รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบลำเลียงปูน
The Installation Design of Manual Transfer Switch for Mortar Conveyor Systems

นายปองพิชัย จงชนะชววัฒน์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบลำเลียงปูน

The Installation Design of Manual Transfer Switch for Mortar Conveyor Systems

นายปองพิชัย จงชนะชววัฒน์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบลำเลียงปูน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายปองพิชัย จงชนะชววัฒน์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารนิเทศ ดร.วิวัฒน์ เกยูรวงศ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายสถาพร นาคง

สถานที่ประกอบการ บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากบริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) แผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม ได้มอบหมายหน้าที่ในการออกแบบการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบลำเลียงปูน เนื่องจากห้องไฟที่หม้อบดปูน 1 (G1) เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับวงจรกำลัง วงจรควบคุม และ PLC ของมอเตอร์ระบบลำเลียงของเตา 5 และเตา 6 ทำให้หากทำการบำรุงรักษา (Preventive Maintenance : PM) หรือเกิดเหตุขัดข้องกับหม้อแปลง จะทำให้ระบบลำเลียงภายในโรงงานหยุดลง เพื่อไม่ให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว จึงต้องติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า โดยทำการศึกษาระบบลำเลียงปูนจากหน้าจอ SCADA และแบบในระบบไฟฟ้า เพื่อนำมาคำนวณโหลดที่ใช้ในระบบลำเลียงปูน ออกแบบการดัดแปลงวงจรภายในตู้ควบคุมมอเตอร์ เลือกขนาดสายป้อนและเซอร์กิตเบรกเกอร์ ซึ่งจากการศึกษาทำให้ได้ถึงแนวทางในการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบลำเลียงปูน

คำสำคัญ : หม้อบดปูน, การบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: The installation design of manual transfer switch for mortar conveyor systems

Student intern name: Mr. Pongpichai Jongchanachawawat

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor name: Dr. Wiwat Keyoonwong

Mentor name: Mr. Sathaporn Nakong

Company: Chememan Co., Ltd.

ABSTRACT

This study was supported by Chememan Co., Ltd. electrical maintenance and instrumentation division which assigned to design the installation of manual transfer switch for mortar conveyor systems. Due to the electrical room at Grinder Mill 1 (G1) is the power source for power circuits, control circuits and PLCs of the motors in the conveyor systems of Kiln 5 and Kiln 6. During in preventive maintenance or cause failure with the transformer . It will effect the conveyor systems stop Therefore, in order to prevent that incidents.It is necessary to install the manual transfer switch. By studying the mortar conveyor systems from SCADA screen and the electrical system designs to calculate loads that used in the mortar conveyor systems, to design modification of the circuits inside the motor control center, to select the size feeder and circuit breaker and the path of installing the manual transfer switch for the mortar conveyor systems.

Keywords: Grinder Mill, SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้บรรลุวัตถุประสงค์เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ดร.วิวัฒน์ เกยูรวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้คอยคำปรึกษา ชี้แนะ ดูแล และให้ข้อคิดในการแก้ไขปัญหา รวมถึงช่วยตรวจทาน แก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ของปริญญานิพนธ์ และบริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) ที่มอบโอกาสในการเข้ามาทำสหกิจศึกษาประจำปีการศึกษา 2561 นี้ รวมถึงคุณสถาพร นาคง ซึ่งเป็นผู้ดูแลและควบคุมการทำสหกิจศึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา สอนในเรื่องที่จำเป็นในการทำงาน และบอกถึงจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไข ตลอดระยะเวลาในการทำโครงงาน และสุดท้ายผู้จัดทำขอขอบพระคุณคนในครอบครัวเป็นอย่างสูง ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนในด้านต่าง ๆ มาโดยตลอด จนเกิดเป็นแรงผลักดันในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ปองพิชัย จงชนะชววัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 SCADA 5

2.2 การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า 7

2.2.1 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (collective maintenance) 7

2.2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (preventive maintenance) 7

2.3 สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 8

2.3.1 Manual Transfer Switch (MTS) 8

2.3.2 Automatic Transfer Switch (ATS) 8

2.4 วงจรมอเตอร์ 8

2.4.1 วงจรกำลัง (Power Circuit) 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 วงจรควบคุม (Control Circuit) 9
2.5 มาตรฐานทางไฟฟ้า 10
2.6 แผ่นป้ายมอเตอร์ 13
2.7 มาตรฐานประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า 14
2.7.1 ประเภทมอเตอร์ที่ถูกมาตรฐานบังคับ 14
2.7.2 ประเภทมอเตอร์ที่ได้รับการยกเว้นจากมาตรฐาน 15
2.7.3 วันที่เริ่มบังคับใช้มาตรฐานประหยัดพลังงาน 15
2.7.4 IEC efficiency standard 15
2.7.5 ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพมอเตอร์ 16
2.8 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 16
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 18
3.1 ศึกษาระบบลำเลียงปูนภายในโรงงาน 18
3.2 ศึกษาแบบในระบบไฟฟ้าของห้องไฟที่ G1 19
3.3 ศึกษาหน้างานภายในห้องควบคุมระบบไฟฟ้า 27
3.3.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรกำลัง 28
3.3.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรควบคุม 29
3.3.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของไฟเลี้ยง UPS สำหรับวงจร PLC 31
3.4 เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 32
3.5 คำนวณโหลดของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 34
3.5.1 สายพานลำเลียง 1 (Belt Conveyor 1) 34
3.5.2 สายพานลำเลียง 2 (Belt Conveyor 2) 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 สายพานลำเลียง 3 (Belt Conveyor 3) 35
3.5.4 ถุงกรองฝุ่น 1 (Bag Filter 1) 36
3.5.5 โรตารี่วาล์ว (Rotary Valve) 36
3.5.6 กระพ้อลำเลียง 1 (Bucket Elevator 1) 37
3.5.7 กระพ้อลำเลียง 2 (Bucket Elevator 2) 37
3.5.8 สายพานลำเลียง 4 (Belt Conveyor 4) 37
3.5.9 ถุงกรองฝุ่น 1 (Bag Filter 1) 38
3.5.10 วงจรควบคุมของมอเตอร์ 38
3.5.11 UPS 39
3.6 เลือกขนาดสายของวงจรที่ต่อกับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 40
3.8 เลือกขนาดสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 42
บทที่ 4 ผลการวิจัย 44
4.1 ตารางโหลด 44
4.2 ไดอะแกรมเส้นเดียว 45
4.3 รายละเอียดการติดตั้ง 46
4.3.1 สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 46
4.3.2 สายป้อนของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 46
4.3.3 ส่วนของโหลดที่นำมาต่อเข้ากับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 50
5.1 สรุปผลการวิจัย 50
5.2 ข้อเสนอแนะ 50
บรรณานุกรม 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก 3
ภาคผนวก ก.....4
ภาคผนวก ข.....5
ภาคผนวก ค.....6
ประวัติผู้เขียน.....7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดและมาตรฐานต่าง ๆ 10
ตารางที่ 3.1 แสดงเลขรหัสเซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรกำลังและวงจรควบคุม 25
ตารางที่ 3.2 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏในแต่ละเฟสของโหลด 39
ตารางที่ 4.1 ตารางโหลดของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 44
ตารางที่ ก แสดงค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์จาก IE codes 4
ตารางที่ ข (ตารางที่ 5-30 วสท.) ตารางเลือกขนาดสายไฟ 5
ตารางที่ ค (ตารางที่ 5-40 วสท.) ตารางแสดงตัวคูณปรับค่า 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1 วงจรกำลังของมอเตอร์สายพานลำเลียง 1 9
รูปที่ 2.2 วงจรควบคุมของมอเตอร์สายพานลำเลียง 1 10
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผ่นป้ายมอเตอร์ 13
รูปที่ 3.1 หน้าจอ SCADA ของพื้นที่หม้อบดปูน 1 18
รูปที่ 3.2 มอเตอร์ของระบบลำเลียงปูนเตา 5 และเตา 6 19
รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมเส้นเดียวของมอเตอร์ระบบลำเลียงปูนตู้ MCC2 20
รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมเส้นเดียวของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักตู้ MCC2 20
รูปที่ 3.5 แบบวงจรมอเตอร์ของสายพานลำเลียง 1 21
รูปที่ 3.6 แบบวงจรมอเตอร์สายพานลำเลียง 2 21
รูปที่ 3.7 แบบวงจรมอเตอร์ของสายพาน 3 22
รูปที่ 3. 8 แบบวงจรมอเตอร์ของถุงกรองฝุ่น 1 22
รูปที่ 3.9 แบบวงจรมอเตอร์ของโรตารี่วาล์ว 23
รูปที่ 3.10 แบบวงจรมอเตอร์ของกระพ้อลำเลียง 1 23
รูปที่ 3.11 แบบวงจรมอเตอร์ของกระพ้อลำเลียง 2 24
รูปที่ 3.12 แบบวงจรมอเตอร์ของถุงกรองฝุ่น 2 24
รูปที่ 3.13 ตู้ PLC ซึ่งทางด้านซ้ายของตู้มี UPS เป็นตัวจ่ายไฟ 25
รูปที่ 3. 14 ไดอะแกรมเส้นเดียวของตู้ PLC 26
รูปที่ 3.15 ไดอะแกรมเส้นเดียวของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่จ่ายไฟแก่ UPS (F2) 26
รูปที่ 3.16 ตู้ควบคุมมอเตอร์ 2 (MCC2) มีตู้ย่อย 5 ตู้ 27
รูปที่ 3.17 ด้านหน้าและด้านหลังภายในตู้ MCC2 ตู้ที่ 1 (ตู้ของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก) 27
รูปที่ 3.18 เซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรกำลังของเครื่องจักรในระบบลำเลียงปูน 28
รูปที่ 3.19 ด้านหน้าภายในตู้ MCC2 ตู้ที่ 2 28
รูปที่ 3.20 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรควบคุมระบบลำเลียงปูน 29
รูปที่ 3.21 ไดอะแกรมเส้นเดียวของเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยภายในตู้ MCC2 29
รูปที่ 3.22 ไดอะแกรมเส้นเดียวของสายที่ถูกต่อออกมาจากสาย L0 30
รูปที่ 3.23 เซอร์กิตเบรกเกอร์ F2 อยู่ที่ตู้ MCC2 ตู้ที่ 1 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.24 ตู้ควบคุมมอเตอร์ 1 (MCC1) 31
รูปที่ 3.25 เซอร์กิตเบรกเกอร์ F2 ซึ่งเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่จ่ายไฟให้แก่ UPS 31
รูปที่ 3.26 ไดอะแกรมเส้นเดียวของหม้อแปลงภายในโรงงาน (บางส่วน) 32
รูปที่ 3.27 แผนผังของห้องไฟแต่ละแห่ง 33
รูปที่ 3.28 รางเคเบิลของสายไฟที่เชื่อมระหว่างห้องไฟที่ G1 และ CG2 33
รูปที่ 3.29 แผ่นป้ายมอเตอร์สายพานลำเลียง 1 34
รูปที่ 3.30 แผ่นป้ายมอเตอร์สายพานลำเลียง 35
รูปที่ 3.31 แผ่นป้ายมอเตอร์สายพานลำเลียง 3 35
รูปที่ 3.32 แผ่นป้ายมอเตอร์ถุงกรองฝุ่น 1 36
รูปที่ 3.33 แผ่นป้ายมอเตอร์โรตารี่วาล์ว 36
รูปที่ 3.34 แผ่นป้ายมอเตอร์กระพ้อลำเลียง 1 37
รูปที่ 3.35 แผ่นป้ายมอเตอร์สายพานลำเลียง 4 38
รูปที่ 3.36 แผ่นป้ายมอเตอร์ถุงกรองฝุ่น 1 38
รูปที่ 3.37 เทอร์มินอลบล็อค (Terminal Block) 40
รูปที่ 3.38 บัสบาร์ที่ต่ออยู่กับเทอร์มินอลบล็อค 40
รูปที่ 3.39 ตู้ MDB ของห้องไฟ CG2 42
รูปที่ 3.40 ด้านหน้าของตู้ MCC2 ตู้ที่ 5 43
รูปที่ 3.41 พื้นที่สำหรับการติดตั้งบัสบาร์ 43
รูปที่ 4.1 ไดอะแกรมเส้นเดียวของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า 45
รูปที่ 4.2 รูปแบบการติดตั้งบัสบาร์ 46
รูปที่ 4.3 ตำแหน่งเดินสายไฟเข้าของวงจรกำลัง 47
รูปที่ 4.4 ตำแหน่งเดินสายไฟเข้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ F2 48
รูปที่ 4.5 ตำแหน่งติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์MTS และไฟเลี้ยง UPS 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) จดทะเบียนจัดตั้งบริษัทเมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2546 เป็นผู้ผลิตและจัดจำหน่ายปูนไลม์และผลิตภัณฑ์เคมีต่อเนื่อง ด้วยกำลังการผลิตติดตั้งปูนไลม์รวมประมาณ 900,000 ตันต่อปี ในปัจจุบัน ทำให้เป็นผู้นำในอุตสาหกรรมปูนไลม์และผลิตภัณฑ์เคมีต่อเนื่องในภูมิภาคเอเชีย พร้อมศูนย์กระจายสินค้าอีก 2 แห่งในต่างประเทศ ปัจจุบันมีฐานลูกค้าอยู่ในภาคอุตสาหกรรมที่หลากหลายทั้งในภูมิภาคเอเชีย ออสเตรเลีย และแอฟริกา

ที่ตั้งของบริษัทภายในประเทศ

1.เหมืองทับกวาง มีปริมาณสำรองของแร่หินปูนเคมีที่มีคุณภาพสูงพิเศษ (Ultra-high Calcium Limestone) ซึ่งมีส่วนประกอบแร่ธาตุแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณร้อยละ 98 มากกว่า 115 ล้านตัน (จากรายงานการสำรวจปริมาณแร่หินปูนเคมีเมื่อเดือนตุลาคม 2559) ส่งผลให้บริษัทสามารถผลิตปูนไลม์ที่มีคุณภาพสูงได้อย่างมั่นคงและต่อเนื่อง

2.โรงงานแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ประกอบด้วยเตาเผาปูนควิกไลม์จำนวน 5 เตา รวมกำลังการผลิตติดตั้ง 456,250 ตันต่อปี (ณ เดือนมกราคม 2561) ใช้เทคโนโลยีการผลิตของประเทศสวิสเซอร์แลนด์และถ่านหินคุณภาพดี (Sub-bituminous Coal) เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งถูกออกแบบเพื่อผลิตปูนควิกไลม์ที่มีคุณสมบัติเฉพาะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้หลากหลาย

3.โรงงานพระพุทธบาท ประกอบด้วยเตาเผาปูนควิกไลม์จำนวน 2 เตา รวมกำลังการผลิตติดตั้ง 365,000 ตันต่อปี ใช้เทคโนโลยีการผลิตของประเทศเยอรมันและก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

4.โรงงานระยอง ผลิตปูนไฮเดรตไลม์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เคมีต่อเนื่องที่เกิดจากการนำปูนควิกไลม์บางส่วนจากโรงงานแก่งคอยผ่านเครื่องไฮเดรเตอร์และผสมกับน้ำในอัตราส่วนการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในหลากหลายอุตสาหกรรมทั้งในและต่างประเทศ โรงงานระยองตั้งอยู่ในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ ซึ่งเป็นทำเลที่ได้เปรียบด้านการส่งออกทางเรือไปยังลูกค้าในต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนกที่นักศึกษาได้มาปฏิบัติสหกิจ คือ แผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม ที่โรงงานแก่งคอย จังหวัดสระบุรี โดยหัวข้องานที่นักศึกษาได้รับผิดชอบ คือ การติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายของระบบลำเลียงปูนโดยโรงงานแก่งคอย สระบุรี มีเตาเผาปูนไลม์ (Kiln : KK) จำนวน 5 เตา หม้อบดปูน 1 แห่ง (Grinder Mill 1 : G1) และหม้อบดถ่าน 2 แห่ง คือ หม้อบดถ่าน 1 (Coal Grinder 1 : CG1) และหม้อบดถ่าน 2 (Coal Grinder 2 : CG2)

เนื่องจากห้องไฟที่ G1 เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับวงจรกำลัง วงจรควบคุม และ PLC ของมอเตอร์ระบบลำเลียงของเตา 5 และเตา 6 ทำให้หากทำการบำรุงรักษา (Preventive Maintenance : PM) หรือเกิดเหตุขัดข้องกับหม้อแปลง จะทำให้ระบบลำเลียงภายในโรงงานหยุดลง ส่งผลให้เกิดการหยุดชะงักของระบบการผลิตเกิดขึ้น เพื่อทำการชดเชยการหยุดของระบบดังกล่าว จึงจำเป็นต้องติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายสำหรับระบบลำเลียงของห้องไฟที่ G1 หน้าที่และความรับผิดชอบของนักศึกษาเป็นการสำรวจพื้นที่และทำการออกแบบการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่าย สำหรับใช้ในกรณีดังกล่าวข้างต้น โดยศึกษาแบบในระบบไฟฟ้าของระบบลำเลียงของเตาที่เกี่ยวข้อง เพื่อเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองที่จะนำมาจ่ายให้กับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า ทราบถึงมอเตอร์ที่ใช้งานในระบบลำเลียง และดัดแปลงวงจรมอเตอร์เหล่านั้นเพื่อนำมาต่อเข้ากับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและตรงตามที่มาตรฐานกำหนด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.ศึกษาการเขียนแบบในระบบไฟฟ้าภายในโรงงาน เพื่อให้เข้าใจถึงวงจรกำลังและวงจรควบคุมของมอเตอร์ต่างๆ และสามารถเขียนแบบของวงจรสำหรับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

2.ศึกษามาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 เพื่อเลือกขนาดของสวิตช์แหล่งเลือกจ่ายไฟฟ้า รูปแบบการติดตั้งของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า การคำนวณขนาดสายป้อนของมอเตอร์หลายตัว และรูปแบบการเดินสายป้อนให้เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

3.เพื่อป้องกันการหยุดชะงักของระบบลำเลียง เมื่อทำการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าที่จ่ายไฟแก่ห้องไฟที่หม้อบดปูน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การปฏิบัติสหกิจศึกษา ณ บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) หัวข้องานที่ได้รับผิดชอบ คือการออกแบบสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายสำหรับระบบลำเลียงภายในห้องไฟที่หม้อบดปูน 1 (Grinder Mill 1 : G1) โดยมีขอบเขตการปฏิบัติงาน ดังนี้

1.เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองจากห้องไฟอื่น ให้มีความเหมาะสม

2.ออกแบบแนวทางดัดแปลงวงจรภายในตู้ควบคุมมอเตอร์สำหรับนำมาต่อกับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

3.ออกแบบการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมมอเตอร์

4.สำรวจพื้นที่การเดินสายไฟสำหรับสายป้อนของแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองของสวิตช์ที่จะนำมาติดตั้ง

5.จัดทำตารางโหลดสำหรับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

6.จัดทำไดอะแกรมเส้นเดียว (Single line diagram) ของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.ศึกษาแบบในระบบไฟฟ้าของระบบลำเลียงปูน เพื่อเป็นข้อมูลในการดัดแปลงวงจรภายในตู้ควบคุมมอเตอร์

2.ศึกษาหน้างานของห้องควบคุมระบบไฟฟ้า เพื่อนำมาวิเคราะห์การติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

3.ศึกษามาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 เพื่อใช้ในการเลือกขนาดสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า รูปแบบของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า ขนาดสายป้อนมอเตอร์ และการเดินสายป้อนตามที่มาตรฐานกำหนด

4.จัดทำตารางโหลดสำหรับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

5.จัดทำไดอะแกรมเส้นเดียว (Single line diagram) สำหรับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ระบบลำเลียงปูนของเตาภายในโรงงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากไม่จำเป็นต้องหยุดระบบหากมีเหตุฉุกเฉินหรือทำการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

2.ทำให้สามารถออกแบบอุปกรณ์ทางไฟฟ้า และการเดินสายไฟได้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) หมายถึง ระบบที่มีการรวบรวมข้อมูลจากที่ต่าง ๆ (collection of information) ส่งไปที่ศูนย์ควบคุม (transferring data to a central site) วิเคราะห์และประมวลผล (analyze for data processing) โดยใช้คอมพิวเตอร์หรือ PLC: Programmable Logic Control Loop Controller, Intelligent Transmitter, Digital Power Meter มาช่วยส่งผลไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบได้ (control) และแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ในระบบ (monitor) ทำให้ระบบควบคุม สามารถทำงานครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ที่ต้องการความมี เสถียรภาพและประสิทธิภาพสูง เพื่อให้สามารถแสดงผลการ ทำงานของสายผลิตในลักษณะกราฟิกแสดงรูปคลื่นค่าสัญญาณในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งเก็บประวัติแจ้งเตือนค่าผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการดำเนินการควบคุมตามค่าที่กำหนดล่วง หน้า เพื่อลดข้อผิดพลาดและวัตถุดิบสูญเสียจากพนักงานควบคุม พร้อมทั้งเก็บและพิมพ์รายงานที่เป็นประโยชน์ต่องาน ควบคุมและคุณภาพของกระบวนการผลิตต่อผู้บริหารโรงงาน หรืออาจเรียกว่า ระบบควบคุมและประเมินผลแบบศูนย์รวม ปัจจุบันในการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตของ โรงงานอุตสาหกรรมเชิงเปรียบเทียบสถิติมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในภาวะแข่งขันทางอุตสาหกรรมจึงทำให้มีการนำรูปแบบของ SCADA ในโรงงานมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย และเป็นไปในลักษณะระบบเปิดคือ ซอฟต์แวร์ SCADA โดยทั่วไปสามารถเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ควบคุมในโรงงานได้หลากหลาย แทบทุกชนิดทุกรุ่นและทุกยี่ห้อ ไม่ว่าจะเป็นตัวควบคุมกระบวนการอย่าง PID Loop Controller อุปกรณ์ควบคุมซีเควนซ์อย่าง PLC: Programmable Logic Controller และอุปกรณ์วัดค่าระยะไกลอย่าง RTU: Remote Terminal Unit เพื่อนำข้อมูลในอุปกรณ์ควบคุมเหล่านี้มาแสดงผลบนหน้าจอในลักษณะของภาพกราฟิกและเฝ้าติดตามบันทึกข้อมูลในกระบวนการผลิต เพื่อนำมาวิเคราะห์เชิงสถิติ รวมถึงการเฝ้าระวังความผิดปกติของอุปกรณ์ในระบบการผลิตก่อนที่จะชำรุดและกระบวนการ ผลิตต้องเสียหายไปด้วย

เทคโนโลยี SCADA ในปัจจุบันจึงมีความสำคัญสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างยิ่งไม่จำกัดเฉพาะกับโรงงานขนาดใหญ่หรือกลางเท่านั้น โรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตได้นำเอาเทคโนโลยี SCADA มาใช้ร่วมกันโดยประยุกต์ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพถือเป็นอัจฉริยะหนึ่งของเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCADA ที่สามารถการควบคุมเชิงสั่งการและเก็บบันทึกข้อมูลวิเคราะห์การทำงานใน โรงงานอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี

ระบบ SCADA จะมีหน้าที่โดยตรงในการควบคุมและเก็บข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ตามหน้าที่ (function) ตามโครงข่ายของส่วนงานในตำแหน่งต่างๆ เพื่อนำสู่การบันทึกลงฐานข้อมูลและนำสู่กระบวนการจัดการ-ควบคุมการดำเนินงานในลำดับต่อไป

องค์ประกอบสำคัญในระบบ SCADA

1. การตรวจจับ (field sensors) จะทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลในรูปแบบกายภาพ (ฟิสิกส์) ไปเป็นข้อมูลทาง ไฟฟ้า ข้อมูลที่ได้จากส่วนการตรวจจับจะเป็นขอมูลตั้งต้นที่จะส่งต่อไปยัง RTU ซึ่ง Field Sensors มิได้จำกัดเฉพาะว่าจะต้องเป็นการแปลงข้อมูลในรูปแบบกายภาพ (ฟิสิกส์) ไปเป็นข้อมูลทางไฟฟ้าเท่านั้น แต่อาจจะอยู่ในรูปแบบของการตรวจสอบสถานะของคุณภาพกำลังไฟฟ้าในตำแหน่งต่างๆ เพื่อส่งเป็นสัญญาณข้อมูลให้กับสถานีควบคุม-สถานีศูนย์เฝ้ามอง

2. กระบวนการจัดการ (Remote Terminal Units: RTU) กระบวนการจัดการจะเป็นตัวกลางในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ตลอดถึงการควบคุมโดยจะรับสัญญาณข้อมูลมาจากส่วนการตรวจจับ และส่งออกทางภาคเอาท์พุต เพื่อควบคุมการทำงานของจักรกล เช่น วาล์วเปิด-ปิดน้ำ หรือส่งสัญญาณข้อมูล ออกทางระบบสื่อสารไปยังสถานีหลัก (master station) กระบวนการทำงานของ RTU มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับ PLC: Programmable Logic Controller ซึ่งมีความสามารถที่จะควบคุมการทำงานได้ทันที หรือจะรอรับคำสั่งจากสถานีหลัก ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหน้าที่ที่ได้ถูกกำหนดเอาไว้

3. การดำเนินการ (field actuators) สำหรับส่วนการดำเนินการจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าจาก RTU สู่การสั่งการให้เครื่องจักรกลทำงาน เช่น วาล์วเปิด-ปิดน้ำ

4. ระบบสื่อสาร (communication system) การเชื่อมต่อระหว่าง RTU กับสถานีหลักจะกระทำผ่านระบบสื่อสาร ซึ่ง อาจจะเป็นไปในรูปแบบโครงข่ายของระบบสายสัญญาณโทรศัพท์ ระบบไฟเบอร์ออพติก หรือวิทยุไมโครเวฟ ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับองค์การว่าจะเลือกใช้รูปแบบการสื่อสารเป็นแบบใด

5. สถานีหลัก (master station) สถานีหลักจะเป็นศูนย์กลางของข้อมูล ศูนย์กลางการประมวลผลและสั่งการ เพื่อ ควบคุมส่วนงาน-เครื่องจักรกลที่อยู่ในโครงข่ายของระบบงาน ทั้งหมดเช่นสถานีหลักโรงงานจ่ายก๊าซ สถานีไฟฟ้าฯ เป็นต้น เทคโนโลยี SCADA จึงเป็นระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวม โดยต้องมีส่วนประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีศูนย์กลาง (master station) และสถานีลูกข่าย (slave station) หลาย ๆ แห่ง
- รับส่งข้อมูลและประเมินผล (data processing) ด้วยระบบดิจิตอลผ่านคอมพิวเตอร์
- รับข้อมูลและสั่งผ่านระบบ PLC เพื่อให้สั่งการทำงานอัตโนมัติแบบโปรแกรมล่วงหน้าได
- การติดต่อระหว่างเครือข่ายอาจใช้ระบบสายหรือไร้สายเช่น วิทยุ ก็ได้
- มีจอแสดงผลโต๊ะควบคุม (control desk) และแผงไฟแสดงการทำงาน (mimic panel)

องค์ประกอบสำคัญของเทคโนโลยี SCADA

พนักงานที่รับผิดชอบสามารถตรวจสอบและควบคุม กระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นระยะทางไกลได้โดยหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนเป็นเครื่องมือปฏิบัติการของพนักงานสำหรับตรวจสอบและควบคุม กระบวนการผลิตเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมระยะไกล หน่วยควบคุมระยะไกลติดต่อกับหน่วยติดต่อระยะไกลโดยการ สื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลทางระบบเครือข่ายคมนาคม และหน่วยติดต่อระยะไกลเป็นเครื่องมือเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิตประกอบด้วย หน่วยรับสัญญาณ และส่งสัญญาณของสัญญาณชนิดอะนาล็อก และสัญญาณชนิดดิจิตอล [1]

2.2 การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

ถ้าหม้อแปลงชำรุดจนไม่สามารถใช้งานได้ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดถึงแม้จะมีประสิทธิภาพดีอย่างไรก็ตามจะไม่สามารถใช้งานต่อได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างถูกต้องจึงเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นอย่างมากช การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าที่นิยมใช้กันทั่วไปอาจแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ

2.2.1 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (collective maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาหลังจากที่หม้อแปลงชำรุดแล้ว เป็นการบำรุงรักษาแบบดั้งเดิมที่อาจ ส่งผลกระทบต่อการผลิตได้ เนื่องจากหม้อแปลงอาจชำรุดมากจนไม่สามารถใช้งานต่อได้ และการชำรุดอาจลุกลามจนเป็นความเสียหายที่มีค่าใช้จ่ายสูงได้

2.2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (preventive maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาที่ทำตามแผนและระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ เพื่อป้องกันการชำรุดของหม้อแปลงไฟฟ้า และยังสามารถยืดอายุการใช้งานหม้อแปลงให้ยาวนานขึ้นอีกด้วย โดยมีการวางแผนการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอโดยอาจเป็นรายเดือน เป็นรายไตรมาส หรือรายปี เป็นต้น โดยการบำรุงรักษาจะทำทั้งขณะที่จ่ายไฟและเมื่อดับไฟแล้ว ซึ่งหากพบเจอความผิดปกติใดๆ ก็จะสามารถวางแผนในการซ่อมบำรุงได้ เพราะการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการบำรุงรักษาที่เน้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจพบและซ่อมแซมก่อนที่หม้อแปลงไฟฟ้าจะเกิดการ Breakdown หรือหากต้องมีการดับไฟฟ้า ก็เป็นการดับไฟฟ้าอย่างมีแผนล่วงหน้า ทำให้สามารถรับมือถึงผลที่จะกระทบที่ตามมาได้

ประโยชน์หรือผลสำเร็จของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

1. ทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าพร้อมใช้งานตลอดเวลา
2. ทำให้ลดความเสี่ยงในการขัดข้องของระบบไฟฟ้า และสามารถวางแผนการดับไฟได้
3. ทำให้เพิ่มอายุการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า
4. ทำให้สามารถใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2]

2.3 สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า คือ ระบบที่ใช้ในการสับเปลี่ยนจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง เช่น แผงโซล่าห์เซลล์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลง เป็นต้น เพื่อให้ระบบที่ถูกจ่ายไฟสามารถใช้งานได้ตามปกติ ซึ่งสวิตช์นี้แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.3.1 Manual Transfer Switch (MTS) คือ สวิตช์ที่ใช้เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบใช้มือสั่งการ

2.3.2 Automatic Transfer Switch (ATS) คือ สวิตช์ที่ใช้เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้ สวิตช์จะสั่งให้แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองทำงานแทน [3]

2.4 วงจรมอเตอร์

วงจรมอเตอร์สามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานได้เป็น 2 แบบดังนี้

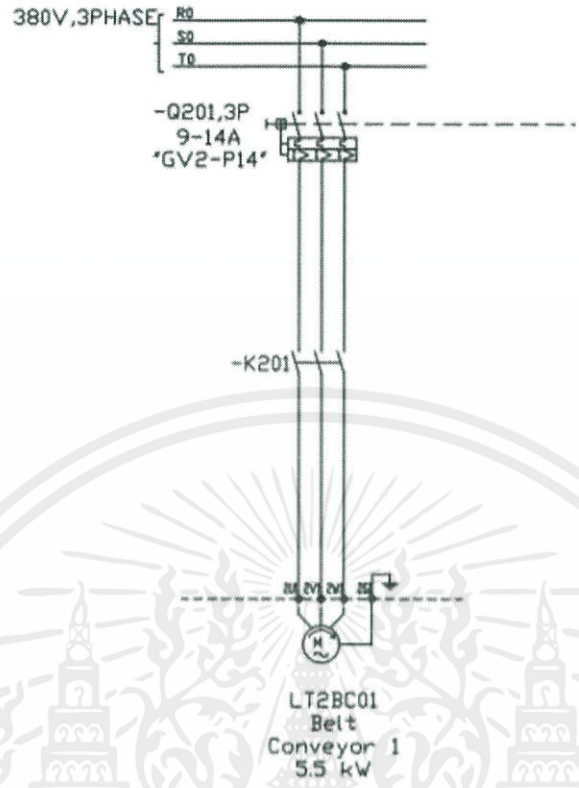
2.4.1 วงจรกำลัง (Power Circuit)

วงจรกำลัง คือ วงจรไฟฟ้าที่รับกำลังไฟฟ้ามาจากด้านแหล่งจ่ายไฟ (power source) แล้วจ่ายกำลังไฟฟ้านั้นไปให้โหลดต่างๆ (load) เช่น มอเตอร์ ฮีตเตอร์ เป็นต้น เนื่องจากโหลดทางไฟฟ้าดังกล่าวต้องการกำลังไฟฟ้าปริมาณมาก วงจรกำลังจึงมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากกว่าวงจรคอนโทรล และยังมีขนาดสายไฟฟ้าหรือขนาดพิกัดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่าของวงจรคอนโทรลอีกด้วย [4]

จากรูปที่ 2.1 เป็นการยกตัวอย่างวงจรกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าดังนี้

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส
2. แมคเนติคคอนแทคเตอร์ พร้อมหน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contact)
3. โอเวอร์โหลดรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 วงจรกำลังของมอเตอร์สายพานลำเลียง 1

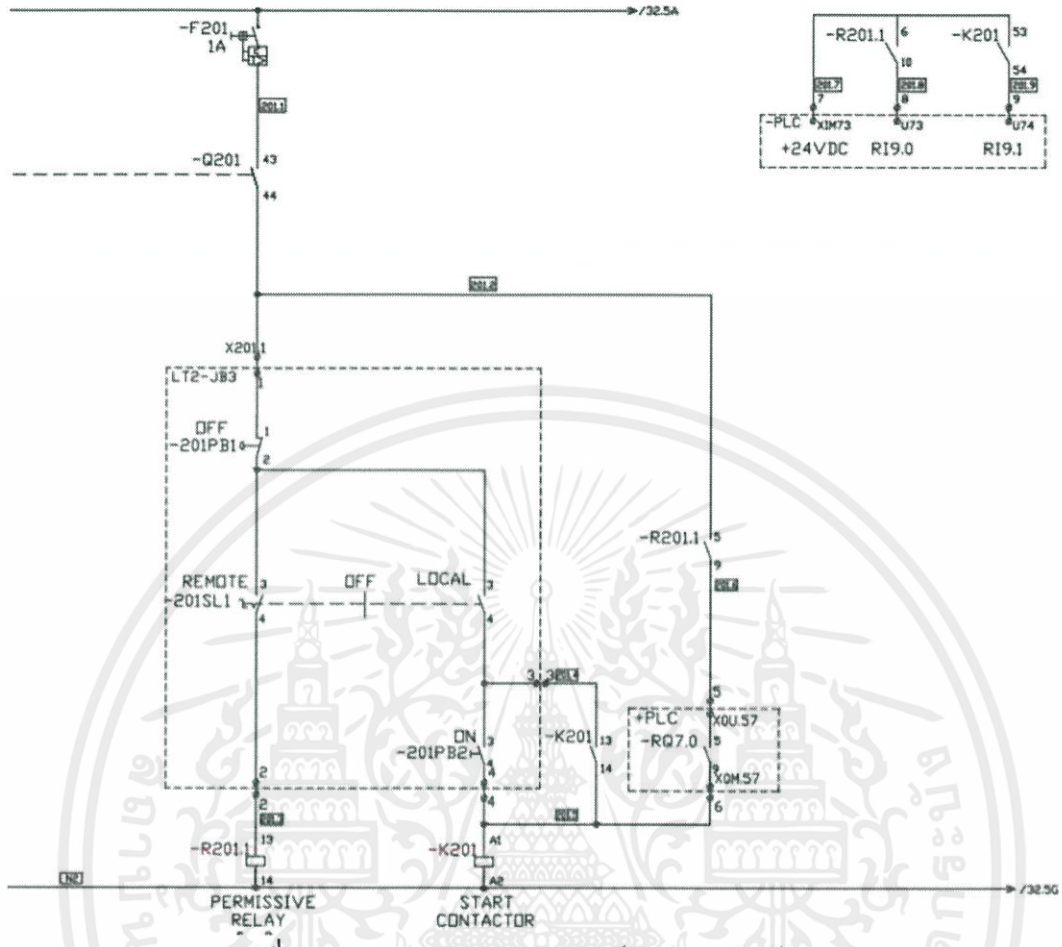
2.4.2 วงจรควบคุม (Control Circuit)

วงจรควบคุม หรือวงจรคอนโทรล คือ วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรกำลัง หรือเรียกได้ว่าเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมวงจรกำลังนั่นเอง วงจรควบคุมหรือวงจรคอนโทรลนั้นจะมีขนาดสายไฟฟ้าหรือขนาดพิกัดอุปกรณ์ไฟฟ้าเล็กกว่าวงจรกำลัง และมักใช้แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าวงจรกำลังด้วย เช่น แรงดัน 220VAC, 24VDC เป็นต้น [4]

จากรูปที่ 2.2 เป็นการยกตัวอย่างวงจรกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าดังนี้

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์ 1 เฟส
2. หน้าสัมผัสช่วยของเซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส
3. สวิตช์ปุ่มกด (Push button switch) แบบปกติปิด (Normally Close หรือ NC)
4. สวิตช์ปุ่มกด (Push button switch) แบบปกติเปิด (Normally Open หรือ NO)
5. หน้าสัมผัสช่วยของแมคเนติคคอนแทคเตอร์
6. ซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector switch)
7. รีเลย์ (Relay)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจรควบคุมของมอเตอร์สายพานลำเลียง 1

2.5 มาตรฐานทางไฟฟ้า

โดยทั่วไปแล้วงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของอุปกรณ์ป้องกันหรือการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จะมีมาตรฐานเป็นตัวกำหนด [5] โดยจำแนกไว้ดังตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดและมาตรฐานต่าง ๆ [5]

คำย่อ	รายละเอียด
BS	British Standard : จะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC
CEE	International Commission on Rules for the approval of Electrical Equipment : เป็นข้อกำหนดนานาชาติ ซึ่งจะใช้ทั่ว ๆ ไปในกรณีที่จะเป็นข้อกำหนดของอุปกรณ์ติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงรายละเอียดและมาตรฐานต่างๆ [5]

คำย่อ	รายละเอียด
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano : มาตรฐานของประเทศอิตาลี
CENELEC	Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique : เป็นกลุ่มกรรมการของทวีปยุโรป ที่ประสานงานกันในมาตรฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
DEMKO	Danmarks Electriske Materialkontrol : เป็นสถาบันของประเทศเดนมาร์กที่จะเป็นผู้กำหนดมาตร ฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
DIN	Deutsches Institut fur Normung e.V. : มาตรฐานของประเทศเยอรมัน
EN	Europaische Norme: มาตราฐานของทวีปยุโรปที่เป็นบรรทัดฐานของมาตรฐานอื่นๆ
KEMA	Deuring van Elektrotechnische Materialen : มาตรฐานของประเทศเนเธอร์แลนด์ที่ใช้ในการกำหนดมาตรฐานทดสอบ
NBN	Norme Belge: มาตรฐานของประเทศเบลเยี่ยม
NEMKO	Norges Elektriske Materiellkoroll: มาตรฐานของประเทศเนเธอร์แลนด์
NEN	Nederlands Norm: มาตรฐานของประเทศเนเธอร์แลนด์
OVE	Osterreichischer verband fur Elektrotechnik : มาตรฐานประเทศออสเตรเลีย
SEMKO	Svenska Elektriska Materiellkontrollanstalten : มาตรฐานของประเทศสวีเดน
SEN	Svensk Standard: มาตรฐานของประเทศสวีเดน
SEV	Schweizericher Elektrolechnischer Verein : องค์การที่จะเป็นผู้กำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์ ไฟฟ้าในประเทศสวีเดน
UTE	Union Technique de l' Electricite : มาตรฐานของประเทศฝรั่งเศส
VDE	Verband Deutscher Electrotechniker e.v. : องค์การของกลุ่มวิศวะกรไฟฟ้าของประเทศเยอรมันมาตรฐานที่นิยมใช้กันในประเทศอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงรายละเอียดและมาตรฐานต่างๆ [5]

คำย่อ	รายละเอียด
ANSI	American National Standards Institute : เป็นองค์การที่ออกมาตรฐานข้อกำหนดของประเทศ สหรัฐอเมริกา
AS	Australian Standards : มาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย
CEMA	Canadian Electrical Manufacturers Association: องค์การผู้ควบคุมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าของประเทศแคนาดา
CSA	Canadian Standards Association: จะสัมพันธ์กับการกำหนดมาตรฐานต่าง ๆ ของประเทศแคนาดา
EEMAC	Electrical and Electronic Manufactures Association Canada: อบงค์การผู้ควบคุมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศแคนาดา
IEC	International Electro technical Commission: มาตรฐานนานาชาติ
IS	Indian Standard : มาตรฐานของประเทศอินเดีย ซึ่งจะสอดคล้องกับ IEC
JIS	Japanese Industrial Standards : มาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น
NEC	National Electric Code: เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าของประเทศสหรัฐอเมริกา
NEMA	National Electrical Manufactures Association: มาตรฐานอุตสาหกรรมของโรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าของประเทศสหรัฐอเมริกา
SABS	South African Burean of Standards : มาตรฐานของประเทศอาฟริกาใต้
UL	Underwriters Laboratories, Inc : องค์การที่ทำการทดสอบและรับประกันความปลอดภัยของประ เทศสหรัฐอเมริกามาตรฐานที่นิยมใช้กันในประเทศไทย
EIT	The Engineering Institute of Thailand : มาตรฐานในการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

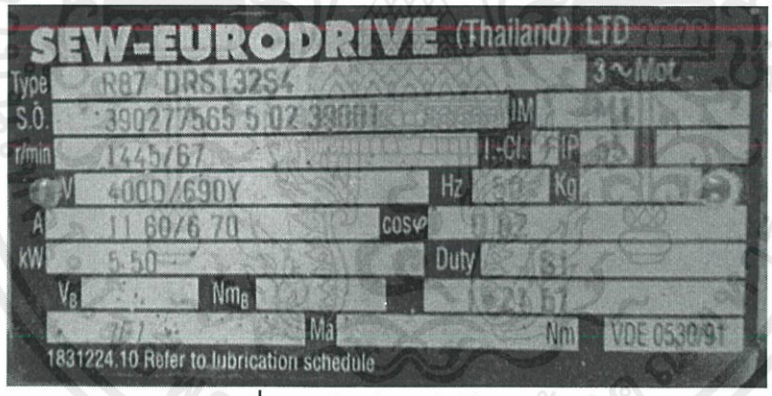
ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงรายละเอียดและมาตรฐานต่าง ๆ [5]

คำย่อ	รายละเอียด
MEA	Metropolitan Electricity Authority : การไฟฟ้านครหลวง (กฟน)
PEA	Provincial Electricity Authority : การไฟฟ้าภูมิภาค (กฟน)
TISI	Thai Industrial Standards Institute : มาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศไทย (มอก)
TOT	Telephone Organization of Thailand: องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (ทศท)

โดยสัญลักษณ์ของแบบในระบบไฟฟ้าภายในเล่มนี้เป็นสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC (International Electro technical Commission: มาตรฐานนานาชาติ)

2.6 แผ่นป้ายมอเตอร์

แผ่นป้ายมอเตอร์ไฟฟ้า (Nameplate) ติดมากับตัวมอเตอร์เสมอ จะเป็นสิ่งที่บ่งบอกข้อมูลเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้าตัวนั้น



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผ่นป้ายมอเตอร์

จากรูปที่ 2.3 ข้อมูลที่ปรากฏอยู่บนแผ่นป้ายมอเตอร์บอกถึงคุณลักษณะทั้งหมดของมอเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ยี่ห้อของมอเตอร์ คือ SEW-EURODRIVE
2. ชนิดของมอเตอร์ (Type)
3. ประเภทของมอเตอร์ คือมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส
4. หมายเลขซีเรียลของมอเตอร์ (S.O.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทิศทางในการติดตั้งมอเตอร์ (IM : Mounting Position)

6. ความเร็วรอบของมอเตอร์

7. ชนิดของฉนวน

8. ความสามารถในการป้องกัน (IP)

ตัวเลขตัวแรก : ความสามารถในการป้องกันฝุ่นละออง

ตัวเลขตัวที่สอง : ความสามารถในการป้องกันของเหลว

9. พิกัดแรงดันไฟฟ้าของรูปแบบการต่อวงจรมอเตอร์แบบเดลต้าหรือวาย

10. ความถี่

11. น้ำหนักของมอเตอร์

12. พิกัดกระแสไฟฟ้าของรูปแบบการต่อวงจรมอเตอร์แบบเดลต้าหรือวาย

13. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์หรือตัวประกอบกำลัง ($\cos\phi$)

14. ชนิดการทำงานของมอเตอร์ (Duty)

15. อัตราทดรอบเกียร์ (Gear ratio)

16. มาตรฐานประสิทธิภาพของมอเตอร์ [6]

2.7 มาตรฐานประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า

ระเบียบสหภาพยุโรป [European Parliament COMMISSION REGULATION (EC) NO 640/2009] อ้างอิงจากระเบียบสหภาพยุโรป ฉบับที่ 2005/32/EC, สหภาพยุโรปได้กำหนดกรอบการออกแบบสินค้าเพื่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งได้ระบุกรอบเวลา และ มาตรฐานการประหยัดพลังงาน สำหรับบังคับใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกจำหน่ายในยุโรป

2.7.1 ประเภทมอเตอร์ที่ถูกมาตรฐานบังคับ

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบ induction single speed ไฟ 3 สาย 50 Hz หรือ 50/60 Hz

- มี 2-6 ขั้ว (poles)
- กระแสไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์
- กำลังไฟฟ้าระหว่าง 0.75 - 375 กิโลวัตต์
- วัดค่าบนเงื่อนไขการทำงานต่อเนื่อง (Continuous duty operation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ประเภทมอเตอร์ที่ได้รับการยกเว้นจากมาตรฐาน

- มอเตอร์ออกแบบมาสำหรับงานใต้น้ำ
- มอเตอร์ที่ถูกควบรวมอยู่ในส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น คอมเพรสเซอร์ ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพด้านพลังงานของมอเตอร์ จะไม่สามารถวัดได้โดยแยกจากผลิตภัณฑ์นั้นๆ
- มอเตอร์ชนิดพิเศษที่ถูกออกแบบสำหรับ
- การใช้งานที่ระดับความสูงเกิน 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล
- การใช้งานที่ ambient temperature สูงกว่า 400 C
- การใช้งานที่อุณหภูมิสูงสุดเกิน 400 C
- การใช้งานที่ ambient temperature ต่ำกว่า 15 C สำหรับมอเตอร์ทั่วไป หรือ 0 C สำหรับมอเตอร์ที่มีระบบระบายอากาศ
- การใช้งานที่มีระบบน้ำหล่อเย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 5 C หรือ สูงกว่า 25 C
- การใช้งานในสถานที่เสี่ยงต่อการระเบิด ตามที่ระบุในข้อบังคับที่ 94/9/EC แห่งสหภาพยุโรป เบรคมอเตอร์

2.7.3 วันที่เริ่มบังคับใช้มาตรฐานประหยัดพลังงาน

1. ตั้งแต่วันที่ 16 มิ.ย 2011 : มอเตอร์ไฟฟ้าต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า IE2
2. ตั้งแต่วันที่ 01 ม.ค 2015 : มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดระหว่าง 7.5 - 375 Kw จะต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า IE3
3. หรือ ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพ IE2 แล้วพ่วงต่อกับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (VSD)
4. ตั้งแต่วันที่ 01 ม.ค 2017 : มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดระหว่าง 0.75 - 375 Kw จะต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า IE3 หรือ ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพ IE2 แล้วพ่วงต่อกับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (VSD) [7]

2.7.4 IEC efficiency standard

efficiency standard คือ องค์กร The International Electrotechnical Commission (the IEC) พัฒนามาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน (IE energy efficiency standard) ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่แต่ละประเทศมีมาตรฐานสำหรับประสิทธิภาพพลังงานที่แตกต่างกัน

มาตรฐาน IE codes เป็นเครื่องมือวัดสำหรับระดับประสิทธิภาพของมอเตอร์ มาตรฐาน EN 60034-30:2009 ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ให้นิยามของระดับประสิทธิภาพของมอเตอร์สามเฟสแรงดันต่ำซึ่งมีกำลังระหว่าง 0.75 กิโลวัตต์ถึง 375 กิโลวัตต์ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IE1 = ประสิทธิภาพมาตรฐาน (Standard Efficiency) เทียบเท่ากับ EFF2

IE2 = ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency) เทียบเท่ากับ EFF1

IE3 = ประสิทธิภาพยอดเยี่ยม (Premium Efficiency) [8]

2.7.5 ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพมอเตอร์

ศึกษาได้จากภาคผนวก ก

2.8 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้นำกฎการเดินสายและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2538 ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และแนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ พ.ศ. 2537 ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟน.) มาพิจารณารวมเป็นมาตรฐานเดียวกันโดยความเห็นชอบจากการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 และปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2551 ได้ใช้งานมาระยะหนึ่งนั้น ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะไฟฟ้ามาตรฐานการผลิตสายไฟฟ้าที่จัดทำโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 11-2553 ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงมาตรฐานฉบับปัจจุบัน พ.ศ. 2556 จึงอาจทำให้หลายหน่วยงานที่อ้างอิงมาตรฐานฯ นี้เกิดความสับสนว่าการอ้างอิงที่ระบุไว้แต่เดิมนั้นยังคงสามารถใช้กับมาตรฐานฯ ฉบับใหม่นี้ได้หรือไม่ ในการอ้างอิงนั้นให้ยึดถือชื่อ “มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย” เป็นหลักโดยให้ถือว่า พ.ศ. ที่ต่อท้ายมาตรฐานฯ นั้นเป็นเพียงส่วนเสริมที่ใช้แสดงปีที่จัดทำเท่านั้น ในการอ้างอิงให้ถือตามฉบับล่าสุด

มาตรฐานฉบับนี้บังคับใช้เฉพาะผู้ใช้ไฟเท่านั้น มิได้บังคับครอบคลุมการออกแบบหรือติดตั้งของการไฟฟ้า มาตรฐานฉบับนี้เหมาะสำหรับผู้ที่ได้รับการอบรม หรือผู้ที่มีความรู้ทางด้านการออกแบบหรือติดตั้งระบบไฟฟ้าเป็นอย่างดีเท่านั้น ผู้ใช้มาตรฐานควรใช้อย่างระมัดระวัง [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวดี ภูมี ศึกษาระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์ การศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดทำระบบควบคุมของกระบวนการบดปูนไลม์ โดยประยุกต์ใช้การควบคุมทางอุตสาหกรรมในระบบอัตโนมัติ ซึ่งจะเป็นการควบคุมด้วย Programmable Logic Control (S7-300) และสั่งการทำงานของกระบวนการผ่านหน้าจอ SCADA เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมเครื่องจักรในกระบวนการ รวมถึงการอออกแบบตู้ควบคุมมอเตอร์ ตู้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรบริเวณหน้างาน และสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับขนาดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ของเครื่องจักรที่จะนำมาใช้ในส่วนของระบบควบคุม [10]

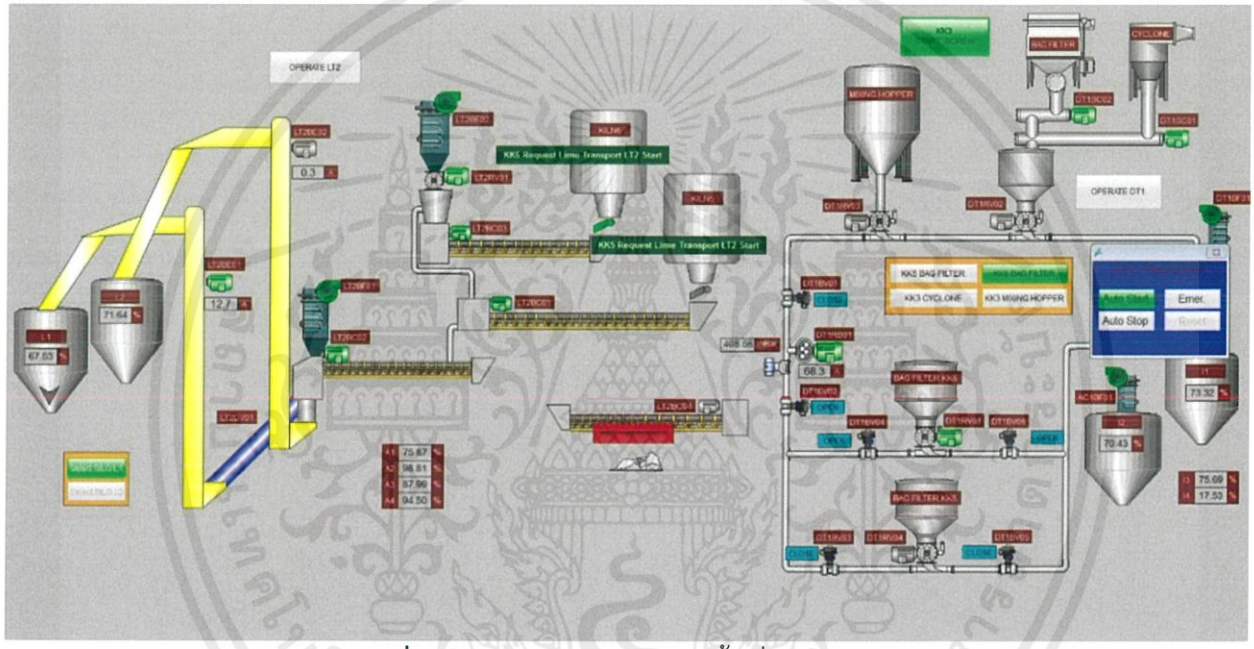
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาระบบลำเลียงปูนภายในโรงงาน

ทำการศึกษาระบบ SCADA ที่ใช้สำหรับสั่งการทำงานของเครื่องจักรบนพื้นที่หม้อบดปูน 1 (G1: Grinder Mill) เพื่อทราบถึงกระบวนการของการลำเลียงปูนใช้เครื่องจักรอะไรบ้างภายในระบบ และมีจำนวนทั้งหมดกี่ตัว เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการออกแบบสำหรับโหลดที่ต้องจ่ายโดยสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 หน้าจอ SCADA ของพื้นที่หม้อบดปูน 1

เครื่องจักรที่แสดงบนหน้าจอ SCADA มีตู้ควบคุมมอเตอร์ของเครื่องจักรอยู่ภายในห้องไฟที่ G1 (Grinder Mill 1) ซึ่งประกอบด้วยระบบลำเลียงปูนของ 2 เตา ได้แก่

1.มอเตอร์ของระบบลำเลียงของเตา 5 มีดังนี้

1) สายพานลำเลียง 1 (Belt Conveyor 1) : LT2BC01

2) สายพานลำเลียง 2 (Belt Conveyor 2) : LT2BC02

3) ถุงกรองฝุ่น 1 (Bag Filter 1) : LT2BF01

4) กระพ้อลำเลียง 1 (Bucket Elevator 1) : LT2BE01

5) กระพ้อลำเลียง 2 (Bucket Elevator 2) : LT2BE01

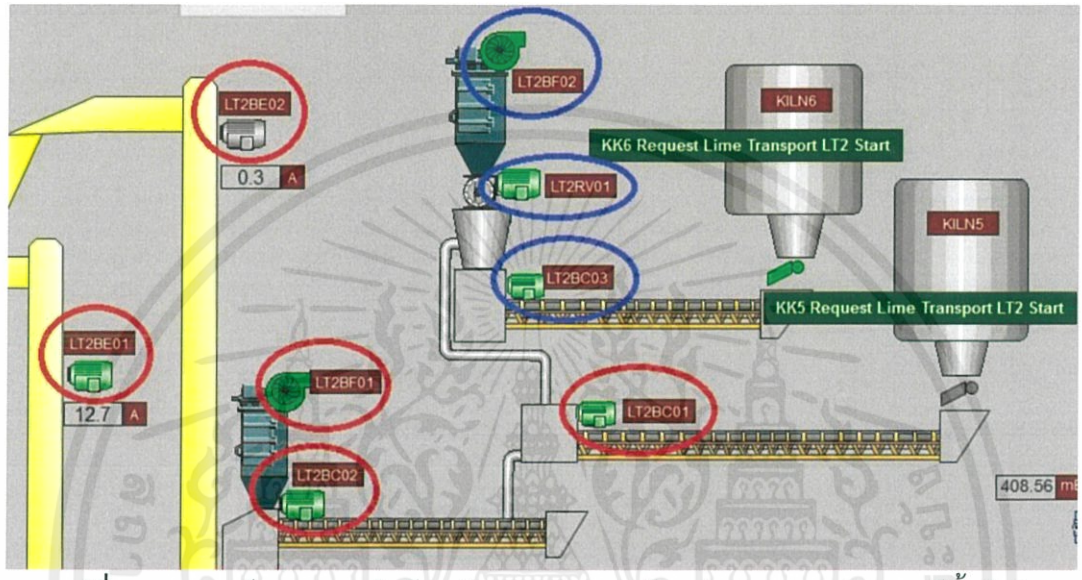
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.มอเตอร์ของระบบลำเลียงของเตา 6

1) สายพานลำเลียง 3 (Belt Conveyor 3) : LT2BC03

2) โรตารี่วาล์ว 1 (Rotary Valve 1) : LT2RV01

3) ถุงกรองฝุ่น 2 (Bag Filter 2) : LT2BF02



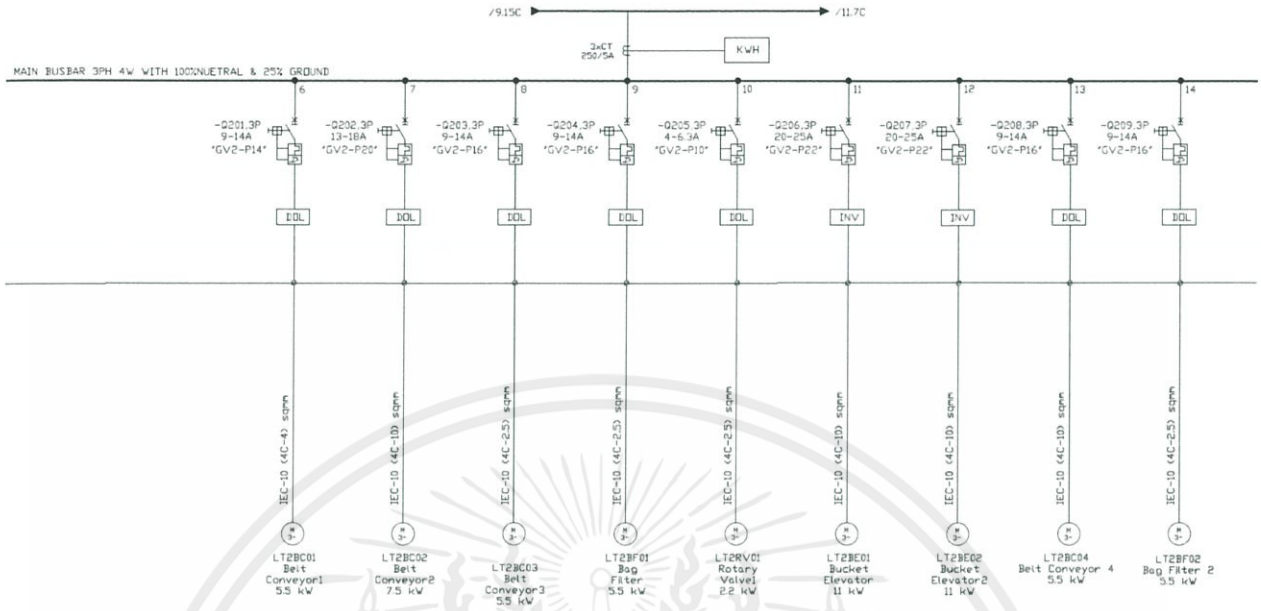
รูปที่ 3.2 มอเตอร์ของระบบลำเลียงปูนเตา 5 (วงกลมสีแดง) และเตา 6 (วงกลมสีน้ำเงิน)

นำเลขรหัสของเครื่องจักรที่แสดงในหน้าจอ SCADA ไปใช้สำหรับการตรวจสอบหมายเลขของเซอร์กิตเบรกเกอร์บนแบบในระบบไฟฟ้าของห้องไฟที่ G1

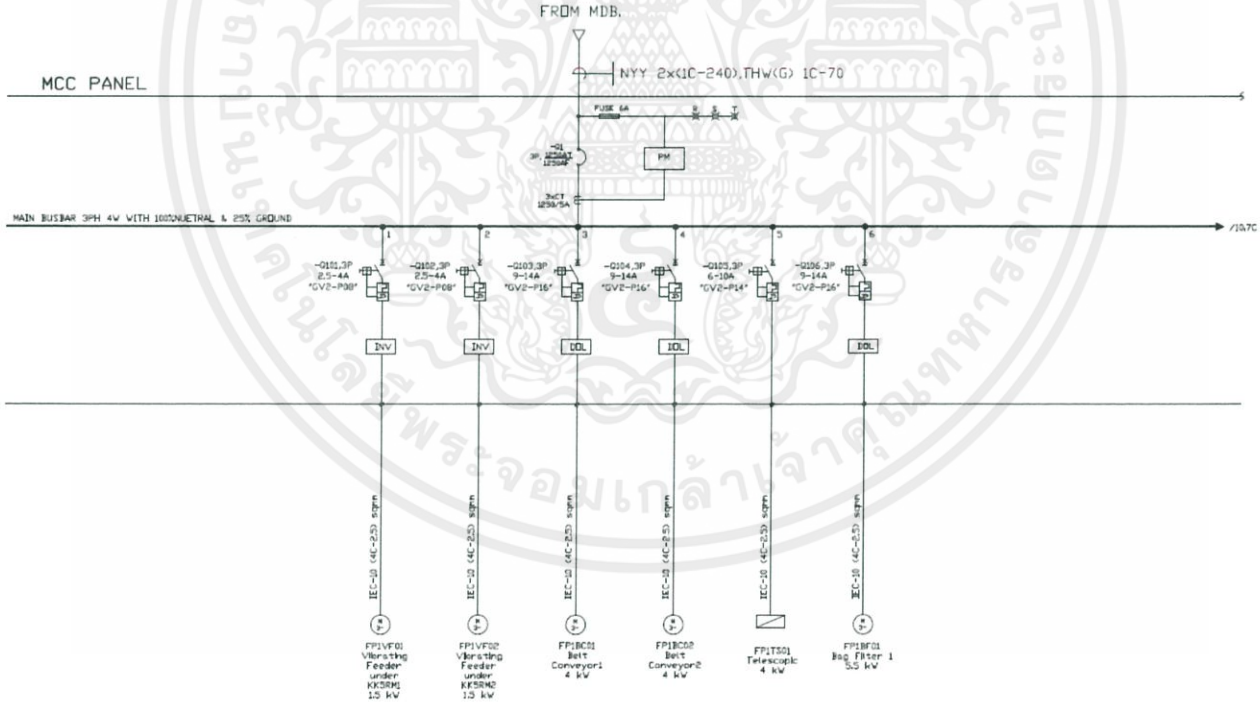
3.2 ศึกษาแบบในระบบไฟฟ้าของห้องไฟที่ G1

ศึกษาไดอะแกรมเส้นเดียว (Single-line Diagram) ของห้องไฟที่ G1 เพื่อตรวจสอบรายการของเครื่องจักรในระบบลำเลียงปูนอยู่ที่ตู้ควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Center : MCC) ที่เท่าไหร่ภายในห้องไฟ เนื่องจากภายในห้องไฟแต่ละห้องนั้นมีตู้ควบคุมมอเตอร์หลายตู้ จากการศึกษาแบบในระบบไฟฟ้าภายในห้องไฟที่ G1 ชี้ให้เห็นถึงตู้ควบคุมมอเตอร์ที่จ่ายไฟให้แก่วงจรกำลังและวงจรควบคุมของมอเตอร์ในระบบลำเลียงปูน คือ ตู้ควบคุมมอเตอร์ 2 (MCC2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



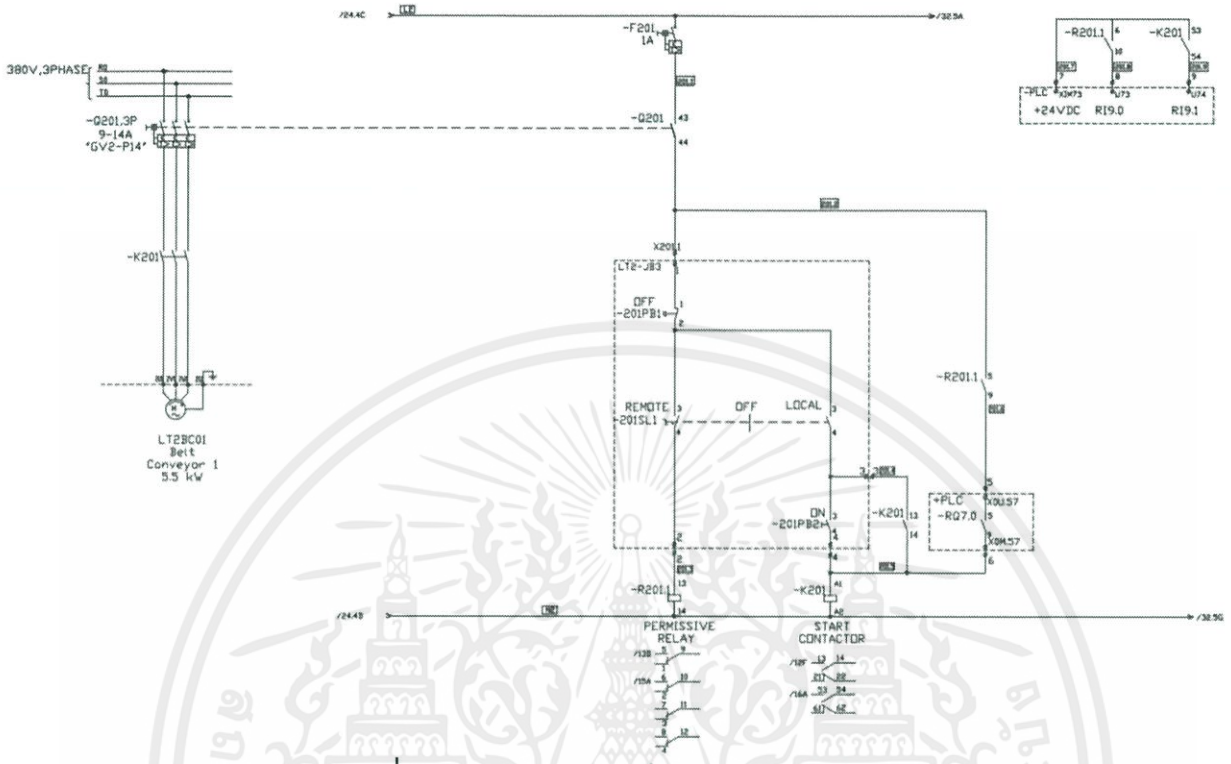
รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมเส้นเดียวของมอเตอร์ระบบลำเลียงปูนตู้ MCC2



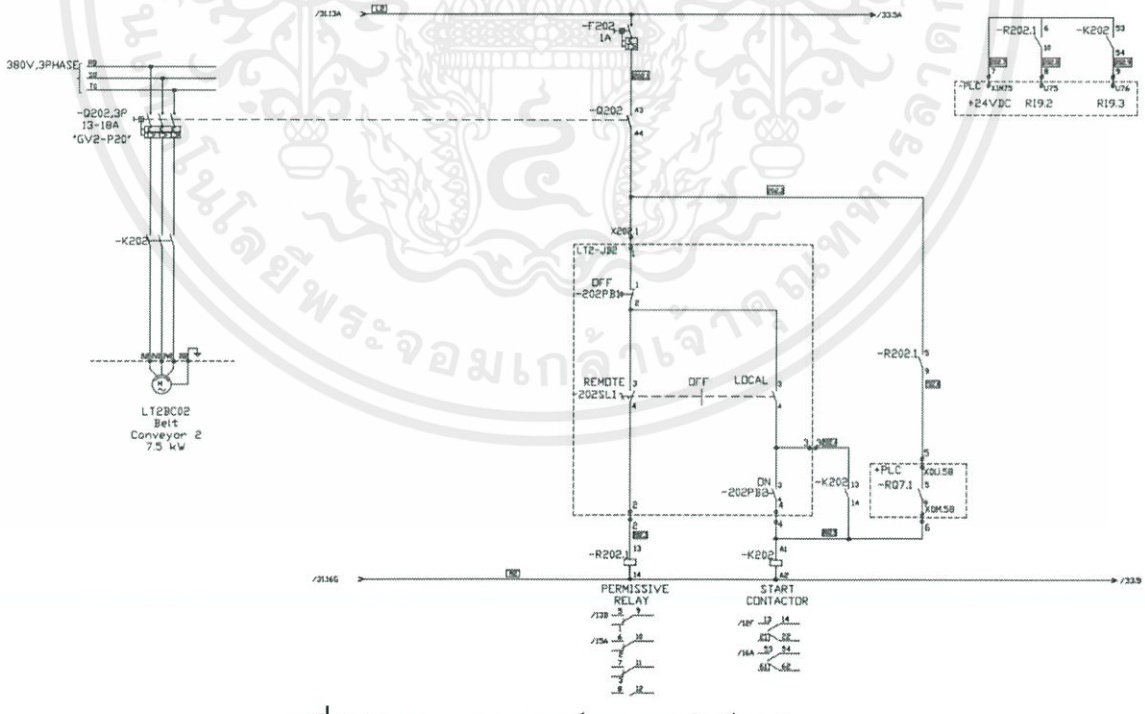
รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมเส้นเดียวของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักตู้ MCC2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการศึกษาแบบวงจรของมอเตอร์แต่ละตัวที่ใช้ในระบบลำเลียง

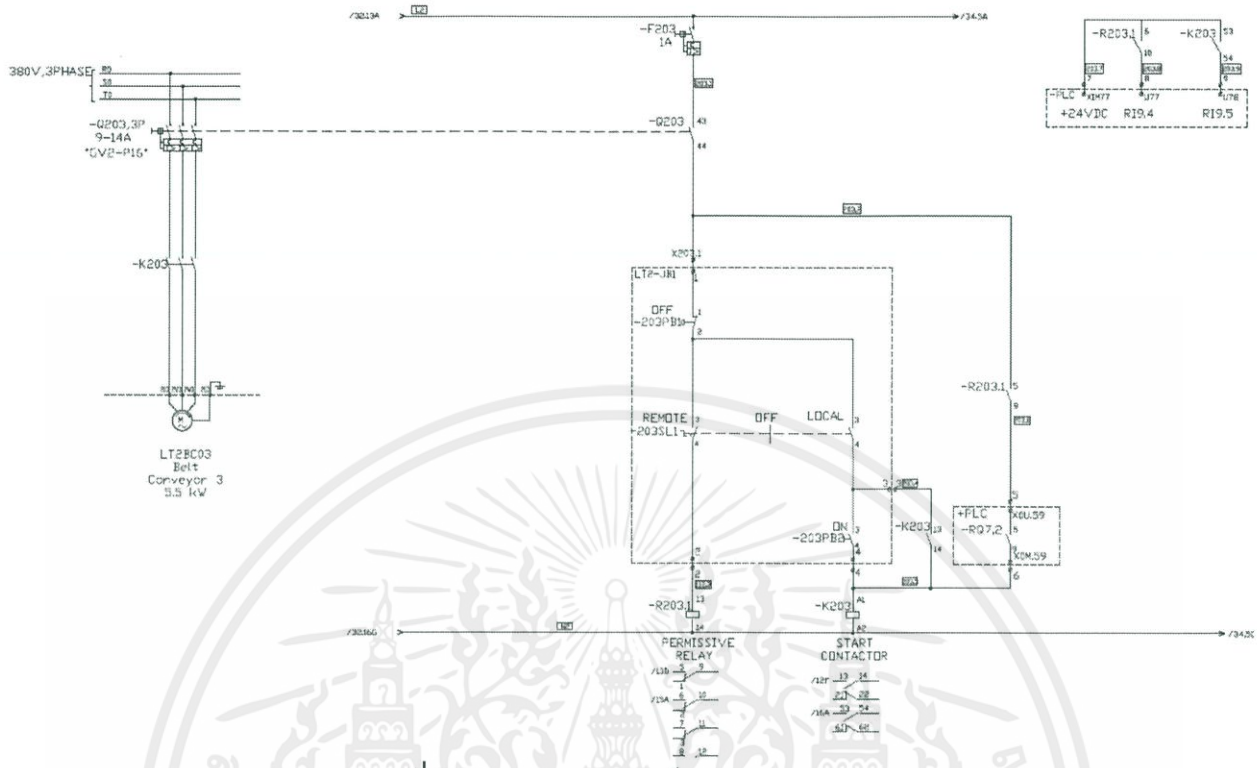


รูปที่ 3.5 แบบวงจรมอเตอร์ของสายพานลำเลียง 1

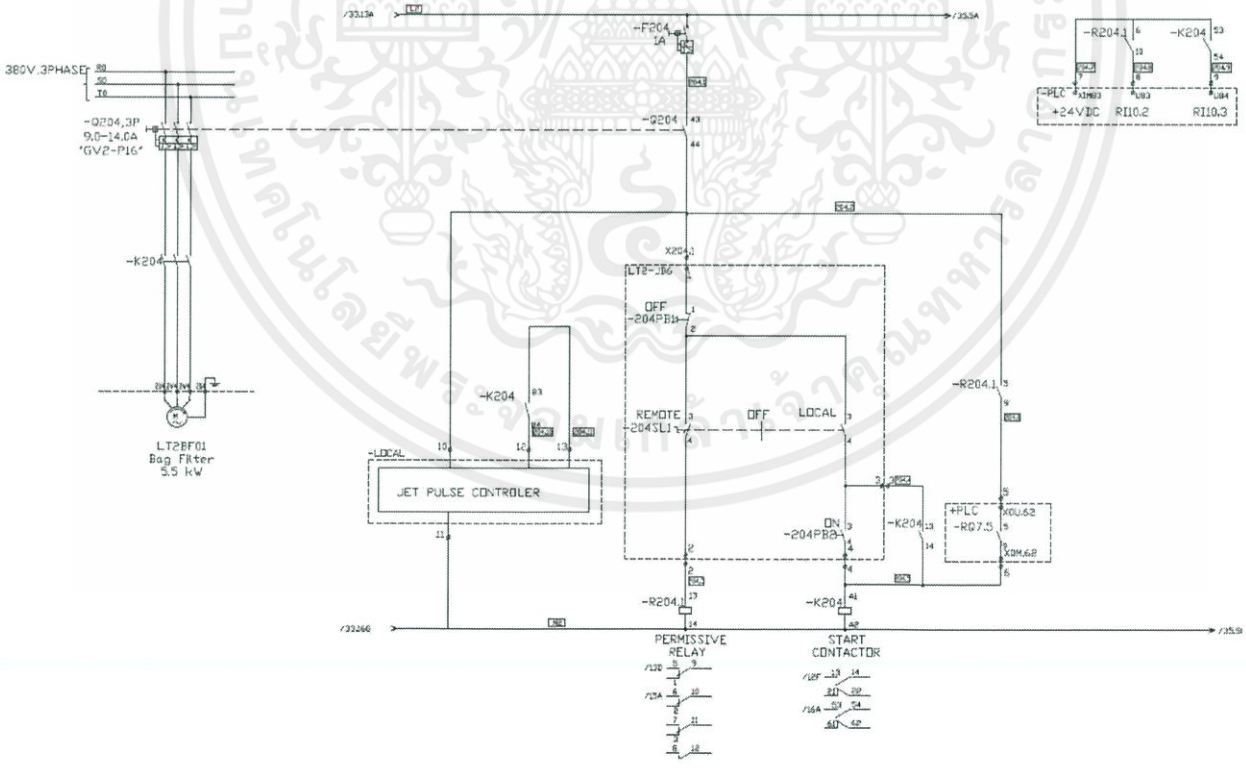


รูปที่ 3.6 แบบวงจรมอเตอร์สายพานลำเลียง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

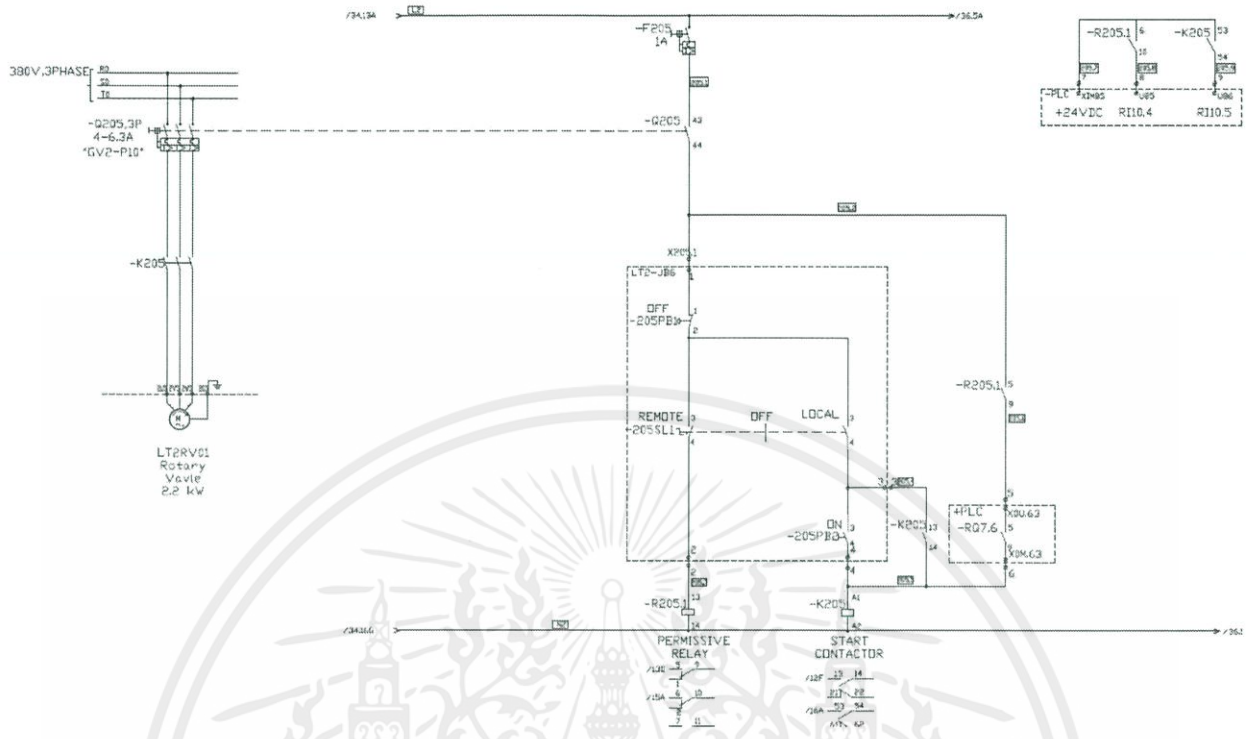


รูปที่ 3.7 แบบวงจรมอเตอร์ของสายพาน 3

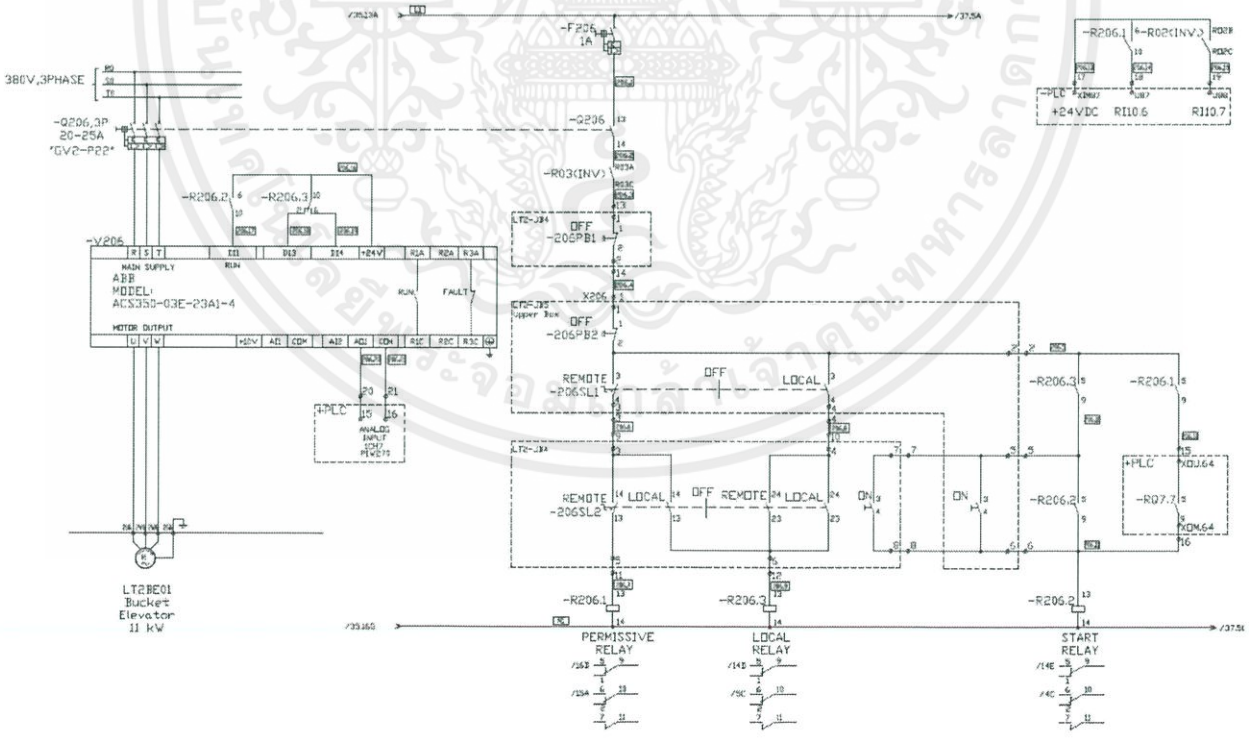


รูปที่ 3.8 แบบวงจรมอเตอร์ของถุงกรองฝุ่น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

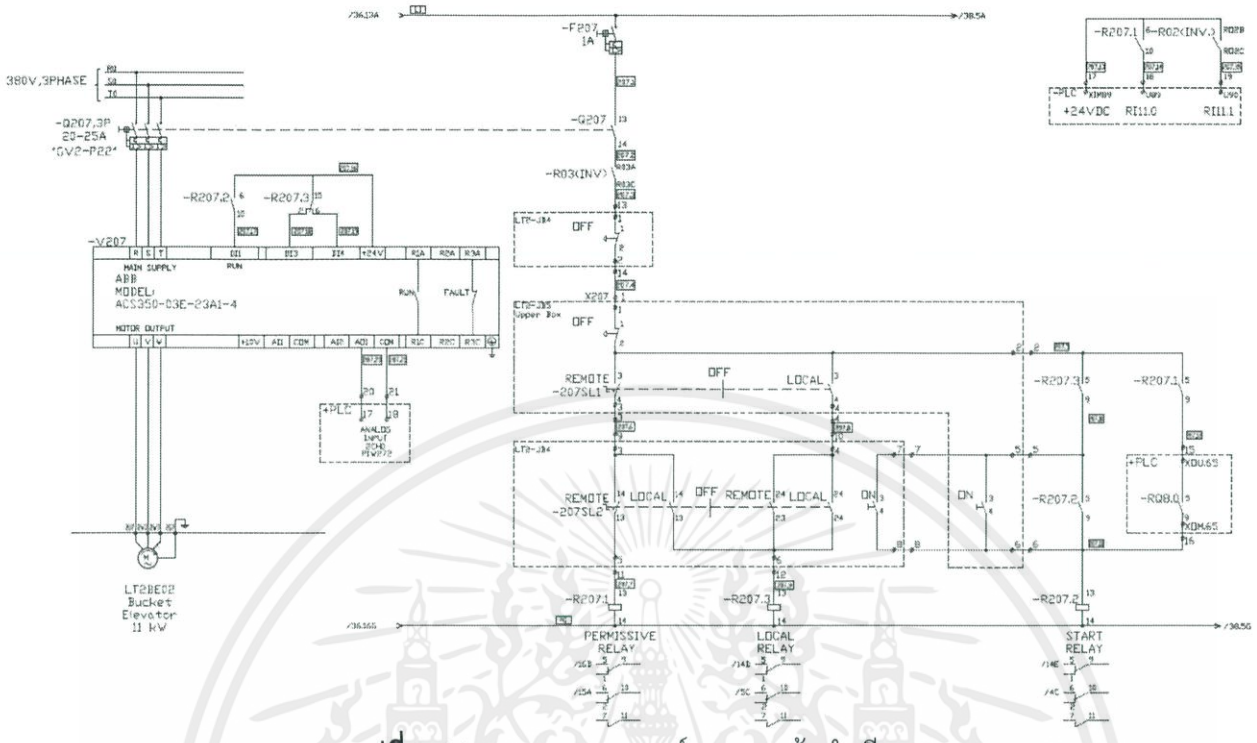


รูปที่ 3.9 แบบวงจรมอเตอร์ของโรตารี่วาล์ว

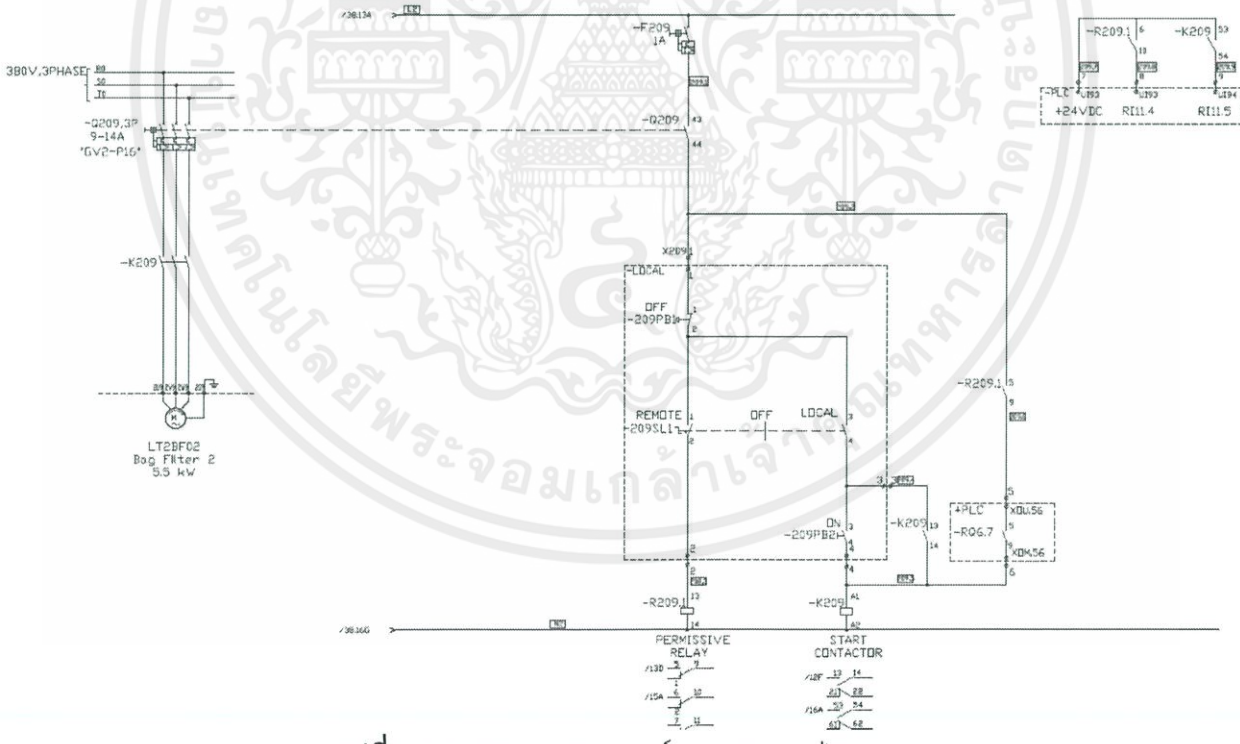


รูปที่ 3.10 แบบวงจรมอเตอร์ของกระพ้อลำเลียง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แบบวงจรมอเตอร์ของกระพ้อลำเลียง 2



รูปที่ 3.12 แบบวงจรมอเตอร์ของถุงกรองฝุ่น 2

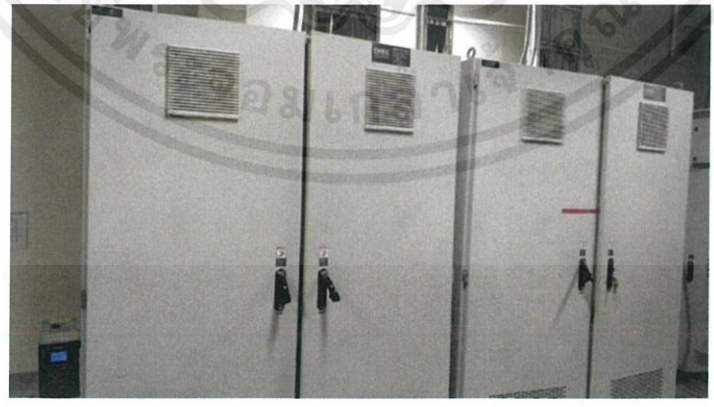
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทำการศึกษาวงจรของมอเตอร์แต่ละตัวทำให้ทราบดังตารางนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงเลขรหัสเซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรกำลังและวงจรควบคุม

เครื่องจักร	เลขรหัสเซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรกำลัง	เลขรหัสเซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรควบคุม
1) สายพานลำเลียง 1 (Belt Conveyor 1)	Q201	F201
2) สายพานลำเลียง 2 (Belt Conveyor 2)	Q202	F202
3) สายพานลำเลียง 3 (Belt Conveyor 3)	Q203	F203
4) ถุงกรองฝุ่น 1 (Bag Filter 1)	Q204	F204
5) กระพ้อลำเลียง 1 (Bucket Elevator 1)	Q205	F205
6) กระพ้อลำเลียง 2 (Bucket Elevator 2)	Q206	F206
7) โรตารี่วาล์ว 1 (Rotary Valve 1)	Q207	F207
8) ถุงกรองฝุ่น 2 (Bag Filter 2)	Q209	F209

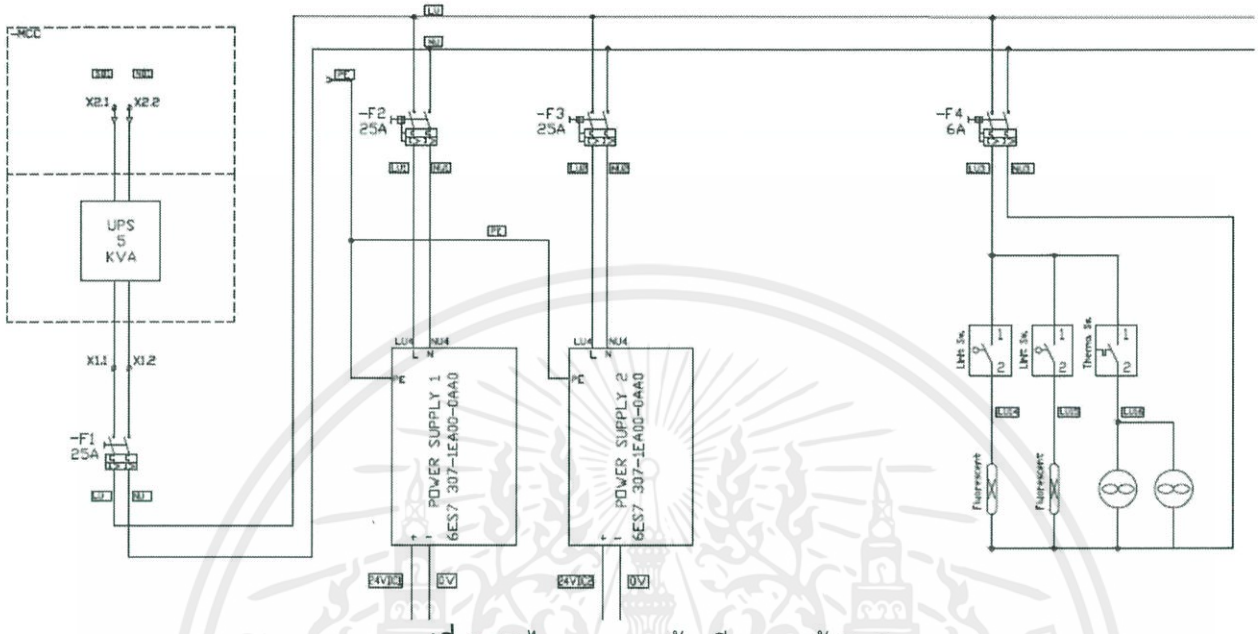
และทำให้ทราบว่าในการสั่งให้เริ่มทำงานนั้นทำได้ 2 แบบ คือสั่งจากตู้ควบคุมมอเตอร์เครื่องจักรบริเวณหน้างาน (Local Panel) สังเกตได้จากคำว่า LOCAL ตรงวงจรควบคุมมอเตอร์ และสั่งจากหน้าจอ SCADA โดยผ่าน PLC สังเกตได้จากคำว่า REMOTE ตรงวงจรควบคุมมอเตอร์ ดังนั้นต้องมีการจ่ายไฟสำหรับวงจรของ PLC โดยทำการศึกษาแบบในระบบไฟฟ้าตู้ของวงจร PLC ชี้ให้เห็นถึงวงจร PLC ภายในตู้รับไฟจาก UPS และแหล่งจ่ายไฟฟ้าของ UPS อยู่ที่ตู้ควบคุมมอเตอร์ 1 (MCC1) จึงต้องจ่ายไฟจากสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้ามาที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่จ่ายไฟแก่ UPS



รูปที่ 3.13 ตู้ PLC ซึ่งทางด้านซ้ายของตู้มี UPS เป็นตัวจ่ายไฟ

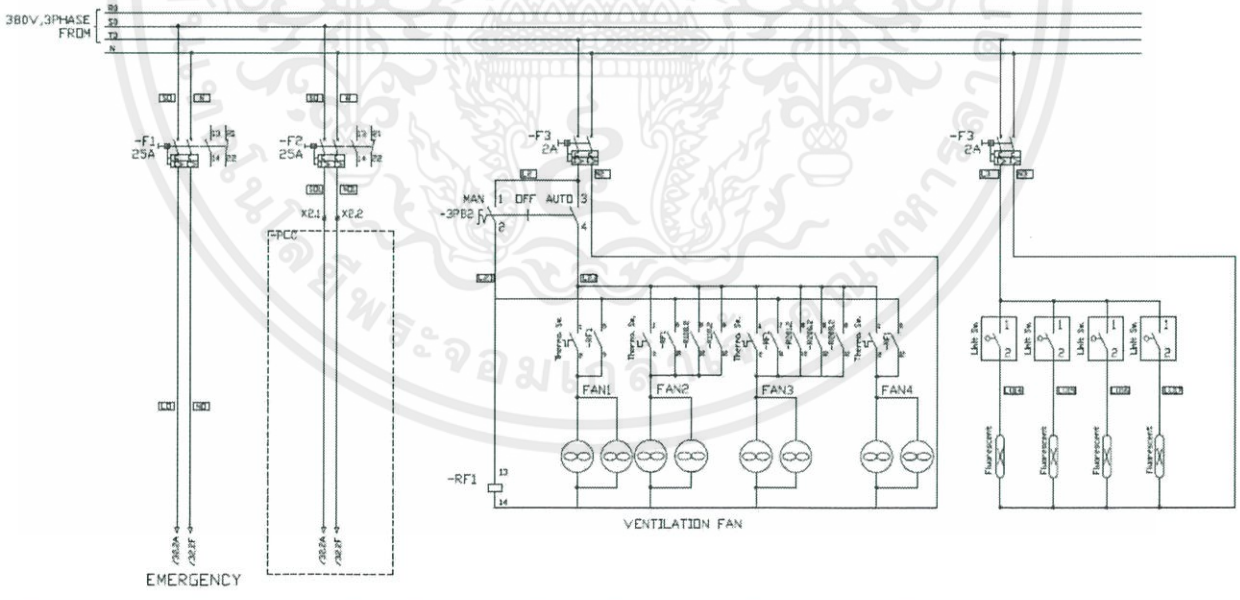
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.15 แสดงถึงตู้ PLC มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าเป็น UPS และรับไฟมาจาก MCC1



รูปที่ 3.14 ไดอะแกรมเส้นเดียวของตู้ PLC

เซอร์กิตเบรกเกอร์ F2 จ่ายไฟแก่ UPS ของตู้ PLC ดังรูปที่ 3.15

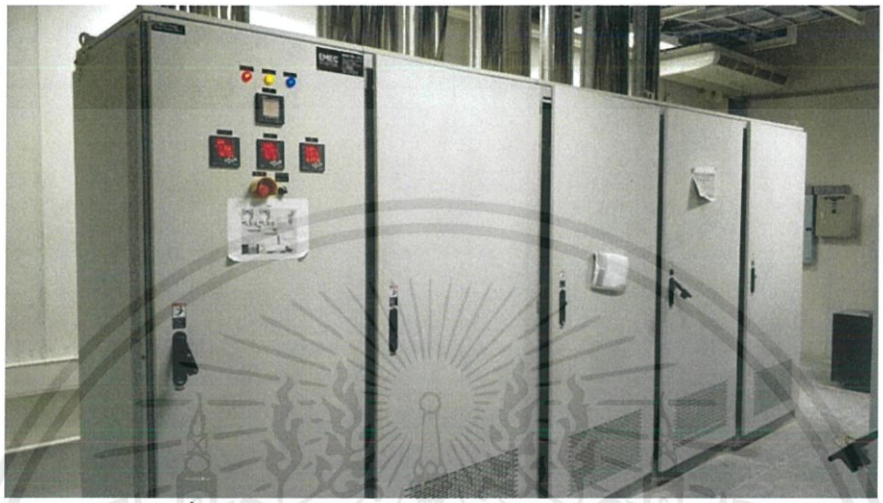


รูปที่ 3.15 ไดอะแกรมเส้นเดียวของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่จ่ายไฟแก่ UPS (F2) ของตู้ MCC1

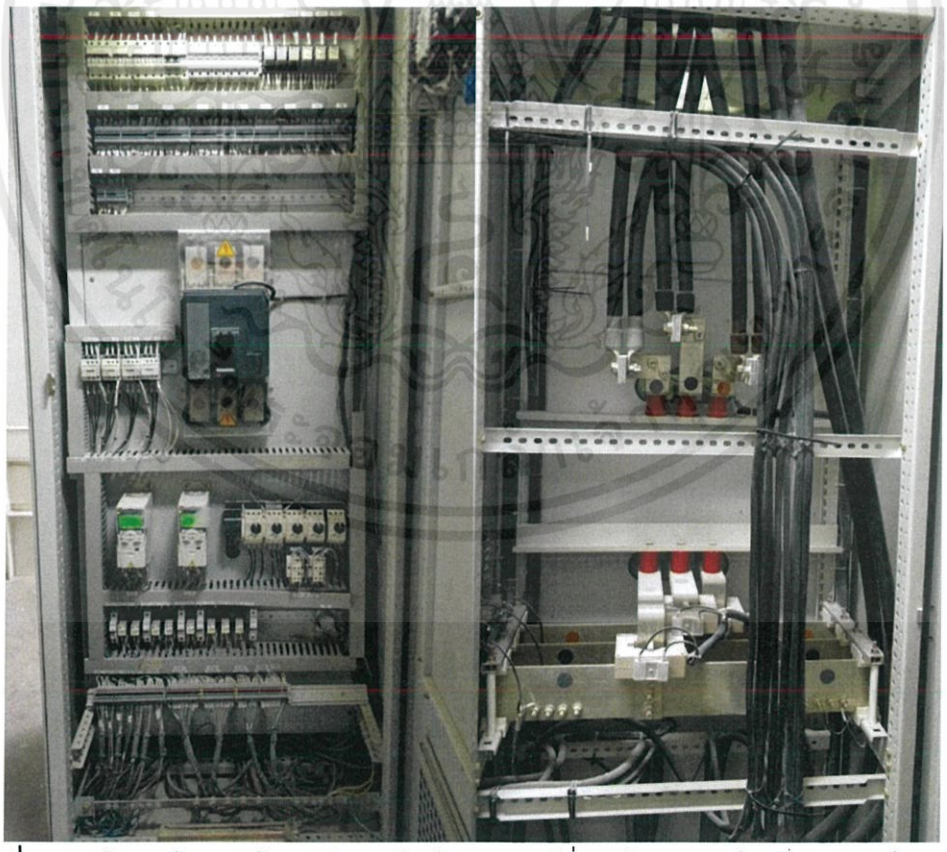
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ศึกษาหน้างานภายในห้องควบคุมระบบไฟฟ้า

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแบบในระบบไฟฟ้ามาใช้ในการวิเคราะห์หน้างานสำหรับการดัดแปลงวงจรเซอร์กิตเบรกเกอร์ของระบบลำเลียงปูนภายในตู้ควบคุมมอเตอร์



รูปที่ 3.16 ตู้ควบคุมมอเตอร์ 2 (MCC2) มีตู้ย่อย 5 ตู้



รูปที่ 3.17 ด้านหน้าและด้านหลังภายในตู้ MCC2 ตู้ที่ 1 (ตู้ของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก)

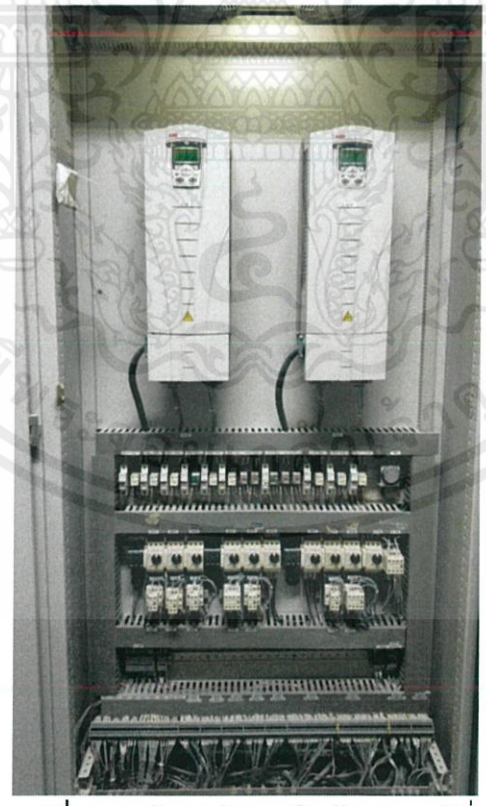
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรกำลัง

จากรูปที่ 3.18 แสดงถึงเทอร์เทอร์มินอลบล็อคขวาสุดจ่ายให้แก่ Q208 ซึ่งไม่ได้อยู่ในรายการมอเตอร์ของระบบลำเลียงปูน จึงนำมาเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวนี้มาพิจารณาในการคำนวณโหลดด้วย

รูปที่ 3.18 เซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรกำลังของเครื่องจักรในระบบลำเลียงปูน

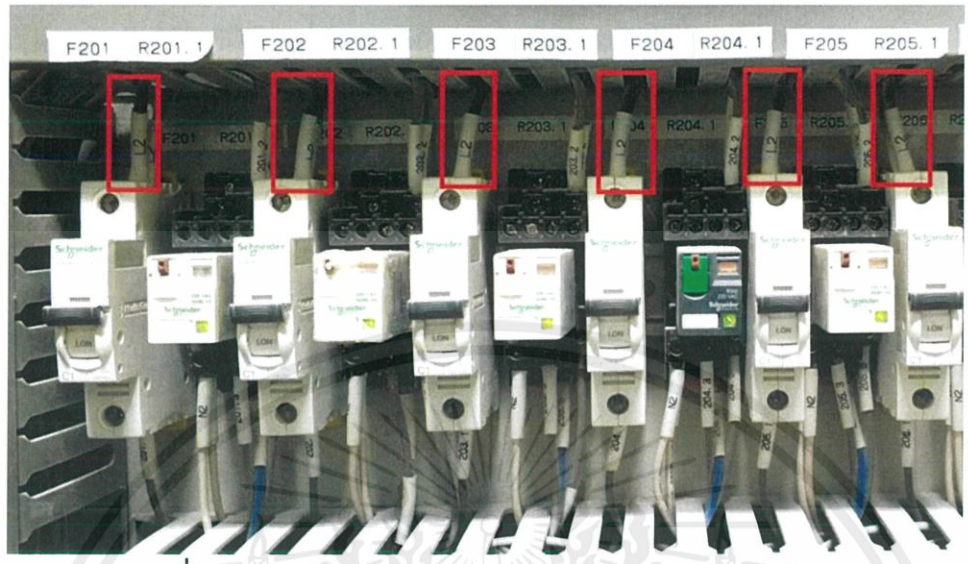
โดยเซอร์กิตเบรกเกอร์นี้อยู่ที่ตู้ MCC2 ตู้ที่ 2



รูปที่ 3.19 ด้านหน้าภายในตู้ MCC2 ตู้ที่ 2

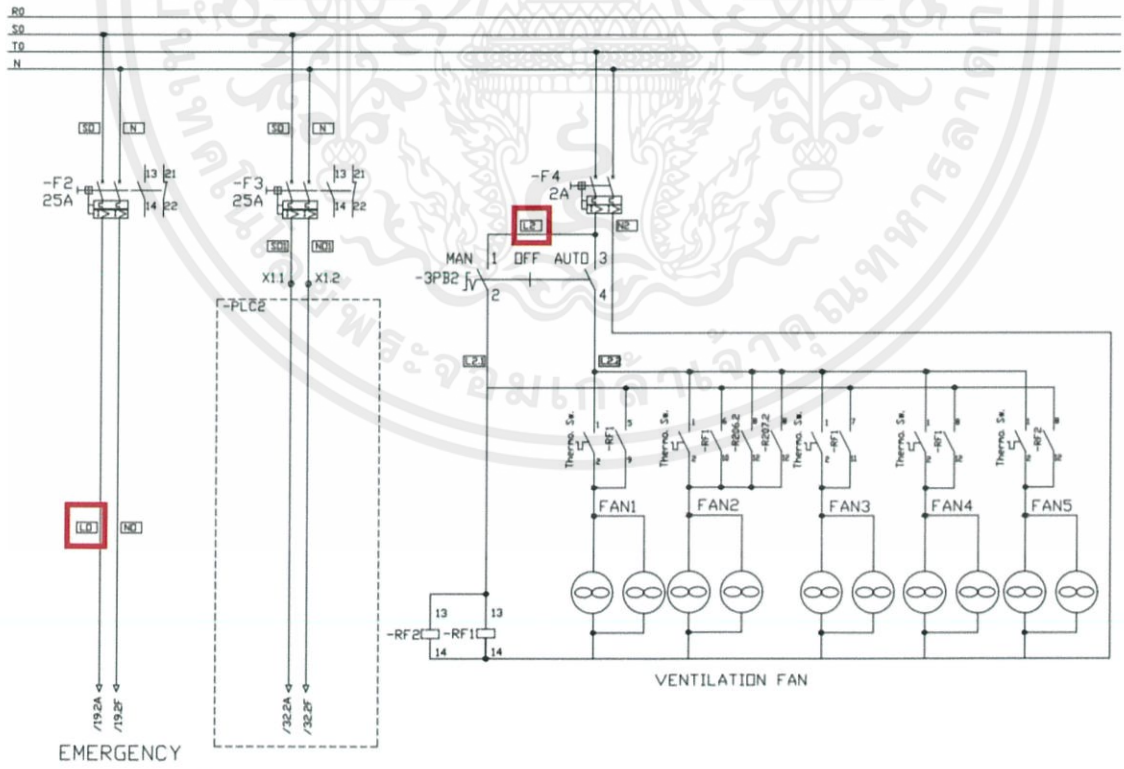
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรควบคุม



รูปที่ 3.20 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรควบคุมระบบลำเลียงปูน

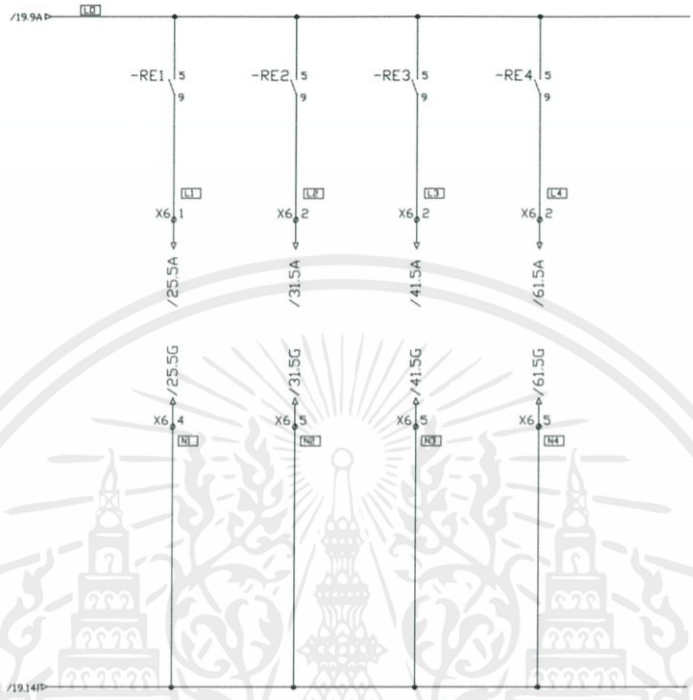
จากรูปที่ 3.20 แสดงถึงเซอร์กิตเบรกเกอร์รับไฟจากสายไฟ L2 ซึ่งเมื่อตรวจสอบการเดินสายไฟ L2 ทำให้ทราบว่า สายไฟ L2 ต่อมาจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ F2 ซึ่งจากรูปที่ 3.21 มีการใช้ชื่อสายไฟ L2 ซ้ำกับสายไฟที่ถูกต่อออกมาจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ F4 ของวงจรพัดลมภายในตู้ไฟฟ้า



รูปที่ 3.21 ไดอะแกรมเส้นเดียวของเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยภายในตู้ MCC2

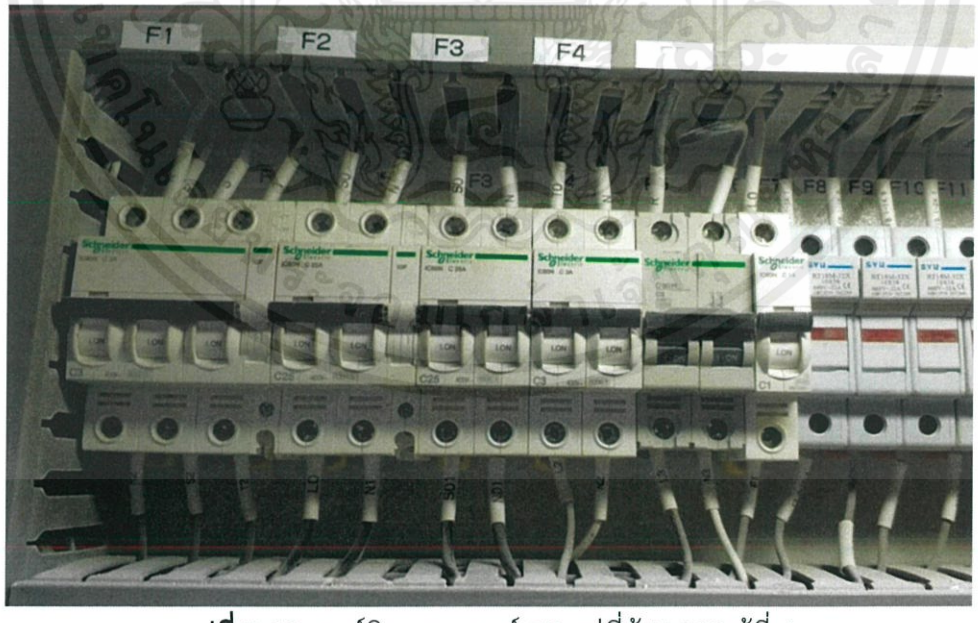
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการดูแบบในระบบไฟฟ้าของสายไฟ L0 (สายที่ถูกจ่ายออกมาจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ F2) พบว่าต่ออยู่กับรีเลย์ และสายที่ต่อออกมาจากรีเลย์เป็นสาย L2 ของวงจรควบคุมมอเตอร์ ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ไดอะแกรมเส้นเดียวของสายที่ถูกต่อออกมาจากสาย L0

เซอร์กิตเบรกเกอร์ F2 ใช้สำหรับจ่ายไฟให้แก่วงจรควบคุมมอเตอร์

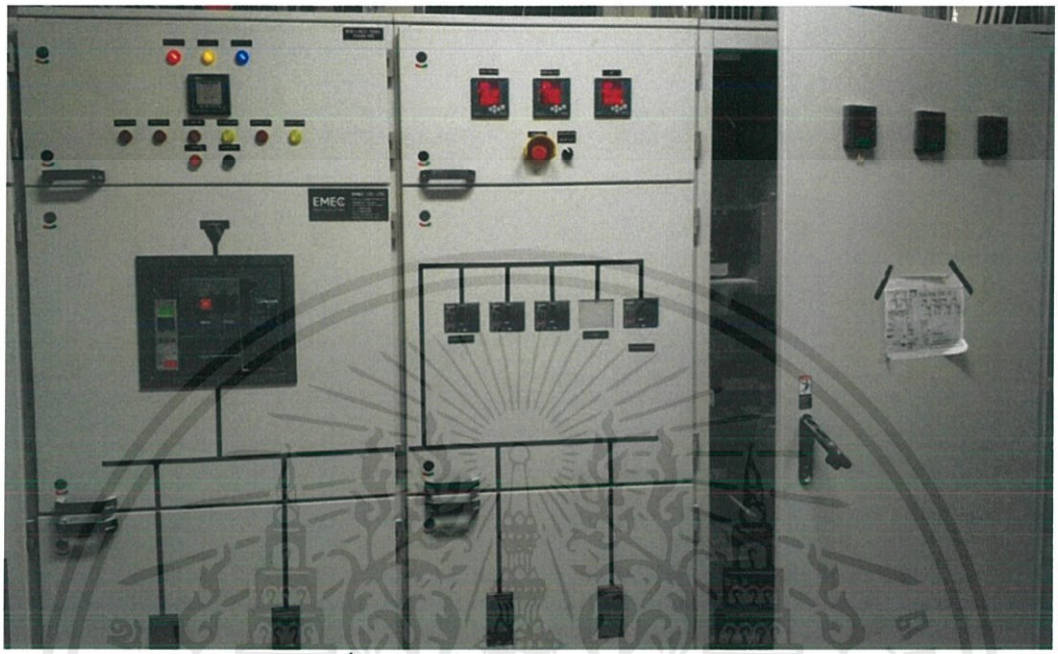


รูปที่ 3.23 เซอร์กิตเบรกเกอร์ F2 อยู่ที่ตู้ MCC2 ตู้ที่ 1

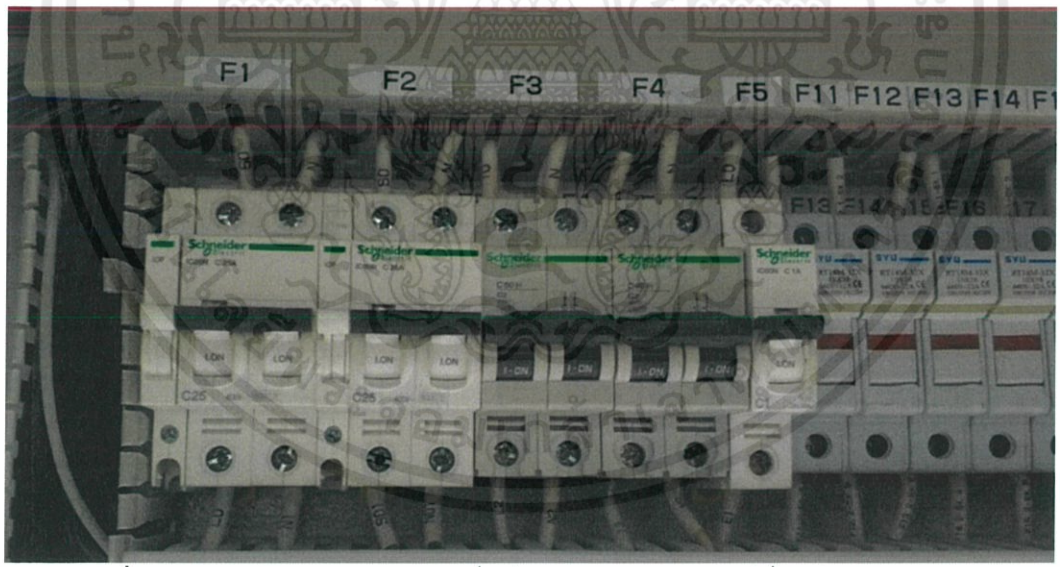
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของไฟเลี้ยง **UPS** สำหรับวงจร **PLC**

จากไดอะแกรมเส้นเดียวของรูปที่ 3.15 แสดงถึงเซอร์กิตเบรกเกอร์นี้อยู่ที่อยู่ตู้ MCC1 ตู้ที่ 2



รูปที่ 3.24 ตู้ควบคุมมอเตอร์ 1 (MCC1)

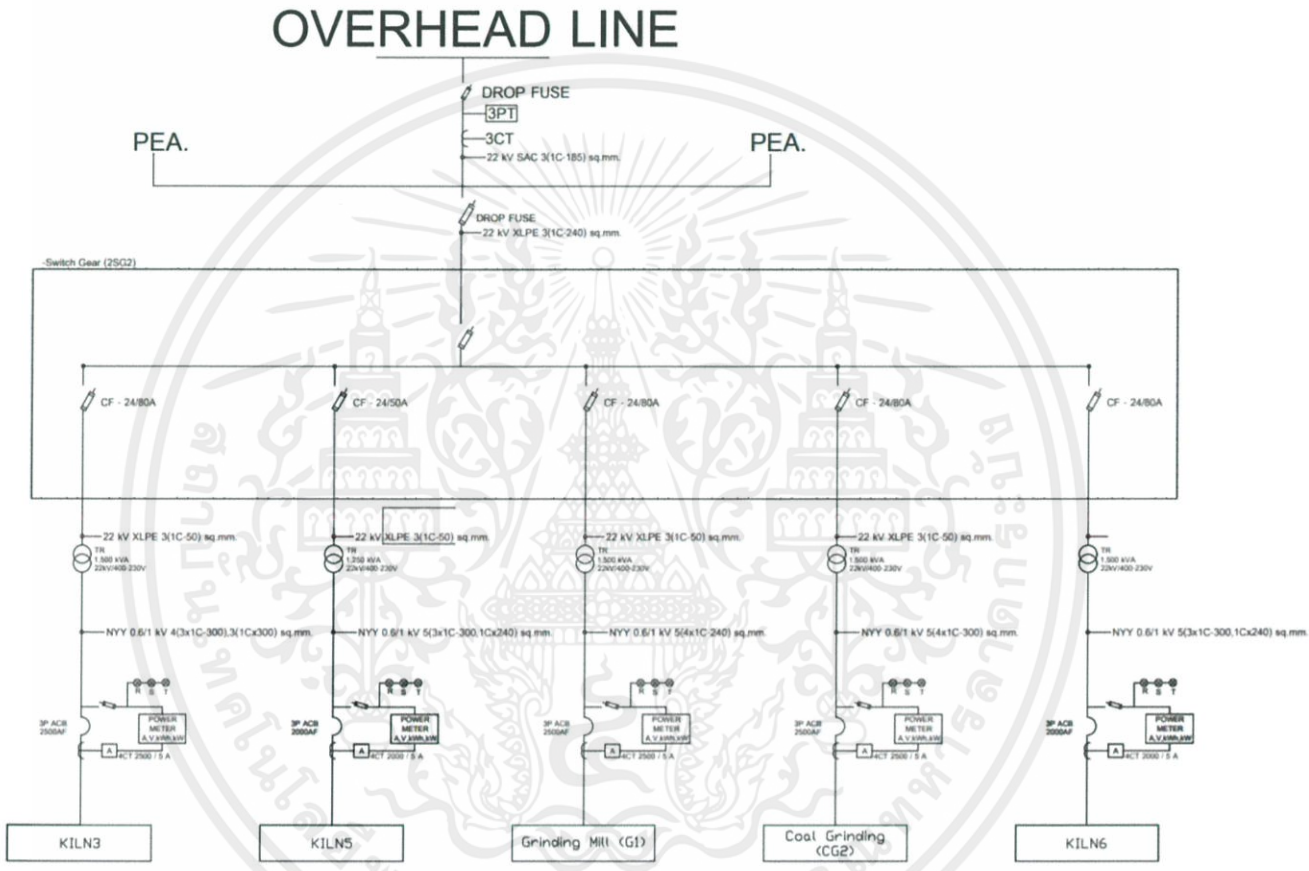


รูปที่ 3.25 เซอร์กิตเบรกเกอร์ F2 ซึ่งเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่จ่ายไฟให้แก่ UPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

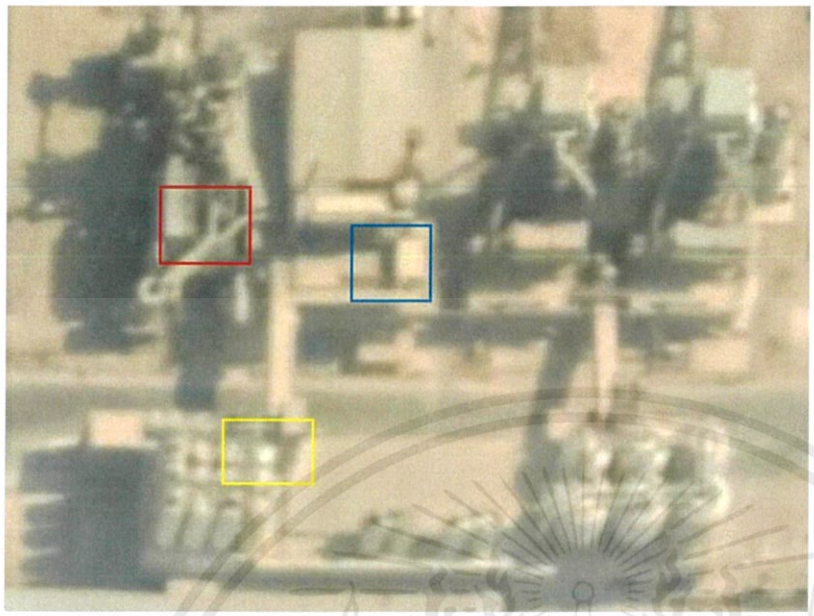
จากการศึกษาไดอะแกรมเส้นเดียวของหม้อแปลงที่จ่ายมาห้องไฟต่าง ๆ ภายในโรงงาน แสดงให้เห็นถึงหม้อแปลงหนึ่งลูกจ่ายให้แก่หนึ่งห้องไฟ เมื่อทำการบำรุงรักษาหรือเกิดเหตุขัดข้องกับหม้อแปลงที่จ่ายไฟแก่ห้องไฟที่ G1 ส่งผลให้ห้องไฟที่ G1 ไม่มีไฟเลี้ยง จึงจำเป็นต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองให้แก่ระบบที่จำเป็น เพื่อไม่ให้เกิดการหยุดชะงักของระบบการลำเลียงปูนของเตา 5 และเตา 6



รูปที่ 3.26 ไดอะแกรมเส้นเดียวของหม้อแปลงภายในโรงงาน (บางส่วน)

สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องมี 2 แหล่งจ่ายไฟฟ้า ซึ่งแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรก คือจากห้องไฟที่ G1 ส่วนอีกแหล่งจ่ายไฟฟ้าเลือกจากการวัดระยะจากห้องไฟที่อยู่ใกล้กับห้องไฟที่ G1 มากที่สุด และจากเงื่อนไขดังกล่าว ห้องไฟที่เป็นตัวเลือกมีอยู่ 2 แห่ง ได้แก่ ห้องไฟที่เตา 3 (KK3) และห้องไฟที่หม้อบดถ่าน (CG2) โดยทำการวัดระยะทางเดินสายไฟที่ติดตั้งไว้แล้วซึ่งเชื่อมต่อถึงกันของห้องไฟแต่ละแห่ง จากการสำรวจได้ระยะห่างจากห้องไฟที่ G1 กับห้องไฟที่ KK3 เท่ากับ 45 เมตร และระยะห่างจากห้องไฟที่ G1 กับห้องไฟที่ CG2 เท่ากับ 34 เมตร ดังนั้นเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองมาจากห้องไฟ CG2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



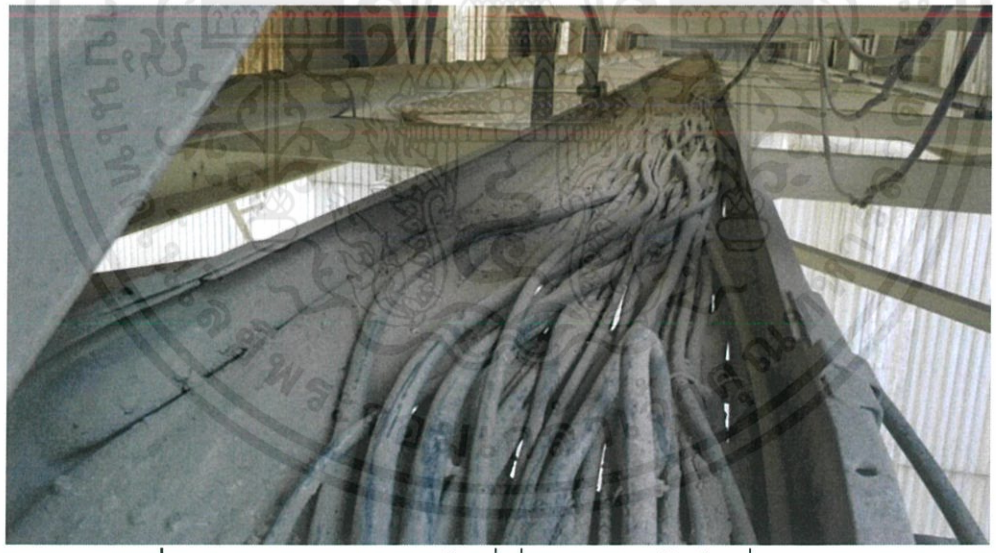
สีแดง คือ ห้องไฟที่ KK3

สีน้ำเงิน คือ ห้องไฟที่ CG2

สีเหลือง คือ ห้องไฟที่ G1

รูปที่ 3.27 แผนผังของห้องไฟแต่ละแห่ง

จากการสำรวจทางเดินสายไฟที่เชื่อมระหว่างห้องไฟที่ CG2 และ G1 รูปแบบการเดินสายเป็นการเดินสายบนรางเคเบิลแบบบันได และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการเดินสายเพิ่มเติม



รูปที่ 3.28 รางเคเบิลของสายไฟที่เชื่อมระหว่างห้องไฟที่ G1 และ CG2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 คำนวณโหลดของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เนื่องด้วยข้อมูลที่มาจากแบบในระบบไฟฟ้านั้นมีเพียงค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏของมอเตอร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งในการคำนวณโหลดของมอเตอร์ต้องคำนวณค่ากระแสประกอบด้วย จึงทำการศึกษาแผ่นป้ายมอเตอร์เพิ่มเติมจากมอเตอร์ที่ติดตั้งไว้หน้างาน และจากที่กล่าวในข้อ 3.3 มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ Q208 เพิ่มเข้ามาในรายการ ซึ่งมอเตอร์นี้ไม่ได้อยู่ในรายการมอเตอร์ของระบบลำเลียง แต่นำมาคำนวณโหลดด้วย รายการของโหลดมีดังนี้

3.5.1 สายพานลำเลียง 1 (Belt Conveyor 1) 5.5 kW

เนื่องจากในแผ่นป้ายมอเตอร์ไม่แสดงค่าประสิทธิภาพ ดูค่าจากตารางที่ ก จึงต้องหาจำนวนขั้วแม่เหล็ก

จากสมการ จำนวนขั้วแม่เหล็ก $= \frac{120 \times \text{ความถี่}}{\text{ความเร็วรอบของมอเตอร์}}$ (4-1)

$$= \frac{120 \times 50}{1445} \approx 4 \text{ ขั้วแม่เหล็ก}$$

ดังนั้นจากตารางที่ ก ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.847

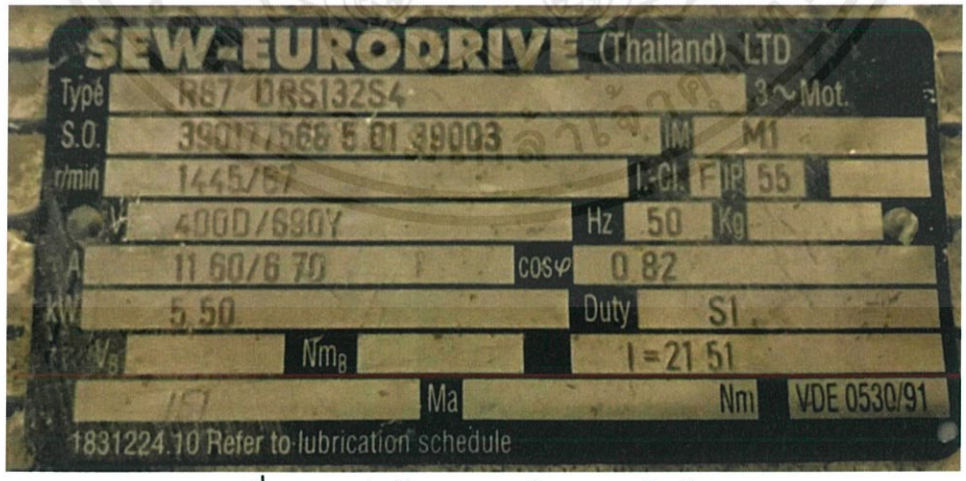
คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏจากสมการ ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส $= \frac{\text{ค่ากำลังไฟฟ้าจริง}}{\text{ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์} \times \text{ค่าประสิทธิภาพ}}$ (4-2)

$$= \frac{5500}{0.82 \times 0.847}$$

ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส เท่ากับ 7918.91 โวลต์แอมแปร์ (VA)

ไฟที่จ่ายแก่มอเตอร์เป็นไฟ 3 เฟส 400 โวลต์ ดังนั้นมอเตอร์ต่อได้แบบเดียว คือ แบบเดลต้า

ดังนั้น ค่ากระแสพิกัดเท่ากับ 11.6 แอมป์ (A)



รูปที่ 3.29 แผ่นป้ายมอเตอร์สายพานลำเลียง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 สายพานลำเลียง 2 (Belt Conveyor 2) 7.5 kW

จากสมการที่ 4-1 จำนวนขั้วแม่เหล็ก $= \frac{120 \times 50}{1445} \approx$ 4 ขั้วแม่เหล็ก

จากตารางที่ ก ได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.86

จากสมการที่ 4-2 ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส $= \frac{7500}{0.85 \times 0.86} =$ 10259.92 VA

ไฟที่จ่ายแก่มอเตอร์เป็นไฟ 3 เฟส 400 โวลต์ มอเตอร์ต่อได้แบบเดียว คือ แบบเดลต้า

ดังนั้น ค่ากระแสพิกัดเท่ากับ 15.1 A

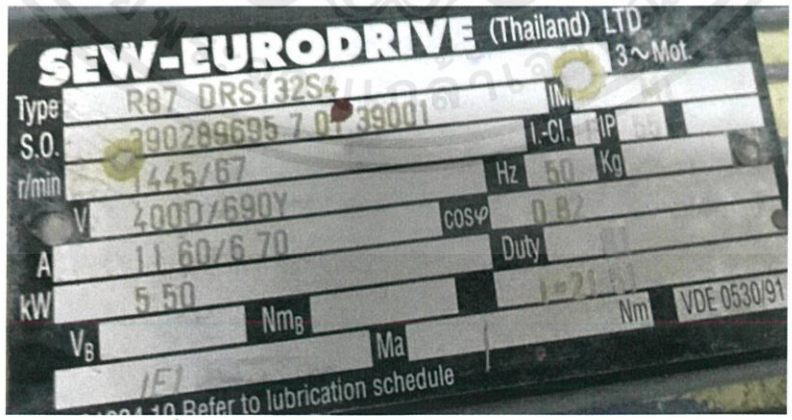
รูปที่ 3.30 แผ่นป้ายมอเตอร์สายพานลำเลียง

3.5.3 สายพานลำเลียง 3 (Belt Conveyor 3) 5.5 kW

ใช้มอเตอร์รุ่นเดียวกันกับสายพานลำเลียง 1 ดังนั้นค่าทุกอย่างเท่ากัน

ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส เท่ากับ 7918.91 VA

ค่ากระแสพิกัด เท่ากับ 11.6 A



รูปที่ 3.31 แผ่นป้ายมอเตอร์สายพานลำเลียง 3

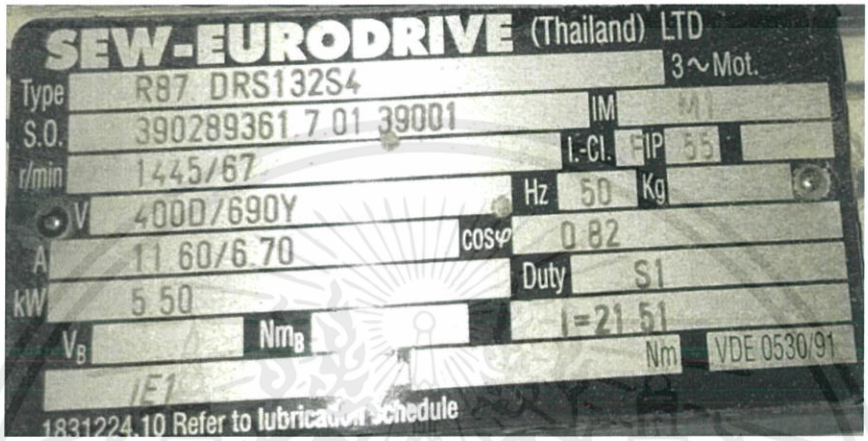
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 ถุงกรองฝุ่น 1 (Bag Filter 1) 5.5 kW

ใช้มอเตอร์รุ่นเดียวกันกับสายพานลำเลียง 1 ดังนั้นค่าทุกอย่างเท่ากัน

ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส เท่ากับ 7918.91 VA

ค่ากระแสพิกัด เท่ากับ 11.6 A



รูปที่ 3.32 แผ่นป้ายมอเตอร์ถุงกรองฝุ่น 1

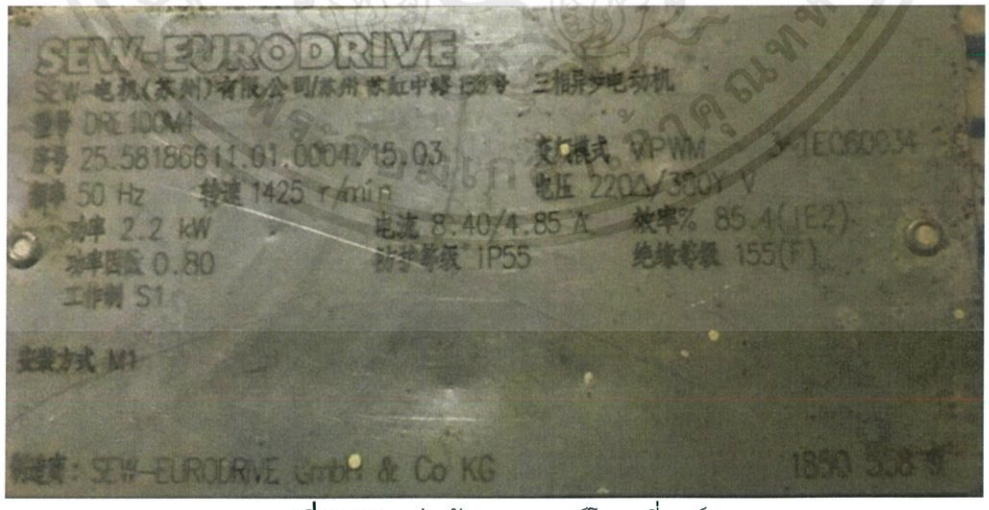
3.5.5 โรตารี่วาล์ว (Rotary Valve) 2.2 kW

จากรูปที่ 3.29 ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.854

จากสมการที่ 4-2 ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส $= \frac{2200}{0.8 \times 0.854} =$ 3220.14 VA

จากเนมเพลท ไฟที่จ่ายแก่มอเตอร์เป็นไฟ 3 เฟส 400 โวลต์ ดังนั้นมอเตอร์ต่อได้แบบเดียว คือ แบบวาย

ดังนั้น ค่ากระแสพิกัด เท่ากับ 4.85 A



รูปที่ 3.33 แผ่นป้ายมอเตอร์โรตารี่วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 กระพ้อลำเลียง 1 (Bucket Elevator 1) 11 kW

เนื่องจากไม่สามารถอ่านค่าแผ่นป้ายของมอเตอร์ได้ เนื่องจากอายุการใช้งานทำให้ตัวอักษรหายไปจึงทำการประมาณค่า โดยกำหนดให้ ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.9 และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เท่ากับ 0.8

จากสมการที่ 4-2 ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส $= \frac{11000}{0.8 \times 0.9} = 15277.78$ VA

จากสมการ กระแสของมอเตอร์ $= \frac{\text{ค่ากำลังไฟฟ้าจริง}}{3 \times \text{แรงดันเฟส} \times \text{ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์} \times \text{ค่าประสิทธิภาพ}}$ (4-3)

$$= \frac{11000}{3 \times 230 \times 0.8 \times 0.9}$$

ค่ากระแสพิกัด เท่ากับ 22.14 A

รูปที่ 3.34 แผ่นป้ายมอเตอร์กระพ้อลำเลียง 1

3.5.7 กระพ้อลำเลียง 2 (Bucket Elevator 2) 11 kW

ใช้มอเตอร์รุ่นเดียวกันกับกระพ้อลำเลียง 1 ดังนั้นค่าทุกอย่างเท่ากัน

ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส เท่ากับ 15277.78 VA

ได้ค่ากระแส เท่ากับ 22.14 A

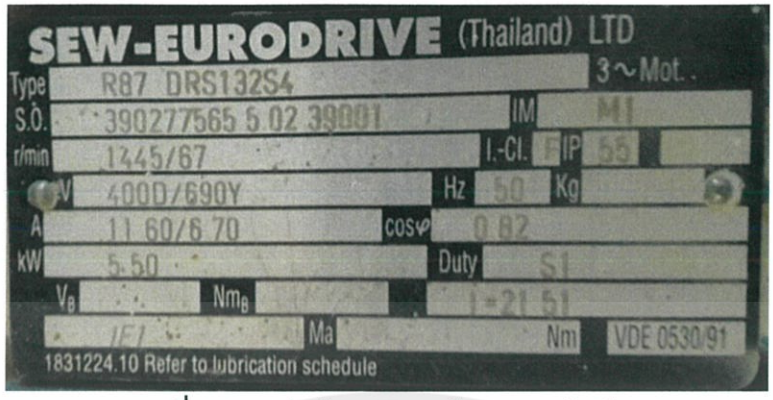
3.5.8 สายพานลำเลียง 4 (Belt Conveyor 4) 5.5 kW

ใช้มอเตอร์รุ่นเดียวกันกับสายพานลำเลียง 1 ดังนั้นค่าทุกอย่างเท่ากัน

ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส เท่ากับ 7918.91 VA

ค่ากระแส เท่ากับ 11.6 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



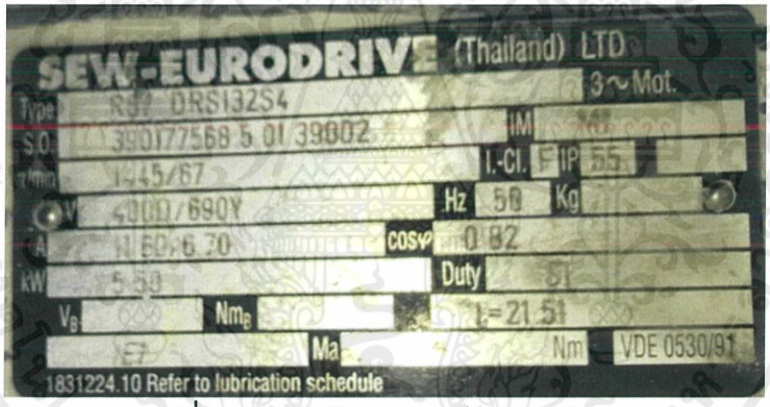
รูปที่ 3.35 แผ่นป้ายมอเตอร์สายพานลำเลียง 4

3.5.9 ถุงกรองฝุ่น 1 (Bag Filter 1) 5.5 kW

ใช้มอเตอร์รุ่นเดียวกันกับสายพานลำเลียง 1 ดังนั้นค่าทุกอย่างเท่ากัน

ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 3 เฟส เท่ากับ 7918.91 VA

ค่ากระแสพิกัด เท่ากับ 11.6 A



รูปที่ 3.36 แผ่นป้ายมอเตอร์ถุงกรองฝุ่น 1

3.5.10 วงจรควบคุมของมอเตอร์

จากรูปที่ 3.23 วงจรนี้ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 25 A แสดงว่ากระแสไม่สูงเกินค่านี้

จากสมการ ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 1 เฟส = ค่าแรงดันเฟส × ค่ากระแส (4-4)

= 230 × 25

ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 1 เฟส เท่ากับ 5750 VA

ค่ากระแส เท่ากับ 25 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.11 UPS

จากรูปที่ 3.24 วงจรนี้ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 25 A แสดงว่ากระแสไม่สูงเกินค่านี้

จากสมการที่ 4-4 ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ 1 เฟส = 230 × 25 = 5750 VA

ค่ากระแสเท่ากับ 25 A

เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏของโหลดทั้งหมดมาแยกเป็นแต่ละเฟส และทำการแบ่งค่ากำลังไฟฟ้าให้สมดุลในแต่ละเฟส ผลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏในแต่ละเฟสของโหลด

Circuit No.	Description	Connected Load (VA)			Current (A)
		Phase 1	Phase 2	Phase 3	
Q201	Belt Conveyor 1	2639.64	2639.64	2639.64	11.6
Q202	Belt Conveyor 2	3419.97	3419.97	3419.97	15.1
Q203	Belt Conveyor 3	2639.64	2639.64	2639.64	11.6
Q204	Bag Filter 1	2639.64	2639.64	2639.64	11.6
Q205	Rotary Valve 1	1073.38	1073.38	1073.38	4.85
Q206	Bucket Elevator 1	5092.6	5092.6	5092.6	22.14
Q207	Bucket Elevator 2	5092.6	5092.6	5092.6	22.14
Q208	Belt Conveyor 4	2639.64	2639.64	2639.64	11.6
Q209	Bag Filter 2	2639.64	2639.64	2639.64	11.6
F2	Control Motor Circuits	5750			25
UPS	UPS		5750		25
	Total Connected Load	33626.8	33626.8	27876.8	
		95130.25			

คำนวณค่ากระแสจากเฟสที่มีค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏมากที่สุด โดยเลือกคำนวณของเฟส 1 ซึ่งค่ากระแสพิกัดรวมของมอเตอร์ทุกตัวบวกกับค่ากระแสของวงจรควบคุมมอเตอร์

ได้ค่ากระแสเฟสเท่ากับ 147.23 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

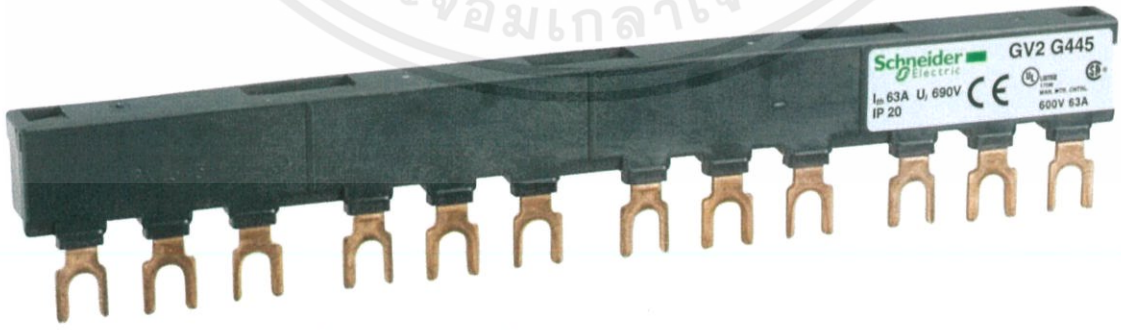
3.6 เลือกขนาดสายของวงจรที่ต่อกับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จากการสำรวจหน้างานที่ห้องไฟฟ้าและการคำนวณโหลด จึงแบ่งการโหลดเป็น 3 ประเภทดังนี้

3.6.1 วงจรกำลังของมอเตอร์

จากรูปที่ 3.19 วงจรกำลังมอเตอร์ทั้ง 9 ตัวรับไฟจากบัสบาร์โดยใช้เทอร์มินอลบล็อคเป็นตัวกลางจ่ายไฟด้วยสายสามเฟสแก่เทอร์มินอลบล็อค และเมื่อพิจารณาแล้วไม่จำเป็นต้องย้ายตำแหน่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ สามารถปลดสายเดิมออก และเดินสายใหม่สำหรับจ่ายไฟจากสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายมาที่เทอร์มินอลบล็อค ดังนั้น เลือกสาย 3×16 sq.mm. THW ซึ่งเป็นสายชนิดเดิมที่ต่ออยู่

รูปที่ 3.37 เทอร์มินอลบล็อค (TERMINAL BLOCK)



รูปที่ 3.38 บัสบาร์ที่ต่ออยู่กับเทอร์มินอลบล็อค [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 วงจรควบคุมมอเตอร์

เลือกสาย 2x4 sq.mm. VCT ซึ่งเป็นสายชนิดเดิมที่ต่ออยู่

3.6.3 วงจรไฟเลี้ยง UPS

เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรนี้อยู่ที่ตู้ MCC1 เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนของโหลดที่ต่อกับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าจึงควรทำการย้ายเซอร์กิตเบรกเกอร์มาที่ตู้ MCC2 ดังนั้นตั้งชื่อเซอร์กิตเบรกเกอร์นี้ว่า UPS สายไฟขาเข้าใช้สาย 2x4 sq.mm. VCT ซึ่งเป็นสายชนิดเดิม และทำการเดินสายไฟที่ออกจากเซอร์กิตเบรกเกอร์นี้ไปจ่ายไฟแก่ UPS โดยใช้สาย 2x4 sq.mm. VCT-G

3.7 เลือกขนาดและรูปแบบการเดินสายป้อนของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จากมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ข้อ 6.3.7 สายสำหรับมอเตอร์หลายตัว กำหนดไว้ว่า สายซึ่งจ่ายกระแสให้แก่มอเตอร์มากกว่า 1 ตัว ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าผลรวมของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ทุกตัวบวกกับร้อยละ 25 ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตัวที่ใหญ่ที่สุดในวงจร ในกรณีที่มอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดมีหลายตัวให้บวกร้อยละ 25 เพียงตัวเดียว และข้อ 6.3.8 สายสำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่น กำหนดไว้ว่า ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่คำนวณได้ ตามข้อ 6.3.5 หรือ 6.3.7 บวกกับกระแสความต้องการสำหรับโหลดอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ [10]

ในกรณีนี้ มอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุด คือ กระพ้อลำเลียง ซึ่งมีกระแสเท่ากับ 22.14 A

จะได้ค่ากระแส (0.25x22.14) + 147.23 = 151.74 A

จากรูปที่ 3.35 มีหลายกลุ่มวงจรบนรางเคเบิล จึงต้องนำตัวคูณปรับค่ามาประกอบในการคำนวณค่ากระแสของสายป้อน รูปแบบการเดินสายคือ รางเคเบิลแบบบันได จำนวน 1 รางเคเบิล จำนวนกลุ่มวงจรประมาณ 7-8 วงจร และลักษณะการจัดเรียงเคเบิล คือวางชิดกันในแนวนอน ดูค่าจากตารางที่ ง ได้ค่าตัวคูณปรับค่า เท่ากับ 0.92

คำนวณค่ากระแสจากตัวคูณปรับค่า

จะได้ ค่ากระแส $= \frac{151.74}{0.92} =$ 164.9 A

เลือกชนิดสายเป็น NYY เพราะสามารถเดินบนรางเคเบิล

ดังนั้น จากตารางที่ ค เลือกสายป้อน 70 sq.mm. NYY สำหรับ 3 เฟส

จากตารางที่ 3.2 โหลดนี้เป็นโหลดไม่สมดุล จึงเลือกสายนิวทรัลเท่ากับสายเฟสเพื่อความปลอดภัย

ดังนั้น เลือกสายนิวทรัล 70 sq.mm. NYY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 เลือกขนาดสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เลือกใช้สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบใช้มือสั่งการ (Manual Transfer Switch : MTS) โดยพิจารณาจากมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสาหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ในข้อ 6.3.23 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันการลัดวงจรของสายป้อน 6.3.23.1 มอเตอร์ที่ติดตั้งไว้แล้ว กำหนดว่า เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของสายป้อนต้องมีขนาดไม่เกินพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของมอเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในกลุ่มบวกกับผลรวมของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์เครื่องอื่นๆ ในกรณีที่มีมอเตอร์เครื่องที่ใหญ่ที่สุดมากกว่า 1 เครื่อง การคำนวณให้เลือกเพียงเครื่องเดียวเป็นเครื่องที่ใหญ่ที่สุด และข้อ 6.3.24 ขนาดปรับตั้งเมื่อมอเตอร์ต่อร่วมกับโหลดไฟฟ้าหรือแสงสว่าง กำหนดไว้ว่า เมื่อสายป้อนจ่ายโหลดที่มีมอเตอร์ร่วมกับโหลดไฟฟ้ากำลังหรือแสงสว่าง พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินนั้น จะต้องเพียงพอที่จะจ่ายโหลดให้กับไฟฟ้าแสงสว่างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า บอกด้วยขนาดกระแสของมอเตอร์ตามข้อ 6.3.23

ในกลุ่มวงจรที่พิจารณานี้ เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของมอเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดเป็นของมอเตอร์กระพ้อลำเลียง ซึ่งมีขนาดพิกัดเท่ากับ 25 A

ผลรวมกระแสของโหลดทั้งหมดจากข้อ 3.5 เท่ากับ 147.23 A

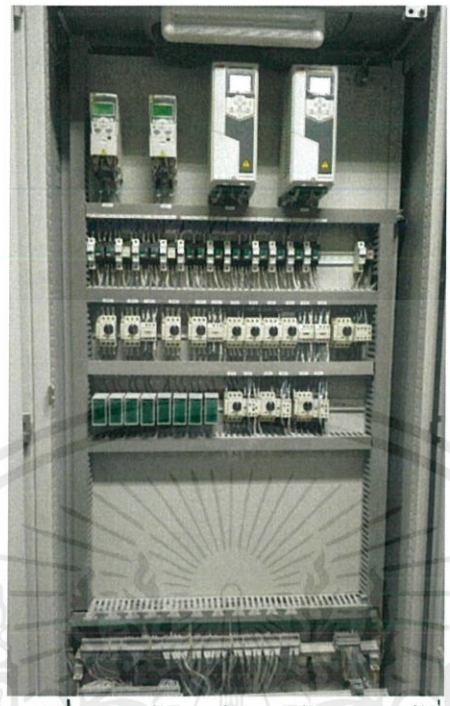
จะได้ 147.23 – 22.14 + 25 = 150.09 A

ดังนั้น เลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 150 A 2 ตัว และติดตั้งระบบอินเทอร์ล็อคสำหรับเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จากการสำรวจภายในห้องไฟที่ G1 ตู้ MCC2 ตู้ที่ 5 มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า และจากการสำรวจห้องไฟที่ CG2 เพื่อเลือกตู้ไฟฟ้าที่จะนำมาจ่ายไฟให้แก่สวิตช์ไฟฟ้า พบว่าภายในตู้ MDB มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ไม่ได้ใช้งานขนาด 200 A จึงเลือกมาใช้สำหรับจ่ายไฟมาที่สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

รูปที่ 3.39 ตู้ MDB ของห้องไฟ CG2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 ด้านหน้าของตู้ MCC2 ตู้ที่ 5

เลือกใช้บัสบาร์ในการจ่ายไฟของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า ซึ่งพื้นที่ด้านหลังของตู้ MCC2 ตู้ที่ 5 มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการติดตั้งบัสบาร์

รูปที่ 3.41 พื้นที่สำหรับการติดตั้งบัสบาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ตารางโหลด

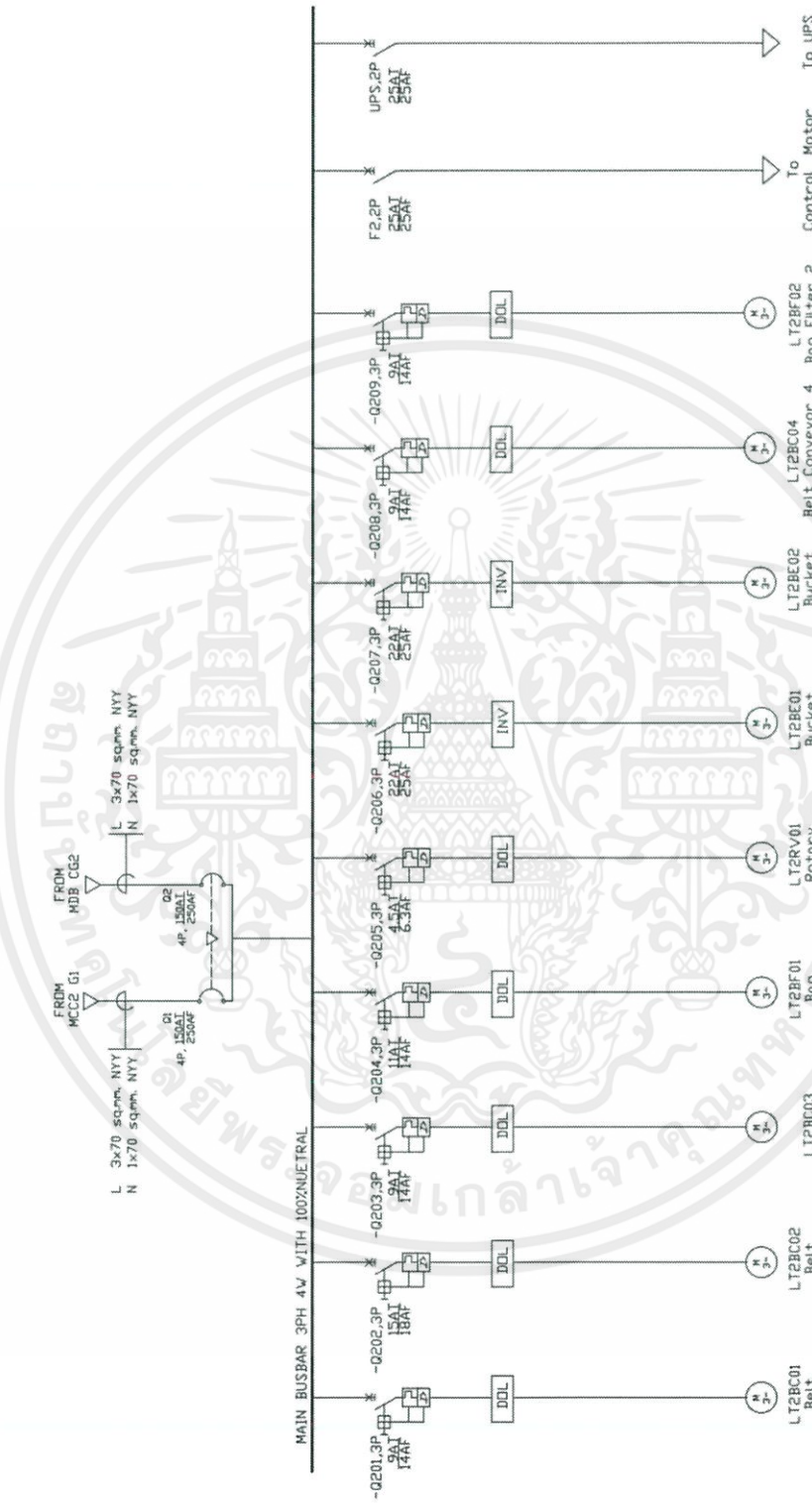
จากการคำนวณและศึกษาการเดินสายไฟของโหลด ได้ผลดังตารางนี้

LOAD SCHEDULE NAME : MTS								
LOCATION : GRINDER MILL 1		PANEL NAME : MCC2 H5						
230 V 3 Phases 4 Wires								
Circuit No.	Description	Connected Load (VA)			Circuit Breaker			Conductor
		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Pole	AT	AF	
Q201	Belt Conveyor 1	2639.64	2639.64	2639.64	3	9	14	Busbar 63 A
Q202	Belt Conveyor 2	3419.97	3419.97	3419.97	3	15	18	
Q203	Belt Conveyor 3	2639.64	2639.64	2639.64	3	9	14	
Q204	Bag Filter 1	2639.64	2639.64	2639.64	3	11	14	Busbar 63 A
Q205	Rotary Valve 1	1073.38	1073.38	1073.38	3	4.5	6.3	
Q206	Bucket Elevator 1	5092.6	5092.6	5092.6	3	22	25	
Q207	Bucket Elevator 2	5092.6	5092.6	5092.6	3	22	25	Busbar 63 A
Q208	Belt Conveyor 4	2639.64	2639.64	2639.64	3	9	14	
Q209	Bag Filter 2	2639.64	2639.64	2639.64	3	9	14	
F2	Control Motor Circuits	5750			2	25	25	2x4 sq.mm. VCT
UPS	UPS		5750		2	25	25	2x4 sq.mm. VCT
	Total Connected Load	33626.75	33626.75	27876.75	Main CB			Feeder from MCC2 G1 : 3x70,1x70 sq.mm. NYY
		95130.25			4	150	250	Feeder from MDB CG2 : 3x70,1x70 sq.mm. NYY, Cable Tray : Ladder type

ตารางที่ 4.1 ตารางโหลดของสวิตซ์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ไดอะแกรมเส้นเดียว



รูปที่ 4. 1 ไดอะแกรมเส้นเดียวของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 รายละเอียดการติดตั้ง

4.3.1 สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.3.1.1 ด้านหน้าของตู้ MCC2 ตู้ที่ 5

- ติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ 150 A 4 โพล 2 ตัว โดยตัวที่ 1 รับไฟจาก G1 ตัวที่ 2 รับไฟจาก CG2
- ติดตั้งระบบอินเทอร์ล็อคของเซอร์กิตเบรกเกอร์

4.3.1.2 ด้านหลังของตู้ MCC2 ตู้ที่ 5

- ติดตั้งบัสบาร์ 3 เฟสและบัสบาร์นิวทรัล ซึ่งรูปแบบการติดตั้งเป็นดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4. 2 รูปแบบการติดตั้งบัสบาร์

4.3.2 สายป้อนของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

สายป้อนถูกต่อมาจาก 2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าดังนี้

4.3.2.1 ห้องไฟที่ G1

- เดินสาย 1×70 sq.mm. NYY 4 เส้นจากบัสบาร์ 3 เฟสและนิวทรัลของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักของตู้ MCC2 มาเข้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ 200 A ตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

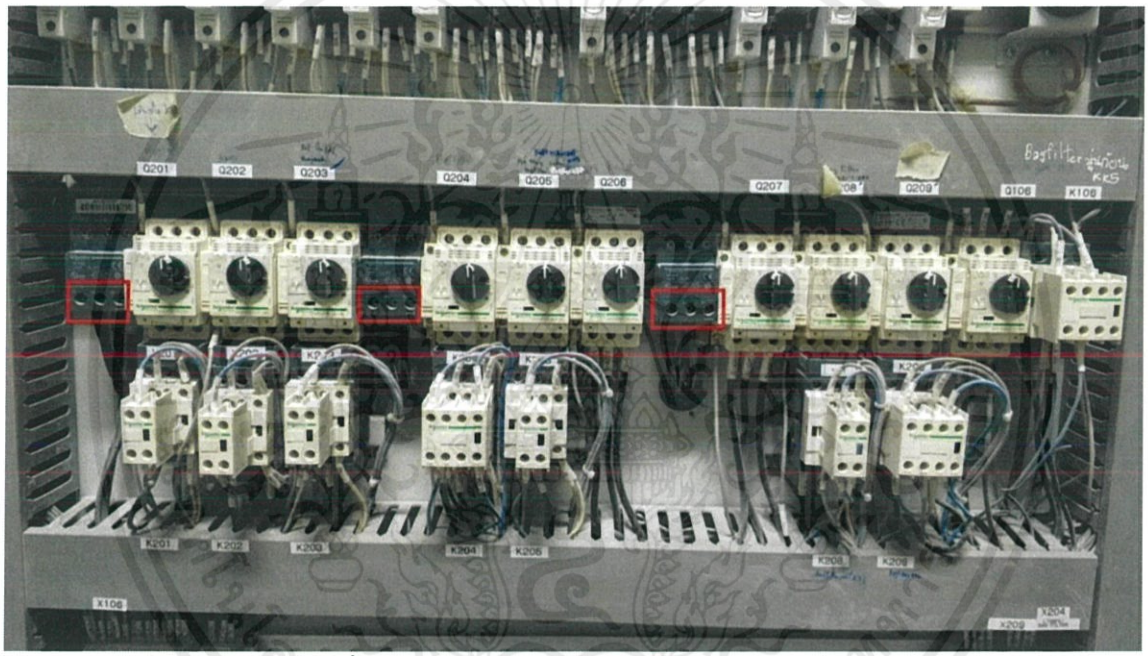
4.3.2.2 ห้องไฟที่ CG2

- เดินสาย 1×70 sq.mm. NYY 3 เส้นออกจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ 200 A ของตู้ MDB และเดินสาย 1×70 sq.mm. NYY จากบัสบาร์นิวทรัลของตู้ MDB มาเข้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ 200 A ตัวที่ 2

4.3.3 ส่วนของโหลดที่นำมาต่อเข้ากับสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า

4.3.3.1 วงจรกำลังของมอเตอร์ระบบลำเลียง

ปลดสาย 3 เฟสที่ต่ออยู่กับเทอร์มินอลบล็อคทั้ง 3 ตัวของเดิมออก และ ทำการเดินสาย 1×16 sq.mm. THW 3 เฟสมาจากบัสบาร์ของสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้า เข้าที่เทอร์มินอลบล็อคแต่ละตัว

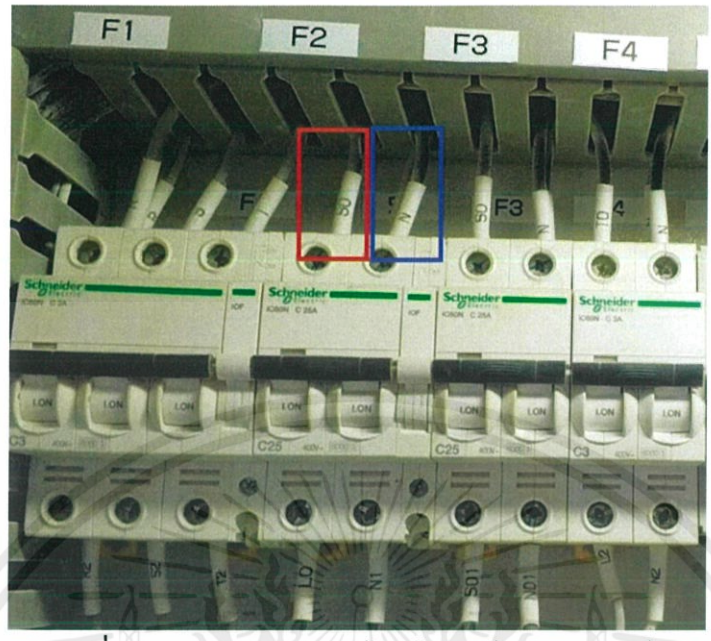


รูปที่ 4. 3 ตำแหน่งเดินสายไฟเข้าของวงจรกำลัง

4.3.3.2 วงจรควบคุมของมอเตอร์ระบบลำเลียง

ปลดสาย S0 กับสาย N (สายที่จ่ายไฟและสายนิวทรัลของเซอร์กิตเบรกเกอร์ F2) และเดินสาย 1×4 sq.mm. VCT 2 เส้น คือเส้นที่ต่อออกมาจากบัสบาร์เฟส 1 และบัสบาร์นิวทรัล มาเข้าที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ F2

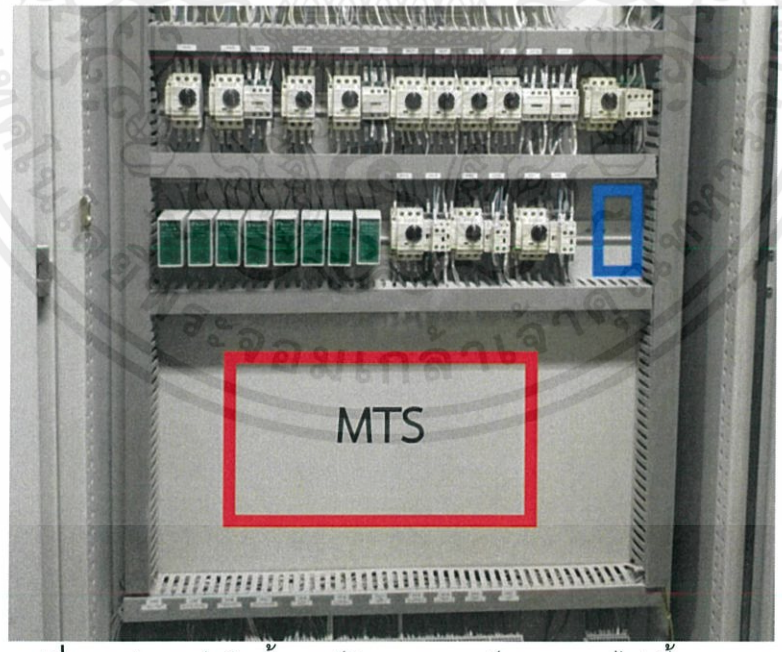
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 4 ตำแหน่งเดินสายไฟเข้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ F2

4.3.3.3 วงจรไฟเลี้ยง UPS

ติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ UPS ขนาด 25 A 2 โพล ที่ตู้ MCC2 ตู้ที่ 5 ติดและป้ายชื่อ UPS กำกับไว้บนเซอร์กิตเบรกเกอร์



รูปที่ 4.5 ตำแหน่งติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์MTS และไฟเลี้ยง UPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไฟขาเข้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์

- เดินสาย 1×4 sq.mm. VCT 2 เส้น คือเส้นที่ต่อออกมาจากบัสบาร์เฟส 2 และบัสบาร์นิวทรัล มาเข้าที่เซอร์กิตเบรกเกอร์นี้

สายไฟขาออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์

- เดินสาย 2×4 sq.mm. VCT-G ออกจากเซอร์กิตเบรกเกอร์เดินตามรางเคเบิลและลงไปต่อกับช่องรับไฟของ UPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและออกแบบในการติดตั้งสวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบลำเลียงที่อยู่ภายในห้องไฟที่ G1 ในส่วนของการติดตั้งนั้นได้ทำการส่งรายละเอียดการติดตั้งและสเปกของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ให้แก่ผู้รับเหมา เนื่องด้วยเวลาในการวิจัยที่มีจำกัดทำให้การติดตั้งไม่เสร็จสมบูรณ์ ในการติดตั้งบัสบาร์ หรือการแก้ไขวงจรภายในตู้ไฟฟ้านั้นต้องทำในช่วงที่มีการดับไฟในช่วงหยุดพักของเตาภายในโรงงาน ซึ่งในระยะเวลาที่ผู้จัดทำได้ทำการวิจัยนั้นไม่ได้อยู่ในช่วงหยุดเตา การติดตั้งจึงยังไม่เสร็จสมบูรณ์ และภายหลังเมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ จะทำให้ระบบลำเลียงของเตาภายในโรงงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่สูญเสียรายได้จากการหยุดของระบบลำเลียง เนื่องจากไม่จำเป็นต้องหยุดระบบในช่วงที่มีการบำรุงรักษาหม้อแปลงที่จ่ายไฟแก่ห้องไฟที่ G1 ที่ทำขึ้นอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพราะสามารถเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปใช้ของห้องไฟที่ CG2 หรือใช้สวิตช์นี้ในกรณีที่ต้องการแก้ไขวงจรภายในตู้ MCC2 เนื่องด้วยแต่เดิมนั้นหากต้องการแก้ไขวงจรภายในตู้ MCC2 ต้องทำการเปิดวงจรเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักของตู้ ซึ่งทำให้ระบบลำเลียงหยุดลงด้วยเช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการปฏิบัติงานในฝ่ายซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม ซึ่งทำหน้าที่ในการแก้ไขวงจร เปลี่ยนขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ และการซ่อมอื่นๆภายในตู้ไฟ เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนแก่ผู้ปฏิบัติงานภายหลัง ควรทำการปรับปรุงแบบในระบบไฟฟ้าของตู้ไฟอยู่เสมอหลังจากทำการแก้ไข และควรเปลี่ยนชื่อสายที่มีการตั้งชื่อซ้ำกันในตู้ไฟฟ้าเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] บูรณะศักดิ์ มาดหมาย. (2552). **SCADA : เทคโนโลยีอัจฉริยะระบบควบคุมและประเมินผลแบบศูนย์รวม.** วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี ปีที่36 ฉบับที่ 207, 65-69.

[2] Charoenchai. **Transformer & Maintenance.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.charoenchai.com/File/TransformerAndMaintenance.pdf. [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2561].

[3] EFsociety. **Automatic transfer switches and controller.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.engineerfriend.com/2012/articles/automatic-transfer-switches-and-controller/. [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2561].

[4] Electric108. **วงจรไฟฟ้า วงจรกำลัง และวงจรควบคุม.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.electric108.com. [สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2561].

[5] รศ.ศุลี บรรจงจิตร. (2556). **หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

[6] SEW-eurodrive. **Gearmotors.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.seweurodrive.de/products/gearmotors/gearmotors.html. [สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2561].

[7] Calpeda. **มาตรฐานประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.calpeda.co.th/Knowledge/Motor_performance.html. [สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2561].

[8] Grundfos. **IEC efficiency standard.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://th.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/iec-effciency-standard.html. [สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2561].

[9] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2557). **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] ณัฐวดี ภูมี. (2560). **ระบบควบคุมกระบวนการบดปูนไลม์.** ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. (วิศวกรรมการวัดและควบคุม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[11] Schneider Electric. **Linergy Device Feeders.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.schneider-electric.co.th. [สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2561].

[12] AEMT. **IE Motor Efficiency Level Tolerances.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.theaemt.com/technical-info/efficiency/ie-motor-efficiency-level-tolerances. [สืบค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2561].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก แสดงค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์จาก IE codes [12]

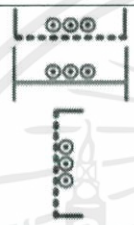
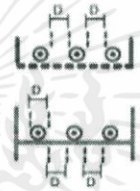
Rated Power Output	2 Pole				4 Pole			
kW	IE1	IE2	IE3	IE4	IE1	IE2	IE3	IE4
0.12	45	53.6	60.8	66.5	50	59.1	64.8	69.8
0.18	52.8	60.4	65.9	70.8	57	64.7	69.9	74.7
0.2	54.6	61.9	67.2	71.9	58.5	65.9	71.1	75.8
0.25	58.2	64.8	69.7	74.3	61.5	68.5	73.5	77.9
0.37	63.9	69.5	73.8	79.1	66	72.7	77.3	81.1
0.4	64.9	70.4	74.6	78.9	66.8	73.5	78	81.7
0.55	69	74.1	77.8	81.5	70	77.1	80.8	83.9
0.75	72.1	77.4	80.7	83.5	72.1	79.6	82.5	85.7
1.1	75	79.6	82.7	85.2	75	81.4	84.1	87.2
1.5	77.2	81.3	84.2	86.5	77.2	82.8	85.3	88.2
2.2	79.7	83.2	85.9	88	79.7	84.3	86.7	89.5
3	81.5	84.6	87.1	89.1	81.5	85.5	87.7	90.4
4	83.1	85.8	88.1	90	83.1	86.6	88.6	91.1
5.5	84.7	87	89.2	90.9	84.7	87.7	89.6	91.9
7.5	86	88.1	90.1	91.7	86	88.7	90.4	92.6
11	87.6	89.4	91.2	92.6	87.6	89.8	91.4	93.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลวัตต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบันได

ตารางที่ ข (ตารางที่ 5-30 วสท.) ตารางเลือกขนาดสายไฟ [9]

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7				
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	60227 IEC 10,NYY,NYY-G และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ				
ขนาดสาย (ตร.มม.)					
1	-	-	-	-	13
1.5	-	-	-	-	16
2.5	-	-	-	-	22
4	-	-	-	-	30
6	-	-	-	-	37
10	-	-	-	-	52
16	-	-	-	-	70
25	99	96	127	113	88
35	124	119	157	141	110
50	151	145	191	171	133
70	196	188	244	221	171
95	239	230	297	271	207
120	279	268	345	315	240

หมายเหตุ

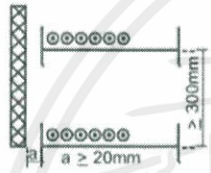
- ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจรให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

ตารางที่ ค (ตารางที่ 5-40 วสท.) ตารางแสดงตัวคูณปรับค่า [9]

วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนกลุ่มวงจรต่อรางเคเบิล						ลักษณะการจัดเรียงเคเบิล
			1	2	3	4	5-6	7-9	
รางเคเบิลแบบบันได		1	1	0.97	0.96	0.94	0.93	0.92	รูปแบบวางชิดกันในแนวนอน
		2	0.98	0.93	0.89	0.88	0.86	0.83	
		3	0.97	0.90	0.86	0.83	0.8	0.77	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายปองพิชัย จงชนะชววัฒน์

วัน เดือน ปีเกิด 8 พฤษภาคม 2540

ที่อยู่ 74/196 ซอยรามคำแหง 180 เขต/แขวง มีนบุรี ถนนรามคำแหง กทม. 10510

อีเมลล์ pongpichai.j@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2557 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า

พ.ศ.2554 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า

ประวัติการทำงาน

สิงหาคม-พฤศจิกายน 2561 นักศึกษาฝึกงาน แผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม
บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน)

มิถุนายน-กรกฎาคม 2561 นักศึกษาฝึกงาน แผนกวิศวกรรมไฟฟ้า
บริษัท เทอร์โมเทรเซอร์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้