย

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการใช้อุปกรณ์เครื่องมือ สำหรับตรวจวัดค่าต่างๆของตู้ MDB เพื่อให้ทราบว่าตู้ไฟฟ้าเหล่านี้มีความพร้อมใช้งานและความเสี่ยงน้อยที่สุดรวมไปถึงทดสอบเครื่องตัดวงจรกระแสเหลือว่ามีความรวดเร็วปกติหรือไม่ เนื่องด้วยทางโรงงานได้เคยเกิดไฟไหม้โรงงานเนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร จึงทำให้โรงงานได้มีมาตรการในการตรวจสอบขึ้นมา โดยหากพบว่าบริเวณใดมีความเสี่ยงหรือมีการใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป ก็จะทำการย้ายเฟสของโหลดไปยังเฟสอื่นๆ ซึ่งสามารถดูได้จากแบบไฟฟ้าที่เขียนไว้ เพื่อความรวดเร็วและได้ประสิทธิภาพ โดยในการตรวจสอบความปลอดภัยจะมีการตรวจดังนี้

3.3.1 ตรวจเช็คค่ากระแสและค่าความต่างศักย์

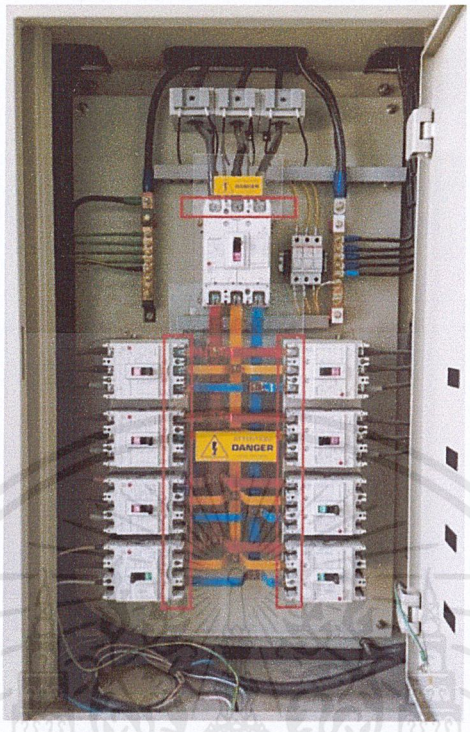
การตรวจเช็จนั้นจะตรวจเช็คตู้ MDB เพราะเป็นตู้ไฟหลักที่จ่ายไฟไปยังตู้แผงย่อย โดยจะมีลักษณะเป็นไฟ 3 เฟส ต้องตรวจเช็คว่าค่ากระแสและความต่างศักย์ในแต่ละเฟสนั้นมีค่าใกล้เคียงกันหรือไม่ หากมีเฟสเฟสหนึ่งมีค่าที่กระโดดจากเฟสที่เหลือจะต้องทำการบาลานซ์ (Balance) ให้มีค่าที่ใกล้กันโดยใช้วิธีการย้ายโหลด ย้ายตำแหน่ง ของการใช้ไฟเฟสนั้นๆ ซึ่งสามารถดูจากแบบไฟฟ้าได้ว่าโหลดชนิดใด หรือ เครื่องจักรใช้ไฟในเฟสนั้นอยู่ โดยแสดงไว้ในแบบ Single Line Diagram ค่ากระแสและค่าความต่างศักย์สามารถดูได้จากบริเวณหน้าตู้ MDB ซึ่งจะมีมิเตอร์ติดอยู่และมี Selector Switch สำหรับใช้เปลี่ยนเฟสเพื่อดูค่า

รูปที่ 3.21 มิเตอร์แสดงค่ากระแสและความต่างศักย์แต่ละเฟส

3.3.2 วัดค่าอุณหภูมิขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์

เมื่อสังเกตุและจดบันทึกค่ากระแสและความต่างศักย์แต่ละเฟสแล้ว จากนั้นจะทำการเปิดตู้ออกให้เห็นขั้วของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ควบคุมตู้แผงย่อยไว้ ซึ่งจะทำการตรวจเช็คค่าความร้อนที่ขั้วแต่ละเฟสเพื่อหาค่าความผิดปกติภายในตู้อีกครั้งว่าอุณหภูมิมีค่าสมดุลกันหรือไม่ ค่าอุณหภูมิไม่ควรห่างกันมาก โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด (Infrared Thermometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 ตำแหน่งขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่วัดค่าความร้อน

ในการตรวจวัดทั้งค่ากระแสค่าความต่างศักย์รวมไปถึงค่าของอุณหภูมินั้นการตรวจวัดจะต้องตรวจวัดในช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าเต็มกำลัง มีการเปิดใช้งานเครื่องจักรในไลน์ผลิต เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ พัดลม ซึ่งจะทำให้ได้ค่าการใช้ไฟสูงสุดและค่าที่ดีที่สุดเพื่อนำมาวิเคราะห์โดยเวลาที่เหมาะสมในการตรวจวัดคือ เวลา 10.00 น. ถึง 12.00 น. และช่วงเวลา 14.00 น. ถึง 16.00 น.โดยเลือกตรวจวัดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

3.3.3 วัดค่าความต้านทานของสายดิน

สายดินมีความสำคัญและมีประโยชน์ เนื่องจากสายดินจะป้องกัน ไม่ให้มีผู้ถูกไฟฟ้าดูดกรณีมีกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เนื่องจากกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าจะไหลลงดินทางสายดินโดยไม่ผ่านร่างกายผู้สัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น เป็นผลทำให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร และ/หรือไฟฟ้ารั่วจะตัดกระแสไฟฟ้าออกทันที โดยในการวัดค่าความต้านทานจะใช้ แคล้มมิเตอร์วัดค่าความต้านทานดิน (Earth Clamp Tester) รุ่น 4200 คล้องไปที่สายดินของตู้ MDB โดยค่าความต้านทานของสายดินที่ดีนั้นไม่ควรมีค่าเกิน 5 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.23 วัดค่าวามต้านทานสายดินโดยแคล้มป์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการตรวจวัดค่ากระแส ค่าความต่างศักย์ และ ค่าความต้านทานสายดิน

ผลของค่ากระแส ค่าความต่างศักย์โดยทำกันวัดทั้ง 3 เฟสจากมิเตอร์หน้าตู้ พบว่าค่านั้นไม่ได้ห่างกันมากมีค่าที่ใกล้เคียงกันทำให้พบว่ามีความปลอดภัย ซึ่งค่ากระแสที่มิเตอร์แรงต่ำของการไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้เพื่อเรียกเก็บค่าไฟมีความสามารถรองรับค่ากระแสได้ถึง 150A และค่ากระแสที่วัดได้ยังมีค่าที่ห่างจาก 150A อยู่มากส่งผลให้ระบบไฟฟ้าของโรงงานนั้นยังมีความปลอดภัย และค่าความต้านทานของสายดินก็มีค่าที่น้อยกว่า 5 โอห์มซึ่งเป็นผลดีเพราะยิ่งค่าความต้านทานสายดินมีค่าต่ำยิ่งปลอดภัย

ตารางที่ 4.1 แสดงผลผลของการตรวจวัดค่ากระแส ความต่างศักย์ และ ค่าความต้านทานสายดิน

MDB	กระแส (แอมป์)			ความต่างศักย์ (โวลต์)			ความต้านทานสายดิน (โอห์ม)
	R	S	T	R	S	T	
MDB78	36.45	40.32	34.5	391	392.5	392.4	1.04
MDB79	47.4	66.19	63.68	392.4	390.8	392.1	3.07
MDB80	35.75	36.01	43.76	391.9	393.8	392.8	3.22
MDB81	20.12	26.51	36.01	387.9	386.4	388.4	1.74
MDB93	91.35	84.72	80.25	394.6	393.1	392.9	1.5
MDB94	37.57	38.5	41.35	390.5	392	390.9	0.6
MDB95	17.1	24.9	22.98	392.5	391.6	391.5	1.42
MDB96	52	45.5	42.27	388.9	388.2	389.5	0.93
MDB97	9.38	6.45	7.47	394.5	394.3	393.3	2.41
MDB98	11.8	7.08	2.8	400.4	399.7	400.1	0.95
MDB99	50	49	52	393	393	391	2.56
MDB100	34.08	24.28	29.16	399.1	400.7	502.2	1.55
MDB104	1.42	4.31	0.61	407.5	405.4	404.7	1.35
MDB105	34.96	34.42	32.34	404.9	406.1	407.7	3.39
MDB108	51.14	43.68	56.78	397.4	382.6	395	1.18
MDB109	49.09	82.32	66.39	396.2	393.3	394.7	1
MDB110	21	14	18	400	396	398	2.25
MDB111	119.7	112.7	110.7	391.4	394.5	395.2	0.97
MDB122	17.37	15.32	18.33	398.9	399.9	401.6	1.18
MDB123	24.4	20.8	24.4	396.6	397.2	399.5	0.6
MDB133	37.7	39.36	37.81	392	393.9	394.6	1.66
MDB134	21.96	18.56	20.04	399.7	400.3	395.8	1.98
MDB136	122	151	126	390	390	390	0.7
MDB137	93.2	103	109.2	388.1	391.6	387.5	3.99
MDB138	56.8	40	33.7	390.1	391.6	390.5	0.27
MDB140	28.1	22.8	27.5	396	399	396	0.4
MDB 145	93	99	98	400	400	400	0.97
MDB 146	52.8	56.8	63.3	400	400	400	0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ค่าความร้อนของขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ตู้ MDB

ค่าความร้อนของขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์เมน ที่วัดได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด (Infrared Thermometer) โดยค่าที่ได้นั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีเฟสใดเฟสหนึ่งสูงหรือต่ำกว่าจนผิดปกติ โดยมาตรฐานของทางโรงงานได้ตั้งไว้ค่าของอุณหภูมิคือไม่ควรเกิน 44 เซลเซียสถ้าเกิน จะต้องมีการเฝ้าระวังเพราะอาจจะเกิดอันตรายได้

ตารางที่ 4.2 ค่าความร้อนของขั้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ตู้ MDB

MDB	อุณหภูมิ (เซลเซียส)		
	R	S	T
MDB78	36	38	38
MDB79	33	36	36
MDB80	36	36	37
MDB81	33	33	36
MDB93	38	38	36
MDB94	36	36	36
MDB95	33	34	33
MDB96	36	38	38
MDB97	33	33	33
MDB98	34	34	30
MDB99	36	38	38
MDB100	36	34	34
MDB104	33	33	33
MDB105	36	36	36
MDB108	38	38	38
MDB109	34	38	37
MDB110	34	33	33
MDB111	39	38	38
MDB122	34	34	34
MDB123	34	33	33
MDB133	36	37	37
MDB134	33	33	34
MDB136	38	40	38
MDB137	38	38	38
MDB138	37	36	34
MDB140	33	33	33
MDB145	36	36	36
MDB 146	37	37	38

แบบไฟฟ้าที่ได้ As Built ใหม่และเขียนลงในโปรแกรม AutoCAD 2020 นั้นเสร็จสมบูรณ์และพบว่าเมื่อทางโรงงานจะติดตั้งระบบไฟฟ้า หรือ เพิ่มเติมระบบแสงสว่างนั้นสามารถใช้แบบไฟฟ้าเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจัดการและวาง Layout รวมทั้งแบบ Single Line Diagram ของการควบคุมระบบไฟ ซึ่งสามารถใช้สื่อสารให้ช่างภายในแผนก ผู้รับเหมาภายนอกได้ใช้แบบในการทำงานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานการเขียนแบบไฟฟ้าโดยแสดงเป็นแผนภาพเส้นเดียว (As Built Single Line Diagram For Electrical Plan) จัดทำขึ้นเพื่อให้แบบไฟฟ้าของโรงงานนั้นมีความเป็นปัจจุบันโดยมีและการตรวจเช็คความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าในโรงงานรวมถึงความสะดวกในการปรับเปลี่ยนแบบไฟฟ้าในอนาคต

จากการทำโครงงานเขียนแบบไฟฟ้าในครั้งนี้ได้รับการอนุมัติจาก บริษัท ซีบีแทค(ประเทศไทย) จำกัดให้ทำการเขียนและปรับปรุงแบบไฟฟ้าให้มีความเป็นปัจจุบัน โดยแบบที่เขียนเสร็จสมบูรณ์แล้วนั้นสามารถใช้ตรวจสอบความปลอดภัยและมีความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงระบบไฟฟ้าในอนาคตและสามารถใช้สื่อสารให้ช่างภายในแผนก ผู้รับเหมาภายนอกได้ใช้แบบในการทำงานจริงได้

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

1. เวลาในการเขียนแบบไม่เพียงพอเนื่องจากมีโปรแกรมเขียนแบบเฉพาะคอมพิวเตอร์ของผู้จัดการแผนกเครื่องเดียว ทำให้ต้องรอเวลาผู้จัดการเลิกงานจึงจะสามารถมาเขียนแบบได้ แนวทางแก้ไข คือ ควรมีการติดตั้งโปรแกรมไว้ที่คอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ภายในแผนกเพื่อความสะดวกและต่อเนื่องในการเขียนแบบ

2. เนื่องจากระบบแสงสว่างภายในโรงงานนั้นมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย Layout ที่ทำการเขียนร่างไว้จึงต้องแก้ไขบ่อยเพื่อให้มีความถูกต้อง แนวทางแก้ไข ควรให้ช่างภายในแผนกที่ได้ทำแก้เปลี่ยนแปลงระบบแสงสว่างมาแจ้งว่าเปลี่ยนแปลงจุดใดไป และแก้ไขในแบบ Layout เพื่อการหลงลืม

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การวางแผนการการดำเนินงาน มีความสำคัญต่อการทำโครงงานเป็นอย่างมาก ต้องมีการวางแผนเผื่อระยะเวลาไว้ เนื่องจากในการดำเนินการอาจจะเกิดปัญหาระหว่างขั้นตอนต่างๆได้ ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินงานต้องมากขึ้นซึ่งอาจไม่ทันกับเวลาที่วางไว้

2. การวางตัวภายในองค์กรมีความสำคัญในการทำงานและส่งผลต่อเนื่องในการทำงาน

3. การสื่อสารการทำงานควรสื่อสารให้มีความเข้าใจในงานที่ได้รับมอบหมายหากมีการสงสัยหรือไม่มั่นใจในงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดและมีปัญหาตามมาภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] แบบไฟฟ้า (Electrical Drawing) เข้าถึงได้จาก:
https://www.electric108.com/article/2/electrical-drawing

[2] ตู้ MDB (Main Distribution Board) เข้าถึงได้จาก:
https://www.pe-electric.com/th/articles/20-main-distribution-board

[3] ตู้ LP (Load Panel) เข้าถึงได้จาก:
http://www.engineerfriend.com/2011/articles/ -load-panel-lp/

[4] เซอร์กิตเบรกเกอร์กันดูดตัดไฟ เข้าถึงได้จาก:
https://www.pmk.co.th/shop

[5] อุปกรณ์ในการตรวจสอบความปลอดภัย เข้าถึงได้จาก:
http://kyoritsu-thailand.net/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้