รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรสนับสนุนการผลิต ที่โรงงานบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก เพื่อความต่อเนื่องตลอดสายการผลิต

IMPROVEMENT OF ELECTRICAL SYSTEM OF UTILITY MACHINE AT CORRUGATED CONTAINERS PLANT

รวิพร สุเจตรานนท์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148527

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรสนับสนุนการผลิต ที่โรงงานบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก เพื่อความต่อเนื่องตลอดสายการผลิต

IMPROVEMENT OF ELECTRICAL SYSTEM OF UTILITY MACHINE AT CORRUGATED CONTAINERS PLANT

รวิพร สุเจตรานนท์

วพ.
ร165 ก
2559
b0026862
สขหมู่.....
เลขทะเบียน 148527
วัน.เดือน ปี 30 มิ.ย. 2560
b. 12870419
i.....

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน การปรับปรุงระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรสนับสนุนการผลิต
ที่โรงงานบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก เพื่อความต่อเนื่องตลอดสายการผลิต
นักศึกษา นางสาววริพร สุเจตรานนท์
ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน นายธวัชชัย บุญช่วยชีพ
สถานประกอบการ บริษัท กลุ่มสยามบรรจุภัณฑ์ จำกัด (โรงงานสมุทรปราการ)

บทคัดย่อ

โครงการฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อการปรับปรุงระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในการสนับสนุนกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก (Utility Machine) เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในกระบวนการผลิต เมื่อทำการซ่อม-บำรุงระบบไฟฟ้า โดยได้มีการติดตั้งแผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ (Main Distribution Board) สำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในการสนับสนุนกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก และอาศัยระบบการ TIE ในการวางแผนการใช้กำลังไฟฟ้าภายในโรงงาน ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินงาน โดยได้ศึกษาถึงคุณลักษณะของเครื่องจักรที่ใช้ในการสนับสนุนกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก ที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้า ที่มีผลต่อการกำหนดขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (Circuit Breaker) เพื่อให้ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและรูปแบบการติดตั้งมีความถูกต้องและเหมาะสม โดยมีการนำเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Digital Power Meter) ใช้ในการตรวจวัด เพื่อให้การวิเคราะห์ผลมีความแม่นยำยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่, เครื่องป้องกันกระแสเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Improvement of Electrical System of Utility Machine at Corrugated Containers Plant
Student	Miss Raviporn Sujetranont
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor	Assist. Prof. Dr. Noppadol Maneerat
Mentor	Mr. Thawatchai Boonchuaicheep
Company	Thai Containers Group Co.,Ltd. (Samutprakarn Plant)

ABSTRACT

This project is made for electrical system improvement of utility machine use to produce paper box packaging for continuity in production process when we repair or maintain electrical system by installation main distribution board for machine use to support paper box packaging production process and use Bus Tie Circuit to plan on electrical power consumption in factory by study qualification of machine affect electrical power and specify size of circuit breaker for suitable size of circuit breaker and installation format by using digital power meter to measure for more accuracy result analysis.

Keywords : Main Distribution Board, Circuit Breaker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ หากปราศจากความเมตตากรุณาจาก คุณสิทธิชัย หวังธีระประเสริฐ กรรมการและผู้จัดการทั่วไป บริษัท กลุ่มสยามบรรจุภัณฑ์ จำกัด (โรงงานสมุทรปราการ) และคุณธวัชชัย บุญช่วยชีพ ผู้จัดการฝ่ายผลิต ที่ทำให้ผู้เขียนได้หัวข้อในการทำโครงการสหกิจศึกษาและกรุณารับเป็นที่ปรึกษาของผู้เขียน ทั้งยังชี้แนะแนวทางหรือข้อสังเกตต่างๆ ทำให้ผู้เขียนได้พัฒนาแนวความคิด และไตร่ตรองปัญหาต่างๆ ได้อย่างรอบคอบมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการกำหนดกรอบเวลาในการเสนอความคืบหน้าของงาน ซึ่งถือเป็นแรงกระตุ้นให้แก่ผู้เขียนได้อย่างดียิ่ง อีกทั้งท่านอาจารย์ ผศ.ดร.นพดล มณีรัตน์ ที่สละเวลาอันมีค่าตรวจสอบความถูกต้องของงานผู้เขียนอีกด้วย ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งใจและสำนึกในพระคุณของท่านทั้งสามเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสามไว้ ณ ที่นี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ พี่กาญจนา อารักษ์วทนะ,พี่ชนะเกียรติ เกษมวงศ์ และพี่ตุลย์ วินวรนาถ ที่ได้กรุณาประสานงานตลอดการดำเนินโครงการสหกิจศึกษา อีกทั้งให้คำแนะนำและข้อคิดต่างๆมากมาย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้เขียน จนทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลงได้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผศ.ดร.นนทวัฒน์ จุลเดชะ และคณาจารย์ต่างๆอันผู้เขียนมิได้เอ่ยนาม ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ทางด้านวิชาการแก่ผู้เขียน รวมทั้งได้แต่งตำราให้ผู้เขียนได้ใช้ค้นคว้าอ้างอิง ตลอดจนพี่ๆ TCSP ผู้อาวุโสที่ผู้เขียนเคารพรัก ได้แก่ พี่สมบัติ หนูจักร,พี่ประเสริฐ เพ็ชรหอย พี่สมโภชน์ ภูมิสถาน,พี่อนุพงศ์ รดามณีเจริญ และพี่พันธ์ บุญเลิศ ที่ได้ให้ความสนับสนุนผู้เขียน จนทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลงได้

ผู้เขียนขอขอบคุณพี่ๆ TCSP พี่หนุย พี่อู๋ พี่โจ และพี่โอ๊ค พี่ซึ่งให้คำแนะนำในเรื่องข้อมูลอันเป็นประโยชน์ และช่วยให้การจัดทำโครงการเป็นไปด้วยความสนุกสนาน

สุดท้ายผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ท่านช่วยสนับสนุนในด้านการศึกษาแก่ผู้เขียนมาตั้งแต่วัยเยาว์ ให้ความรัก ความเข้าใจและเป็นกำลังใจสำคัญ ซึ่งทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ หากโครงการฉบับนี้มีความบกพร่องประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับความผิดพลาดไว้แต่เพียงผู้เดียว

รวิพร สุเจตรานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดทำโครงการ	3
1.3 การศึกษาระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานในปัจจุบัน และปัญหาที่พบ	4
1.4 เป้าหมายในการแก้ปัญหา	7
1.5 ขอบเขตในการแก้ปัญหา	8
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน	12
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆในการออกแบบระบบไฟฟ้า	12
2.1.1 มาตรฐานประจำชาติ	12
2.1.2 มาตรฐานสากล	12
2.1.3 มาตรฐานของบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์	13
2.1.4 มาตรฐานการติดตั้ง	13
2.2 ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	13
2.2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง	13
2.2.2 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย	14
2.3 สายไฟฟ้า	14
2.3.1 ตัวนำ	15
2.3.2 ฉนวน	15
2.3.3 เปลือก	15
2.4 รางเคเบิล (Cable Trays)	15
2.4.1 รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 บริภัณฑ์ไฟฟ้า 16

2.5.1 บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ (LV Equipment) 16

2.6 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) 17

บทที่ 3 กระบวนการสำหรับการแก้ปัญหา 19

3.1 กระบวนการสำหรับการแก้ปัญหา 19

3.1.1 หากระแสไฟฟ้าของ Utility Machine แต่ละชนิดที่แต่ละห้อง MDB 19

3.1.2 หาขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของ Utility Machine ที่แต่ละห้อง MDB 19

3.1.3 หาขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของโหลดรวมของ Utility Machine ที่แต่ละห้อง MDB 20

3.1.4 กำหนดขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจร Bus Tie 22

3.1.5 เลือกชนิดของสายไฟฟ้า 23

3.1.6 เลือกรูปแบบสำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้า 24

3.1.7 กำหนดตัวปรับค่าประกอบด้วยจำนวนกลุ่มวงจร และอุณหภูมิโดยรอบ 25

3.1.8 หากระแสของสายไฟฟ้าของสายเฟส 26

3.1.9 เลือกขนาดของสายไฟฟ้าของสายเฟส 26

3.1.10 เลือกขนาดของสายไฟฟ้าของสายนิวทรัล 27

3.1.11 เลือกขนาดของสายไฟฟ้าของสายดิน 28

3.1.12 คำนวณเส้นทางของรางเคเบิลแบบบันได 29

3.1.13 เลือกขนาดของรางเคเบิลแบบบันได 29

3.1.14 คำนวณระยะทางสำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้า 30

บทที่ 4 สรุปกระบวนการสำหรับการแก้ปัญหา 31

4.1 วงจรไฟฟ้า (Electric Circuit) 31

4.2 สายไฟฟ้า (Electric Wire) 32

4.3 รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladder) 32

4.4 ตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ (Main Distribution Board) 33

4.5 ตำแหน่งการวางตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 1 ที่ห้อง MDB 1 34

บทที่ 5 สรุปต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินโครงการ 35

5.1 สายไฟฟ้า (Electric Wire) 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladder) 35

5.3 วงจร Bus Tie (Bus Tie Circuit) 36

5.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ ABB 36

5.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC 36

5.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ SIEMENS 36

5.4 ตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 1 (MDB Utility Machine 1) 37

5.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ ABB 37

5.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC 37

5.4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ SIEMENS 38

5.5 ตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 2 (MDB Utility Machine 2) 39

5.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ ABB 39

5.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC 39

5.5.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ SIEMENS 40

5.6 สรุปต้นทุนการดำเนินโครงการ 40

5.6.1 เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ ABB 40

5.6.2 เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC 41

5.6.3 เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ SIEMENS 41

เอกสารอ้างอิง 42

ภาคผนวก 43

ประวัติผู้เขียน 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 1.1 Utility Machine ชนิด Air Compressor 1
รูปที่ 1.2 Utility Machine ชนิด Boiler 2
รูปที่ 1.3 Utility Machine ชนิด Cutter Blower 2
รูปที่ 1.4 Utility Machine ชนิด Glue Kitchen 2
รูปที่ 1.5 Utility Machine ชนิด Transfer Car 3
รูปที่ 1.6 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานในปัจจุบัน 4
รูปที่ 1.7 การจำหน่ายแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง 5
รูปที่ 1.8 สถานีไฟฟ้า 1 5
รูปที่ 1.9 แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ 6
รูปที่ 1.10 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตหลัก 6
รูปที่ 1.11 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานตามเป้าหมายในการแก้ปัญหา 7
รูปที่ 1.12 การทำงานของ Air Compressor ในปัจจุบัน 9
รูปที่ 1.13 การทำงานของ Boiler ในปัจจุบัน 10
รูปที่ 1.14 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานตามขอบเขตและเป้าหมายในการแก้ปัญหา 10
รูปที่ 2.1 รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type) 16
รูปที่ 2.2 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) 17
รูปที่ 3.1 ผลการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Glue Kitchen 19
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรย่อยของ Utility Machine แต่ละชนิดที่ห้อง MDB 1 และ MDB 2 และวงจร Bus Tie 22
รูปที่ 3.3 การติดตั้งสายไฟฟ้าแบบวางบนรางเคเบิลแบบบันไดของโรงงานในปัจจุบัน 24
รูปที่ 3.4 เส้นทางการติดตั้งของรางเคเบิลแบบบันได 29
รูปที่ 3.5 รูปแบบการวางสายไฟฟ้าบนรางเคเบิลแบบบันได 30
รูปที่ 4.1 วงจรไฟฟ้าของ Utility machine และวงจร Bus Tie 31
รูปที่ 4.2 ขนาดของรางเคเบิลแบบบันไดในส่วนที่ต้องมีการติดตั้งเพิ่มเติม 32
รูปที่ 4.3 ขนาดของตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 1 และ Utility Machine 2 33
รูปที่ 4.4 ตำแหน่งการวางตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 1 ที่ห้อง MDB 1 34
รูปที่ 4.5 ตำแหน่งการวางตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 2 ที่ห้อง MDB 2 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 3.1 ผลการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Utility Machine แต่ละชนิด และโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 1 20
ตารางที่ 3.2 ผลการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Utility Machine แต่ละชนิด และโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 2 21
ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของสายไฟฟ้า THW, NYY และXLPE 23
ตารางที่ 3.4 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยววางบนรางเคเบิลแบบบันได เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร 25
ตารางที่ 3.5 ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบแตกต่างจาก 30 องศาเซลเซียล ใช้กับค่าขนาดกระแสของเคเบิลเมื่อวางบนรางเคเบิลแบบบันได 25
ตารางที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแสไฟฟ้าและขนาดของสายไฟฟ้า IEC01 THW 26
ตารางที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแสไฟฟ้าและขนาดของสายไฟฟ้า IEC01 THW 27
ตารางที่ 3.8 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า 28
ตารางที่ 3.9 ขนาดรางเคเบิลแบบบันได 30
ตารางที่ 5.1 ต้นทุนของสายไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินโครงการ 35
ตารางที่ 5.2 ต้นทุนของรางเคเบิลแบบบันไดที่ใช้ในการดำเนินโครงการ 35
ตารางที่ 5.3 ต้นทุนของ Circuit Breaker ยี่ห้อ ABB ในวงจร Bus Tie 36
ตารางที่ 5.4 ต้นทุนของ Circuit Breaker ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC ในวงจร Bus Tie 36
ตารางที่ 5.5 ต้นทุนของ Circuit Breaker ยี่ห้อ SIEMENS ในวงจร Bus Tie 36
ตารางที่ 5.6 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ ABB 37
ตารางที่ 5.7 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC 37
ตารางที่ 5.8 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ SIEMENS 38
ตารางที่ 5.9 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ ABB 39
ตารางที่ 5.10 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC 39
ตารางที่ 5.11 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ SIEMENS 40
ตารางที่ 5.12 ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ ABB 40
ตารางที่ 5.13 ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 5.14 ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ SIEMEN 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจาก Utility Machine เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการสนับสนุนกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกตลอดสายการผลิต หาก Utility Machine เกิดความบกพร่อง ก็อาจส่งผลให้กระบวนการผลิตหยุดชะงักได้ ดังนั้น Utility Machine จึงมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกเป็นอย่างมาก

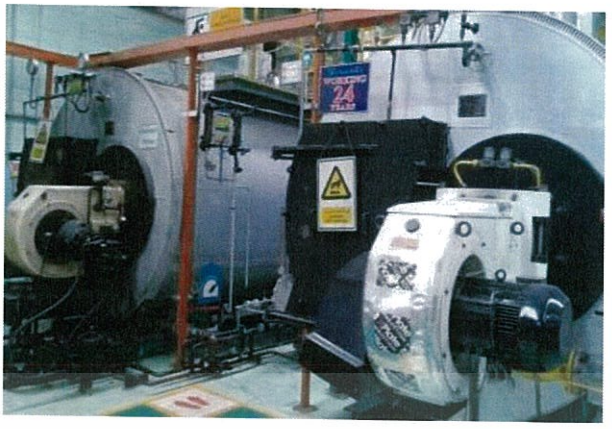
โดย Utility Machine ประกอบด้วยเครื่องจักร 9 ชนิด ดังนี้

1. Air Compressor
2. Air Dryer
3. Baler
4. Boiler
5. Cutter Blower
6. R-O Water
7. Glue Kitchen
8. Transfer Car
9. Waste Water

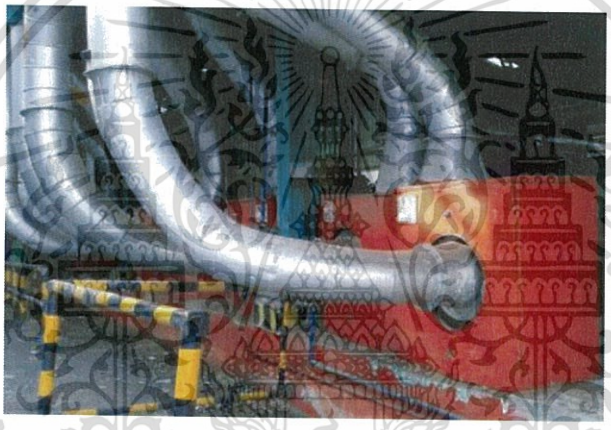
และ Utility Machine สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.1 ถึง รูปที่ 1.5

รูปที่ 1.1 Utility Machine ชนิด Air Compressor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 Utility Machine ชนิด Boiler



รูปที่ 1.3 Utility Machine ชนิด Cutter Blower

รูปที่ 1.4 Utility Machine ชนิด Glue Kitchen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.5 Utility Machine ชนิด Transfer Car

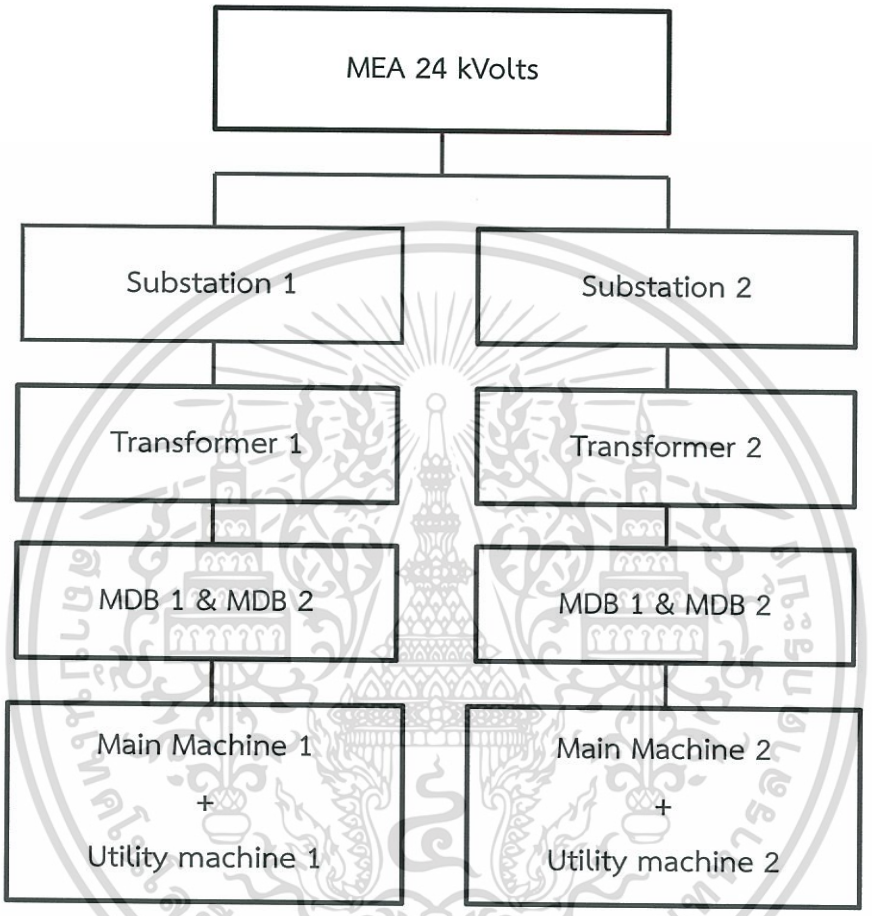
1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดทำโครงการ

เพื่อลดระยะเวลาการหยุดการทำงานของ Utility Machine เมื่อช่างไฟฟ้าทำการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า และเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูก ให้มีความต่อเนื่องตลอดสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การศึกษาระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานในปัจจุบัน และปัญหาที่พบ

จากการศึกษาระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานในปัจจุบัน ทำให้สามารถสรุปได้ 5 กระบวนการ ดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานในปัจจุบัน

กระบวนการที่ 1 : การไฟฟ้านครหลวง (Metropolitan Electricity Authority : MEA) จะทำการจำหน่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 kVolts ไปยังสถานีไฟฟ้า (Substation) ซึ่งภายในโรงงานจะประกอบด้วยสถานีไฟฟ้า 2 แห่ง คือ สถานีไฟฟ้า 1 (Substation 1) และสถานีไฟฟ้า 2 (Substation 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.7 การจำหน่ายแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

กระบวนการที่ 2 : สถานีไฟฟ้า จะเป็นสถานที่ ที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการไหลของพลังงานไฟฟ้าในระบบและอุปกรณ์ปรับเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลง ดังเช่น หม้อแปลงไฟฟ้า

รูปที่ 1.8 สถานีไฟฟ้า 1

กระบวนการที่ 3 : หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1600 kVA จะทำการแปลงแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลง เพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

กระบวนการที่ 4 : แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ (Main Distribution Board : MDB) จะรับกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้าทางด้านแรงดันต่ำ โดยแผงจ่ายไฟขนาดใหญ่จะประกอบด้วย โครงตู้ (Enclosure), บัสบาร์ (Bus Bar), เครื่องป้องกันกระแสเกิน (Circuit Breaker), เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter) และอุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.9 แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่

กระบวนการที่ 5 : กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าที่ได้รับจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตหลัก (Main Machine) และ Utility Machine ต่อไป

รูปที่ 1.10 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตหลัก

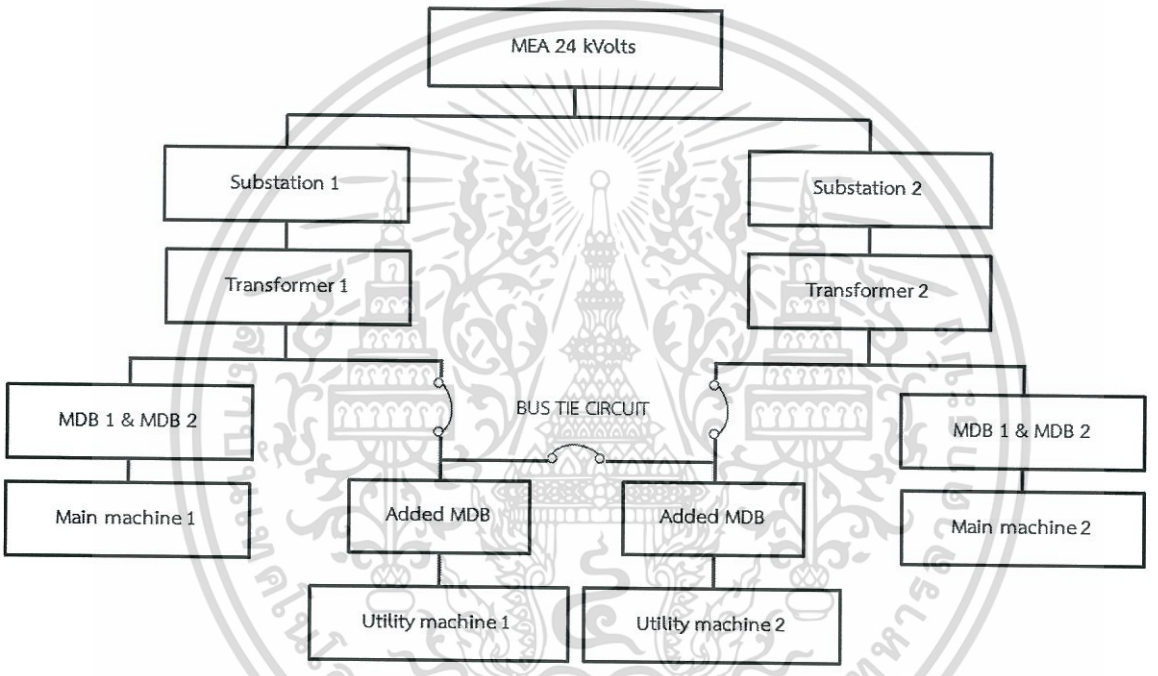
จากการศึกษาข้างต้น ทำให้พบปัญหาดังนี้ เมื่อช่างไฟฟ้าทำการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าที่ Substation 1 หรือ Substation 2 จะพบว่า Utility Machine ที่ Substation ดังกล่าวนั้นจะไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากการหยุดการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งส่งผลให้กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกในสายการผลิตนั้นเกิดการหยุดชะงัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 เป้าหมายในการแก้ปัญหา

เนื่องจากปัญหาที่พบข้างต้น ทำให้สามารถกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาได้ดังนี้ กล่าวคือเราจะทำการติดตั้งตู้ MDB สำหรับ Utility Machine เพื่อให้การซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าที่ Substation 1 หรือ Substation 2 ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของ Utility Machine และทำให้กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

จากการยกตัวอย่างดังรูป เมื่อช่างไฟฟ้าทำการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าที่ Substation 2 เราจะพบว่า Utility Machine ยังคงสามารถดำเนินงานได้ เนื่องจากวงจร Bus Tie



รูปที่ 1.11 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานตามเป้าหมายในการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาชนิดของ Utility Machine 1 และ Utility Machine 2 ในปัจจุบัน สามารถแสดงได้ดังนี้

1.5.1 Utility Machine 1 ประกอบด้วย Utility Machine 12 ชนิด ดังนี้

1. Air Compressor No.1
2. Air Compressor No.3
3. Air Compressor No.4
4. Air Compressor No.5
5. Air Dryer 400 A
6. Air Dryer 250 A
7. Boiler No.1
8. Boiler No.2
9. Boiler No.3
10. Glue Kitchen
11. R-O Water
12. Waste Water No.2

1.5.2 Utility Machine 2 ประกอบด้วย Utility Machine 6 ชนิด ดังนี้

1. Baler No.1
2. Baler No.2
3. Cutter Blower
4. Baler No.3
5. Transfer Car
6. Waste Water No.1

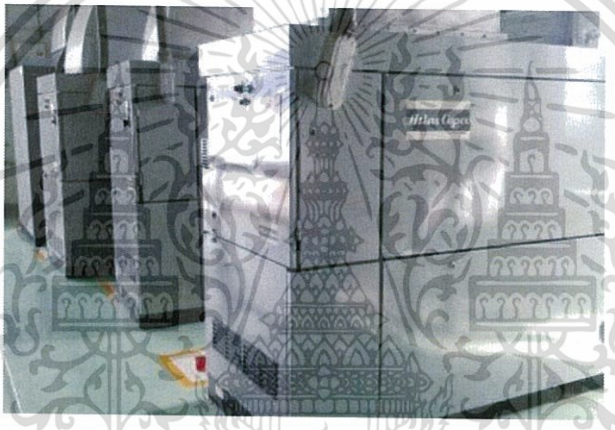
โดยการศึกษาข้างต้น พบว่า Utility Machine 1 ประกอบด้วย Air Compressor จำนวน 4 ตัว และ Boiler จำนวน 3 ตัว ซึ่งมีมากเกินความจำเป็นต่อการสนับสนุนกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกในสายการผลิตของ Main Machine 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น จึงทำการวิเคราะห์หาจำนวนของ Air Compressor และ Boiler ที่เหมาะสมต่อการสนับสนุนกระบวนการผลิตในสายการผลิตของ Main Machine 2

ซึ่งจากการวิเคราะห์การทำงานของ Air Compressor ในปัจจุบันพบว่า กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกในสายการผลิตของ Main Machine 1 และ Main Machine 2 สามารถดำเนินงานได้เนื่องจากการทำงานแบบหมุนเวียนกันของ Air Compressor จำนวน 3 ตัว จากทั้งหมด 4 ตัว ดังรูป

Air Compressor No.1 , Electric Power 55 kw
Air Compressor No.3 , Electric Power 55 kw
Air Compressor No.4 , Electric Power 55 kw
Air Compressor No.5 , Electric Power 75 kw



รูปที่ 1.12 การทำงานของ Air Compressor ในปัจจุบันเพื่อใช้ในการสนับสนุนกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกในสายการผลิตของ Main Machine 1 และ Main Machine 2

ดังนั้น จากการวิเคราะห์พบว่า สามารถใช้ Air Compressor จำนวน 2 ตัว ได้แก่ Air Compressor No.1 และ Air Compressor No.5 ก็เพียงพอต่อการสนับสนุนกระบวนการผลิตในสายการผลิตของ Main machine 2

ในขณะเดียวกันการวิเคราะห์การทำงานของ Boiler ในปัจจุบันพบว่า กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกในสายการผลิตของ Main Machine 1 และ Main Machine 2 สามารถดำเนินงานได้เนื่องจากการทำงานแบบหมุนเวียนกันของ Boiler จำนวน 2 ตัว จากทั้งหมด 3 ตัว ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Boiler No.1 , Electric Power 7.5 kw

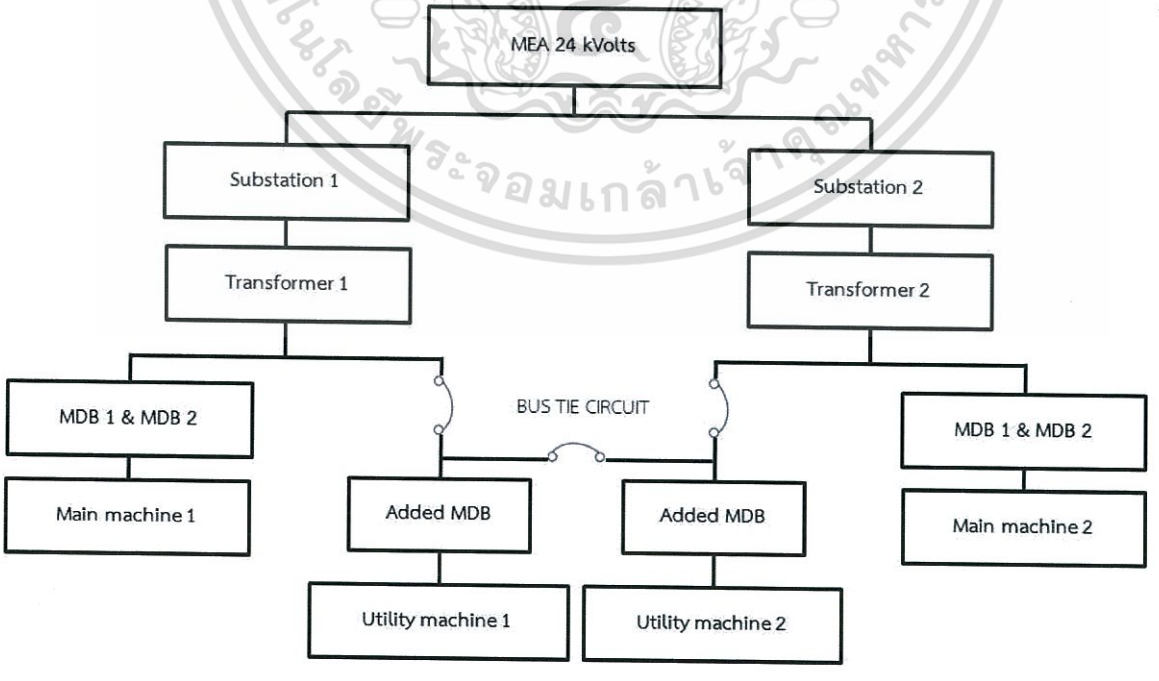
Boiler No.2 , Electric Power 15 kw

Boiler No.3 , Electric Power 15 kw

รูปที่ 1.13 การทำงานของ Boiler ในปัจจุบันที่ใช้ในการสนับสนุนกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกในสายการผลิตของ Main Machine 1 และ Main Machine 2

ดังนั้น จากการวิเคราะห์พบว่า สามารถใช้ Boiler จำนวน 1 ตัว ได้แก่ Boiler No.2 ก็เพียงพอต่อการสนับสนุนกระบวนการผลิตในสายการผลิตของ Main machine 2

และ สามารถสรุประบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าตามขอบเขตและเป้าหมายในการแก้ปัญหาได้ดังนี้



รูปที่ 1.14 ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของโรงงานตามขอบเขตและเป้าหมายในการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Utility Machine 1 ประกอบด้วย Utility Machine 7 ชนิด ดังนี้

1. Air Compressor No.1
2. Air Compressor No.5
3. Air Dryer 400 A
4. Air Dryer 250 A
5. Boiler No.2
6. Glue Kitchen
7. R-O Water

Utility Machine 2 ประกอบด้วย Utility Machine 6 ชนิด ดังนี้

1. Baler No.1
2. Baler No.2
3. Cutter Blower
4. Baler No.3
5. Transfer Car
6. Waste Water No.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆในการออกแบบระบบไฟฟ้า

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องออกแบบตามมาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆ 2 ประการ ดังนี้

1. มาตรฐานของบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์
2. มาตรฐานการติดตั้ง

ซึ่งมาตรฐานแต่ละประการสามารถจำแนกได้อีก 2 ประเภท ดังนี้

1. มาตรฐานประจำชาติ (National Standards)
2. มาตรฐานสากล (International Standards)

2.1.1 มาตรฐานประจำชาติ

ประเทศอุตสาหกรรมที่สำคัญในโลก ต่างมีมาตรฐานของตนเองมานาน โดยมาตรฐานประจำชาติของแต่ละประเทศต่างร่างขึ้นมาใช้ภายในประเทศของตน เพื่อให้ตรงกับอุตสาหกรรมภายในประเทศและตรงกับวิธีปฏิบัติของตนเอง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อมของประเทศนั้นๆด้วย

มาตรฐานประจำชาติที่สำคัญ ได้แก่

มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ของประเทศไทย

ANSI (American National Standard Institute) ของประเทศสหรัฐอเมริกา

2.1.2 มาตรฐานสากล

มาตรฐานสากลเป็นมาตรฐานที่มีสมาชิกอยู่หลายประเทศ ดังนี้

1. ISO (International Organization for Standardization)

ISO เป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ มีหน้าที่กำหนดมาตรฐานทั่วไปทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ยกเว้นทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์)

2. IEC (International Electrotechnical Commission)

IEC เป็นองค์กรระหว่างที่ร่างมาตรฐานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มาตรฐานของ IEC ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆตามแนวโน้มความเป็นสากลของโลก และตามโลกาภิวัตน์ (Globalization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. EN (European Standard)

หลายประเทศในทวีปยุโรปได้รวมตัวกันจัดตั้งคณะกรรมการที่มีหน้าที่กำหนดมาตรฐานทางไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) CENELEC ได้จัดทำมาตรฐานทางไฟฟ้าของยุโรป คือ European Standard (EN)

2.1.3 มาตรฐานของบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์

มาตรฐานของบริภัณฑ์จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพและลักษณะเฉพาะของบริภัณฑ์ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างปลอดภัยมีอายุการใช้งานยาวนาน สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งก็คืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทที่ต่างผู้ผลิตกัน ควรใช้งานทดแทนกันได้ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

2.1.4 มาตรฐานการติดตั้ง

การติดตั้งทางไฟฟ้าต้องมีมาตรฐานควบคุม เพื่อให้การติดตั้งใช้งานได้อย่างปลอดภัย บำรุงรักษาได้สะดวกและเป็นมาตรฐาน และเพื่อมิให้เป็นการถกเถียงกันว่าการติดตั้งแบบใดเป็นแบบที่ถูกต้อง สำหรับประเทศไทย มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์ได้จัดทำขึ้นโดยยึดแนวทางของ NEC (National Electrical Code) ของประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2 ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง

ระบบไฟฟ้ากำลัง หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วย ระบบการผลิต ระบบการส่ง ระบบการจำหน่าย และระบบการใช้กำลังไฟฟ้า

ก. ระบบการผลิต (Generating System) หมายถึง ระบบที่มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานรูปอื่นๆมาเป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น เปลี่ยนจากพลังงานศักย์ของน้ำ หรือพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงมาเป็นพลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ระบบการผลิต ได้แก่ โรงจักรไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะผลิตกำลังไฟฟ้าออกมาที่แรงดันประมาณ 10-20 kV จากนั้นแรงดันก็จะถูกแปลงให้สูงขึ้นที่ลานไกไฟฟ้า (Switch Yard) เพื่อที่จะเข้าสู่ระบบการส่งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ระบบการส่ง (Transmission System) หมายถึง ระบบการส่งพลังงานไฟฟ้าจากระบบการผลิตไปยังระบบการจำหน่าย เพื่อจำหน่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป โดยจะทำการส่งกำลังไฟฟ้าในระดับแรงดันสูง

ระบบการส่ง ได้แก่ สถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง สายส่งไฟฟ้าแรงสูง และบริภัณฑ์ที่ใช้ในการส่งกำลังไฟฟ้าอื่นๆ

ค. ระบบการจำหน่าย (Distribution System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่รับกำลังไฟฟ้าจากระบบการส่ง แล้วทำการลดระดับแรงดันลงจากแรงดันสูงให้เป็นแรงดันปานกลางที่สถานีจำหน่ายไฟฟ้าย่อย เพื่อที่จะส่งกำลังไฟฟ้าให้ระบบการใช้กำลังไฟฟ้าต่อไป

ระบบการจำหน่าย ได้แก่ สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย สายจำหน่ายแรงดันปานกลาง หม้อแปลงจำหน่าย และสายจำหน่ายแรงดันต่ำ

ง. ระบบการใช้กำลังไฟฟ้า (Utilization System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่รับกำลังไฟฟ้าจากระบบการจำหน่ายที่มีระดับแรงดันสูงเป็นแรงดันปานกลาง แล้วทำการลดระดับแรงดันลงให้เป็นแรงดันต่ำ เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับบริภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

2.2.2 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย การผลิตและการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ดำเนินงานโดยหน่วยงาน ซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจ 3 แห่ง ดังนี้

1. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT.)

2. การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

Metropolitan Electricity Authority (MEA.) มีหน้าที่บริการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าในเขต 3 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี

3. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

Provincial Electricity Authority (PEA.)

2.3 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้ามีหน้าที่สำหรับนำพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายไฟไปยังบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่างๆโดยสายไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ตัวนำ

ตัวนำของสายไฟฟ้าทำมาจากโลหะที่มีความนำไฟฟ้าสูง อาจจะอยู่ในรูปของตัวนำเดี่ยว (Solid) หรือตัวนำตีเกลียว (Strand) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวนำเล็กๆตีเข้าด้วยกันเป็นเกลียว โลหะที่นิยมใช้เป็นตัวนำ ได้แก่ ทองแดง และอะลูมิเนียม

2.3.2 ฉนวน

ฉนวนทำหน้าที่ห่อหุ้มตัวนำ เพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรงระหว่างตัวนำหรือระหว่างตัวนำกับส่วนที่ต่อลงดิน และเพื่อป้องกันตัวนำจากผลกระทบทางกลและทางเคมีต่างๆในระหว่างที่ตัวนำ นำกระแสไฟฟ้าจะเกิดพลังงานสูญเสียในรูปของความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถ่ายเทไปยังเนื้อฉนวน ความสามารถในการทนต่อความร้อนของฉนวนจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการทนต่อความร้อนของสายไฟฟ้า วัสดุที่นิยมใช้เป็นฉนวน คือ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross linked Polyethylene (XLPE)

2.3.3 เปลือก

เปลือกทำหน้าที่หุ้มแกนหรือหุ้มสายชั้นนอกสุด อาจจะมี 1 หรือ 2 ชั้น เพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพที่อาจเกิดขึ้นในขณะติดตั้งหรือใช้งาน วัสดุที่นิยมใช้ทำเป็นเปลือก คือ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Polythylene (PE)

2.4 รางเคเบิล (Cable Trays)

รางเคเบิล หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าเคเบิลเทรย์ เป็นโครงสร้างสำหรับรองรับสายเคเบิล รางเคเบิลจะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะรับน้ำหนักของสายทั้งหมดได้ และจะต้องไม่มีส่วนที่เป็นคมที่อาจทำให้ปลอกสายหรือฉนวนฉีกขาด รางเคเบิลได้รับความนิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถติดตั้งได้ง่ายและมีราคาถูก

รางเคเบิล สามารถแบ่งออกตามลักษณะต่างๆได้ 3 ประเภท ดังนี้

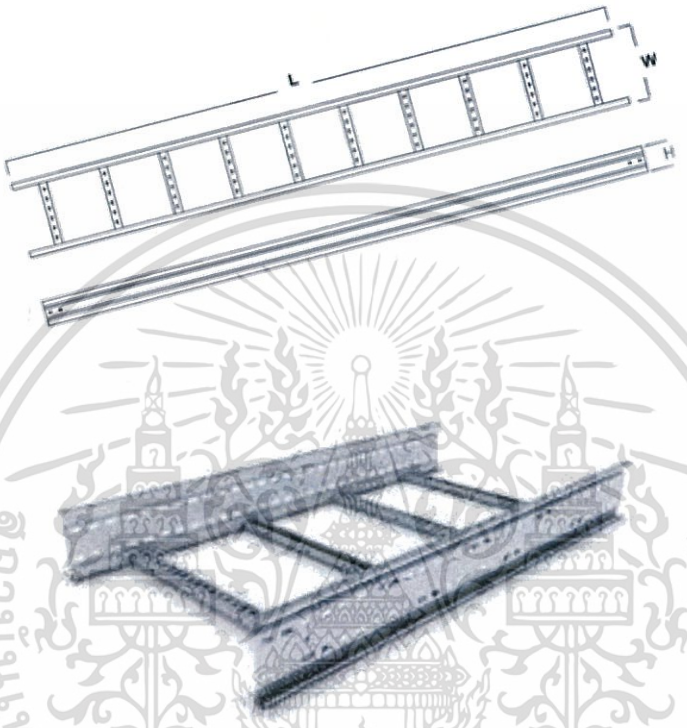
1. รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)
2. รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type)
3. รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid-Bottom Type)

โดยในโครงงานนี้ใช้รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type) เนื่องจากเป็นโครงสร้างรองรับสายเคเบิลที่ใช้อยู่ในปัจจุบันภายในโรงงาน ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนของการดำเนินงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)

รางเคเบิลแบบบันได จะมีลักษณะเป็นโครงสร้างตามแนวยาว 2 ชุด ยึดติดกันด้วยขั้นบันได (Rung) จึงมีลักษณะคล้ายขั้นบันได



รูปที่ 2.1 รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)

2.5 บริภัณฑ์ไฟฟ้า

บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการนำ การจ่าย และการป้องกันในระบบไฟฟ้าของสถานประกอบการต่างๆ มีอยู่มากมายหลายชนิด อาจแบ่งตามระดับแรงดันไฟฟ้าได้ดังนี้

1. บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันสูง (HV Equipment) แรงดันสูงกว่า 36 kV
2. บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันปานกลาง (MV Equipment) แรงดัน 1 kV ถึง 36 kV
3. บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ (LV Equipment) แรงดันน้อยกว่า 1 kV

โดยในโครงงานนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติบางประการของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่สำคัญที่ใช้ในระดับแรงดันต่ำ

2.5.1 บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ (LV Equipment) ได้แก่

ก. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ (Low Voltage Circuit Breakers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker : CB) เป็นบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์สำหรับเปิดปิดวงจรไฟฟ้าแรงดันต่ำในภาวะปกติและจะเปิดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดภาวะผิดปกติขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้กำลังเกิน (Overload) หรือการลัดวงจร (Short Circuit) หลังจากทำการแก้ไขสิ่งผิดปกติบกพร่องเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถสับไฟเข้าให้ใช้งานต่ออีกได้

บริษัทผู้ผลิตส่วนมากจะทำ Circuit Breaker ที่มีขนาดโครงเป็นช่วงกว้างๆแล้วปรับตั้งกระแสพิกัดในระหว่างช่วงให้ละเอียดขึ้น ดังนั้นจึงเกิดมีคำว่า Ampere Frame (AF) และ Ampere Trip (AT) ขึ้น

โดย Ampere Frame (AF) คือ ขนาดพิกัดกระแสสูงสุดที่สามารถใช้ได้กับขนาดโครงของ Circuit Breaker และ Ampere Trip (AT) คือ ขนาดพิกัดกระแสที่ปรับตั้งให้ Circuit Breaker ใช้งาน

ประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker : CB) มีดังนี้

ก. Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

ข. Air Circuit Breaker (ACB)

ค. Miniature Circuit Breaker (MCB)

โดยในโครงงานนี้จะกล่าวถึง Molded Case Circuit Breaker (MCCB) เนื่องจากเป็น Circuit Breaker ที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

Molded Case Circuit Breaker (MCCB) เป็น Circuit Breaker ที่บริภัณฑ์ตรวจจับและบริภัณฑ์ตัดต่ออยู่ภายในวัสดุฉนวน ซึ่งทำด้วยสารประเภทพลาสติกแข็ง MCCB มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ใช้สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้าตั้งแต่วงจรย่อย สายป้อนถึงสายประธาน และบริภัณฑ์ไฟฟ้า

2.6 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter)

รูปที่ 2.2 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148527

เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Power Meter) มีคุณลักษณะทั่วไป ดังนี้

ก. ครอบคลุมการตรวจวัด การบันทึกและการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ของระบบ 1 เฟสและระบบ 3 เฟส

ข. วัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า เพาเวอร์แฟคเตอร์และความถี่

ค. วิเคราะห์กำลังไฟฟ้า ((ค่ากำลังไฟฟ้าแท้จริง (Active Power) ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power) ค่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power))

ง. วิเคราะห์พลังงาน ((ค่าพลังงานแท้จริง (Active Power) ค่าพลังงานปรากฏ (Apparent Power) ค่าพลังงานรีแอคทีฟ (Reactive Power))

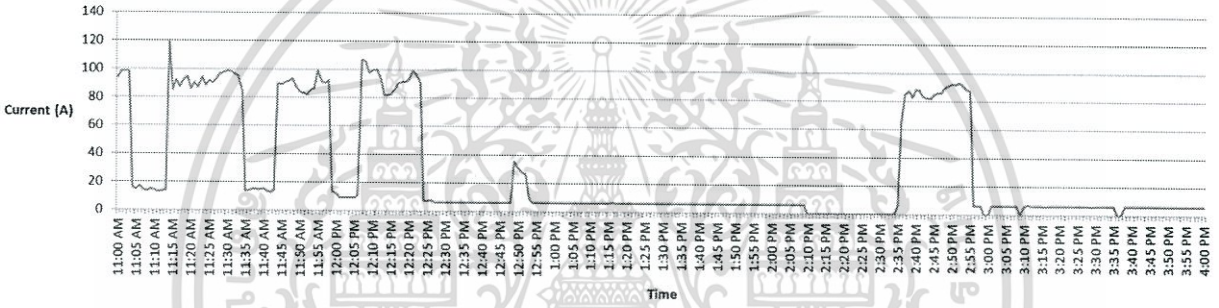
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
กระบวนการสำหรับการแก้ปัญหา

3.1 กระบวนการสำหรับการแก้ปัญหา

3.1.1 หากระแสไฟฟ้าของ Utility Machine แต่ละชนิดที่แต่ละห้อง MDB

จากรูป เป็นการยกตัวอย่างการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าจากเครื่องป้องกันกระแสเกินของ Glue Kitchen โดยใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Digital Power Meter) ในการเก็บบันทึกค่า ซึ่งเป็นการเก็บบันทึกค่า วันที่ 23/09/2016 เวลา 11.00 น. ถึง 16.00 น.



รูปที่ 3.1 ผลการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Glue Kitchen

จากผลการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Glue Kitchen ข้างต้นพบว่า กระแสไฟฟ้ามากที่สุด มีค่าเท่ากับ 119.20 แอมแปร์

ดังนั้น จึงนำค่ากระแสไฟฟ้า 119.20 แอมแปร์ ไปใช้ในการกำหนดขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของ Glue Kitchen

3.1.2 กำหนดขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของ Utility Machine แต่ละชนิดที่แต่ละห้อง MDB

เนื่องจาก กระแสไฟฟ้ามากที่สุดของ Glue Kitchen มีค่าเท่ากับ 119.20 แอมแปร์

จากทฤษฎี กล่าวว่า พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน (I_n) = 1.25 x กระแสของโหลด (I_b)

จะได้ว่า

$$I_{n\ of\ Glue\ Kitchen} = 1.25 \times I_{b\ of\ Glue\ Kitchen}$$

$$I_{n\ of\ Glue\ Kitchen} = 1.25 \times 119.20 \text{ แอมแปร์}$$

$$I_{n\ of\ Glue\ Kitchen} = 149.00 \text{ แอมแปร์}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น เครื่องป้องกันกระแสเกินของ Glue Kitchen จะมีขนาด 160 AT, 225 AF

3.1.3 กำหนดขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของโหลดรวมของ Utility Machine ที่แต่ละห้อง MDB

จากการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 1 ทำให้สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังตารางที่ 3.1

MDB UTILITY MACHINE 1					
CIRCUIT	LOAD	CURRENT (A)			CIRCUIT BREAKERS
		A	B	C	
1	AIR COMPRESSOR NO.1	130.57	130.57	130.57	250 AT 600 AF
4	AIR COMPRESSOR NO.5	178.05	178.05	178.05	250 AT 600 AF
5	AIR DRYER 400 A	18.54	18.54	18.54	50 AT 50 AF
6	AIR DRYER 250 A	9.59	9.59	9.59	50 AT 50 AF
8	BOILER NO.2	43.24	42.93	43.09	125 AT 225 AF
10	GLUE KITCHEN	99.51	98.87	99.19	160 AT 225 AF
11	R-O WATER	7.29	7.03	7.16	160 AT 225 AF
TOTAL		486.79 A = 1250 AT,1250 AF			

ตารางที่ 3.1 ผลการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Utility Machine แต่ละชนิด และโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 1

จากตารางข้างต้น พบว่ากระแสไฟฟ้าของโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 1 มีค่าเท่ากับ 486.79 แอมแปร์

ดังนั้น เพื่อเป็นการเผื่อการใช้กระแสไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต จึงเลือกเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 1250 AT, 1250 AF สำหรับโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 1

และจากการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 2 ทำให้สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MDB UTILITY MACHINE 2					
CIRCUIT	LOAD	CURRENT (A)			CIRCUIT BREAKERS
		A	B	C	
1	BALER 1 + BALER2 + CUTTER BLOWER	560.50	560.50	560.50	630 AT 630 AF
2	BALER NO.3	105.00	105.00	105.00	160 AT 225 AF
3	TRANSFER CAR	107.40	102.50	104.95	500 AT 630 AF
4	WASTE WATER NO.1	32.45	26.29	29.37	160 AT 225 AF
TOTAL		805.35 A = 1250 AT,1250 AF			

ตารางที่ 3.2 ผลการเก็บบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าของ Utility Machine แต่ละชนิด และโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 2

จากตารางข้างต้น พบว่ากระแสไฟฟ้าของโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 2 มีค่าเท่ากับ 805.35 แอมแปร์

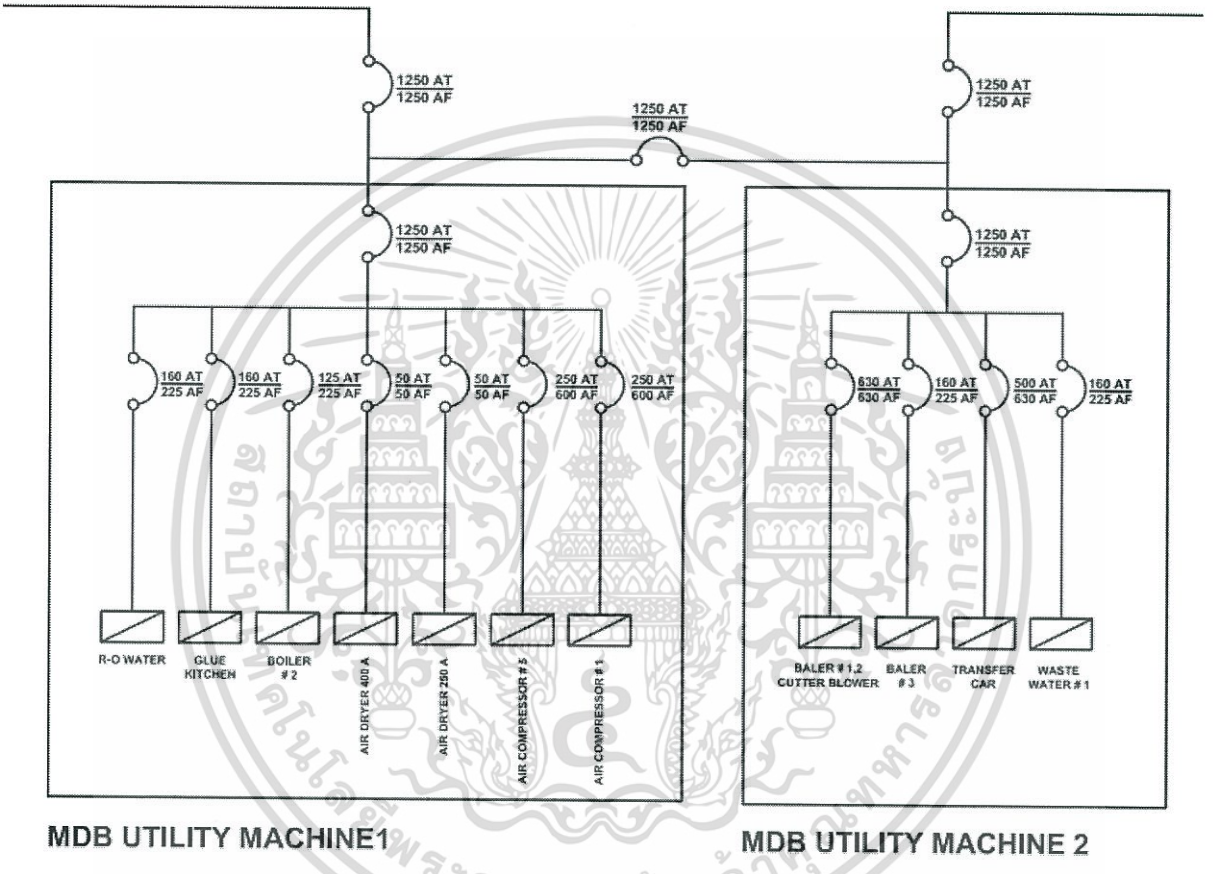
ดังนั้น เพื่อเป็นการเผื่อการใช้กระแสไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต จึงเลือกเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 1250 AT, 1250 AF สำหรับโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 กำหนดขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจร Bus Tie

เนื่องจาก เครื่องป้องกันกระแสเกินของโหลดรวมของ Utility Machine ที่ห้อง MDB 1 และ ห้อง MDB 2 มีค่าเท่ากับ 1250 AT, 1250 AF

ดังนั้น เครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจร Bus Tie จึงมีค่าเท่ากับ 1250 AT, 1250 AF ดังรูป (จากรูป ใช้โปรแกรม AutoCAD2015 ในการออกแบบระบบไฟฟ้า)



รูปที่ 3.2 วงจรย่อยของ Utility Machine แต่ละชนิดที่ห้อง MDB 1 และ MDB 2 และวงจร Bus Tie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 เลือกชนิดของสายไฟฟ้า

การเลือกชนิดของสายไฟฟ้า สามารถแสดงตารางการเปรียบเทียบคุณสมบัติของสายไฟฟ้า 3 ชนิด ได้แก่ THW, NYY และ(CV หรือ XLPE) ได้ดังตารางที่ 3.3

รายละเอียด	สาย THW	สาย NYY	สาย CV , XLPE
1. มาตราฐานการผลิต	60227 IEC 01	60227 IEC 10	IEC 60502
2. ชนิดของตัวนำ	ทองแดง	ทองแดง	ทองแดง
3. ชนิดของฉนวน	PVC	PVC	PVC
4. พิกัดอุณหภูมิสูงสุดขณะใช้งาน (°C)	70	70	90
5. การห่อหุ้มของฉนวนและเปลือก	มีฉนวน ไม่มีเปลือก	มีฉนวน มีเปลือก	มีฉนวน มีเปลือก
6. แรงดันไฟฟ้า (V)	750	750	1000
7. กระแสไฟฟ้า (A) ที่ขนาด 185 SQ.mm. และตัวนำ 1 แกน	461	456	530
8. สถานที่ใช้งาน	ใช้งานทั่วไป ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง	ใช้งานทั่วไป ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง	ใช้งานทั่วไป เดินร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
9. ราคา (บาท/เมตร) ที่ขนาด 185 SQ.mm. และตัวนำ 1 แกน	879.00	928.00	908.34

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของสายไฟฟ้า THW, NYY และXLPE

จากตารางข้างต้นพบว่า สายไฟฟ้า THW มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการดำเนินงาน เนื่องจาก เป็นสายไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติเพียงพอต่อการดำเนินงานและเป็นสายไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินงานของโรงงานในปัจจุบัน อีกทั้งยังมีราคาถูกกว่าสายไฟฟ้า NYY และ XLPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 เลือกรูปแบบสำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้า

จากการศึกษารูปแบบการติดตั้งสายไฟฟ้าของโรงงานในปัจจุบันพบว่า มีวิธีการติดตั้งสายไฟฟ้าแบบวางบนรางเคเบิลแบบบันได

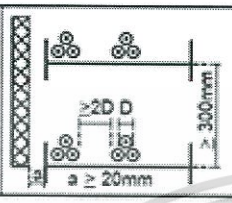
ดังนั้น จากการดำเนินการติดตั้งสายไฟฟ้าของโครงการนี้จึงใช้การติดตั้งสายไฟฟ้าแบบวางบนรางเคเบิลแบบบันไดเช่นเดียวกัน เพื่อเป็นการลดต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

รูปที่ 3.3 การติดตั้งสายไฟฟ้าแบบวางบนรางเคเบิลแบบบันไดของโรงงานในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 กำหนดตัวปรับค่าประกอบด้วยจำนวนกลุ่มวงจร (C_a) และอุณหภูมิโดยรอบ (C_g)

เนื่องจาก กำหนดให้สายไฟฟ้าของสายเฟส THW มี 3 กลุ่มวงจรบนรางเคเบิล (3 สายต่อเฟส)

วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนกลุ่มวงจรต่อรางเคเบิล					
			1	2	3	4	5-6	7-9
รางเคเบิลแบบบันได (หมายเหตุ 2))		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
		2	0.97	0.95	0.93	0.92	0.91	-
		3	0.96	0.94	0.90	0.89	0.86	

ตารางที่ 3.4 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยววางบนรางเคเบิลแบบบันได เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

ดังนั้น จากตารางแสดงข้างต้นพบว่า เมื่อจำนวนรางเคเบิล มีค่าเท่ากับ 1 และจำนวนกลุ่มวงจรต่อรางเคเบิล มีค่าเท่ากับ 3 จะได้ว่าตัวปรับค่าประกอบด้วยจำนวนกลุ่มวงจร จะมีค่าเท่ากับ 1.00

ในขณะเดียวกัน อุณหภูมิโดยรอบ มีค่าเท่ากับ 36-40 องศาเซลเซียล

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	จนวน			
	PVC	XLPE หรือ EPR	เย็นไอ	
			70°C	105°C
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00

ตารางที่ 3.5 ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบแตกต่างจาก 30 องศาเซลเซียล ใช้กับค่าขนาดกระแสของเคเบิลเมื่อวางบนรางเคเบิลแบบบันได

ดังนั้น จากตารางแสดงข้างต้นพบว่า เมื่ออุณหภูมิโดยรอบ มีค่าเท่ากับ 36-40 องศาเซลเซียล ตัวปรับค่าประกอบด้วยอุณหภูมิโดยรอบ จะมีค่าเท่ากับ 1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 หากระแสของสายไฟฟ้าของสายเฟส

เนื่องจาก ตัวปรับค่าประกอบด้วยจำนวนกลุ่มวงจร มีค่าเท่ากับ 1.00

ตัวปรับค่าประกอบด้วยอุณหภูมิโดยรอบ มีค่าเท่ากับ 1.00

จากทฤษฎี ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า (I_t) >= $\frac{\text{ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน}}{C_a \times C_g}$ (สมการที่ 3.1)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าของวงจร Bus Tie >= $\frac{\frac{1250}{3}}{1.00 \times 1.00}$ (สมการที่ 3.2)

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าของวงจร Bus Tie >= 416.67 แอมแปร์

ดังนั้น สายไฟฟ้าของสายเฟสต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 416.67 แอมแปร์

3.1.9 เลือกขนาดของสายไฟฟ้าของสายเฟส

ตารางการเลือกขนาดกระแสของสายไฟฟ้า IEC01 THW สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.6

Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Overall diameter Minimum (mm)	Overall diameter Maximum (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70°C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1.5	1	0.7	2.6	3.2	12.1	0.011	21	21	100/C
1.5	2	0.7	2.7	3.3	12.1	0.010	21	22	100/C
2.5	1	0.8	3.2	3.9	7.41	0.010	29	32	100/C
2.5	2	0.8	3.3	4.0	7.41	0.009	29	35	100/C
4	1	0.8	3.8	4.4	4.61	0.0085	39	47	100/C
4	2	0.8	3.8	4.6	4.61	0.0077	39	50	100/C
6	1	0.8	4.1	5.0	3.08	0.0070	49	65	100/C
6	2	0.8	4.3	5.2	3.08	0.0065	49	70	100/C
10	1	1.0	5.3	6.4	1.83	0.0070	69	110	100/C
10	2	1.0	5.6	6.7	1.83	0.0065	69	120	100/C
16	2	1.0	6.4	7.8	1.15	0.0050	92	180	100/C
25	2	1.2	8.1	9.7	0.727	0.0050	125	280	100/C
35	2	1.2	9.0	10.9	0.524	0.0043	154	370	100/C
50	2	1.4	10.6	12.8	0.387	0.0043	188	500	500/D
70	2	1.4	12.1	14.6	0.268	0.0035	239	700	500/D
95	2	1.6	14.1	17.1	0.193	0.0035	297	1,000	500/D
120	2	1.6	15.6	18.8	0.153	0.0032	347	1,200	500/D
150	2	1.8	17.3	20.9	0.124	0.0032	398	1,500	500/D
185	2	2.0	19.3	23.3	0.0991	0.0032	461	1,900	500/D
240	2	2.2	22.0	26.6	0.0754	0.0032	552	2,500	500/D
300	2	2.4	24.5	29.6	0.0601	0.0030	640	3,100	500/D
400	2	2.6	27.5	33.2	0.0470	0.0028	749	3,900	500/D

ตารางที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแสไฟฟ้าและขนาดของสายไฟฟ้า IEC01 THW

จากตารางการเลือกขนาดกระแสของสายไฟฟ้า IEC01 THW ข้างต้นพบว่า สายไฟฟ้าที่มีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 416.67 แอมแปร์ คือสายไฟฟ้าขนาด 185 ตารางมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น สายไฟฟ้าของสายเฟส จึงมีขนาด 185 ตารางมิลลิเมตรต่อเฟส และมีทั้งสิ้นจำนวน 9 เส้น

3.1.10 เลือกขนาดของสายไฟฟ้าของสายนิวทรัล

จากทฤษฎี ขนาดกระแสของสายนิวทรัล >= 50% x ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน

ขนาดกระแสของสายนิวทรัล >= 0.5 x 1250

ดังนั้น สายไฟฟ้าของสายนิวทรัลต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 625 แอมแปร์

Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Overall diameter Minimum (mm)	Overall diameter Maximum (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70°C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1.5	1	0.7	2.6	3.2	12.1	0.011	21	21	100/C
1.5	2	0.7	2.7	3.3	12.1	0.010	21	22	100/C
2.5	1	0.8	3.2	3.9	7.41	0.010	29	32	100/C
2.5	2	0.8	3.3	4.0	7.41	0.009	29	35	100/C
4	1	0.8	3.6	4.4	4.61	0.0085	39	47	100/C
4	2	0.8	3.8	4.6	4.61	0.0077	39	50	100/C
6	1	0.8	4.1	5.0	3.08	0.0070	49	65	100/C
6	2	0.8	4.3	5.2	3.08	0.0065	49	70	100/C
10	1	1.0	5.3	6.4	1.83	0.0070	69	110	100/C
10	2	1.0	5.6	6.7	1.83	0.0065	69	120	100/C
16	2	1.0	6.4	7.8	1.15	0.0050	92	180	100/C
25	2	1.2	8.1	9.7	0.727	0.0050	125	280	100/C
35	2	1.2	9.0	10.9	0.524	0.0043	154	370	100/C
50	2	1.4	10.6	12.8	0.387	0.0043	188	500	500/D
70	2	1.4	12.1	14.6	0.268	0.0035	239	700	500/D
95	2	1.6	14.1	17.1	0.193	0.0035	297	1,000	500/D
120	2	1.6	15.6	18.8	0.153	0.0032	347	1,200	500/D
150	2	1.8	17.3	20.9	0.124	0.0032	398	1,500	500/D
185	2	2.0	19.3	23.3	0.0991	0.0032	461	1,900	500/D
240	2	2.2	22.0	26.6	0.0754	0.0032	552	2,500	500/D
300	2	2.4	24.6	29.6	0.0601	0.0030	640	3,100	500/D
400	2	2.6	27.5	33.2	0.0470	0.0028	749	3,900	500/D

ตารางที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดกระแสไฟฟ้าและขนาดของสายไฟฟ้า IEC01 THW

จากตารางที่ 3.7 การเลือกขนาดกระแสของสายไฟฟ้า IEC01 THW ข้างต้นพบว่า สายไฟฟ้าขนาด 185 ตารางมิลลิเมตร มีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 416.67 แอมแปร์

ดังนั้น สายไฟฟ้าของสายนิวทรัล จึงมีขนาด 185 ตารางมิลลิเมตร และมีทั้งสิ้นจำนวน 2 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.11 เลือกขนาดของสายไฟฟ้าของสายดิน

เนื่องจาก ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน มีค่าเท่ากับ 1250 แอมแปร์ และตารางการเลือกขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.8

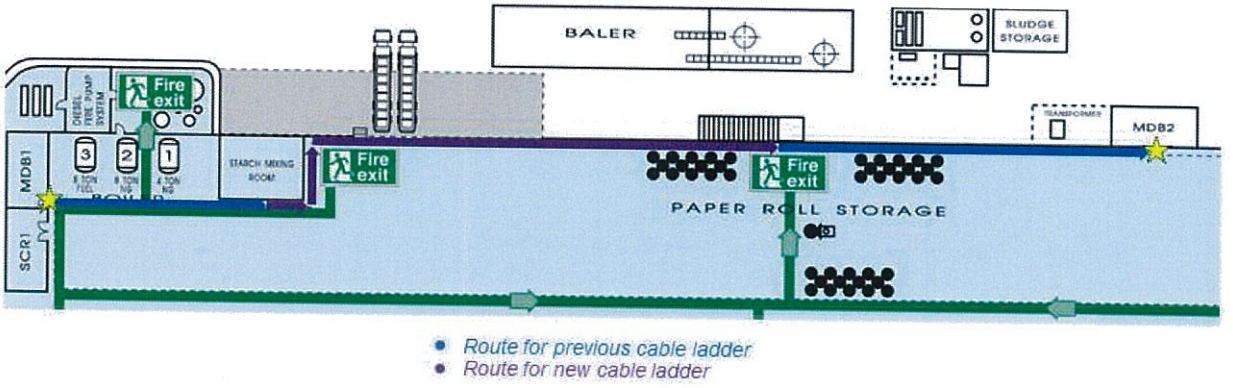
พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำ) (ตร.มม.)
16	1.5
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

ตารางที่ 3.8 ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ดังนั้น จากตารางการเลือกขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าข้างต้นพบว่า ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 95 ตารางมิลลิเมตร แต่เพื่อเป็นการเผื่อขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า จึงทำการเลือกสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าขนาด 120 ตารางมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.12 คำนวณเส้นทางของรางเคเบิลแบบบันได



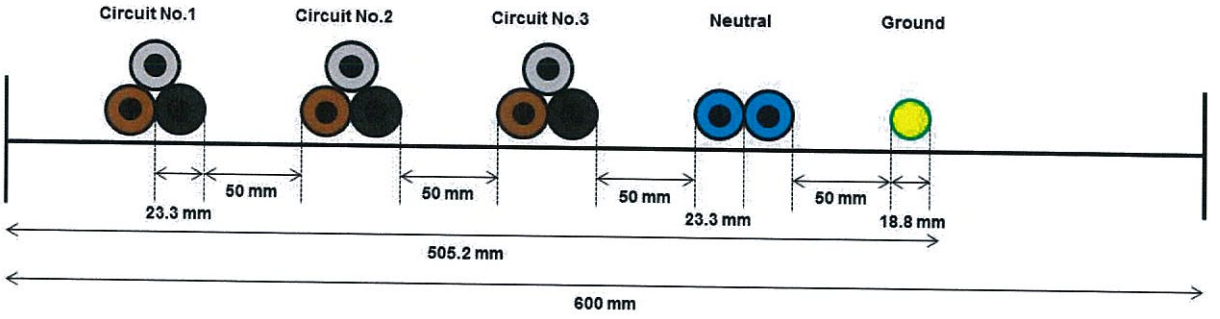
รูปที่ 3.4 เส้นทางการติดตั้งของรางเคเบิลแบบบันได

จากรูป พบว่า การติดตั้งของรางเคเบิลแบบบันไดในปัจจุบัน มีความยาว 91 เมตร
และการติดตั้งของรางเคเบิลแบบบันไดในส่วนที่ต้องมีการติดตั้งเพิ่มเติม มีความยาว 79 เมตร
ดังนั้น ระยะทางรวมของรางเคเบิลแบบบันได จึงมีความยาวทั้งสิ้น 91 + 79 = 170 เมตร

3.1.13 เลือกขนาดของรางเคเบิลแบบบันได

เนื่องจาก สายไฟฟ้าของสายเฟส 185 ตารางมิลลิเมตร
มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 23.3 มิลลิเมตร จำนวน 3 สายต่อเฟส
จัดเรียงแบบวางชิดกันแบบสามเหลี่ยม
สายไฟฟ้าของสายนิวทรัล 185 ตารางมิลลิเมตร
มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 23.3 มิลลิเมตร จำนวน 2 สาย
สายไฟฟ้าของสายดิน 120 ตารางมิลลิเมตร
มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18.8 มิลลิเมตร จำนวน 1 สาย
และ เนื่องจากระยะห่างระหว่างแต่ละวงจร มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2D
จะได้ว่า ระยะห่างระหว่างแต่ละวงจร มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 x 23.3 = 46.6 = 50 มิลลิเมตร
ดังนั้น เส้นผ่าศูนย์กลางรวมของสายไฟฟ้า และระยะห่างรวมของระหว่างแต่ละวงจร มีค่าเท่ากับ
[(23.3 x 3 x2) + (23.3 x 2) + 18.8] + (50 x 6) = 505.2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 รูปแบบการวางสายไฟฟ้าบนรางเคเบิลแบบบันได

ตารางการเลือกขนาดรางเคเบิลแบบบันได สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.9

รุ่น Model	ความกว้าง Width (mm.)	ความยาว Length (mm.)	ความสูง Height (mm.)	ความหนาเหล็ก Thickness (mm.)
TQR-500	500	3000	100	2 mm.
TQR-600	600	3000	100	2 mm.
TQR-700	700	3000	100	2 mm.

ตารางที่ 3.9 ขนาดรางเคเบิลแบบบันได

จากตารางการเลือกขนาดรางเคเบิลแบบบันไดข้างต้นพบว่า รางเคเบิลแบบบันไดที่มีขนาดความกว้างไม่ต่ำกว่า 505.2 มิลลิเมตร คือรางเคเบิลแบบบันไดขนาดความกว้าง 600 มิลลิเมตร

3.1.14 คำนวณระยะทางสำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้า

เนื่องจาก ระยะทางรวมของสายไฟฟ้าบนรางเคเบิลแบบบันได มีค่าเท่ากับ 170 เมตร และ ระยะทางรวมของสายไฟฟ้าของการติดตั้งภายในห้อง MDB 1 และห้อง MDB 2 มีค่าประมาณ 100 เมตร

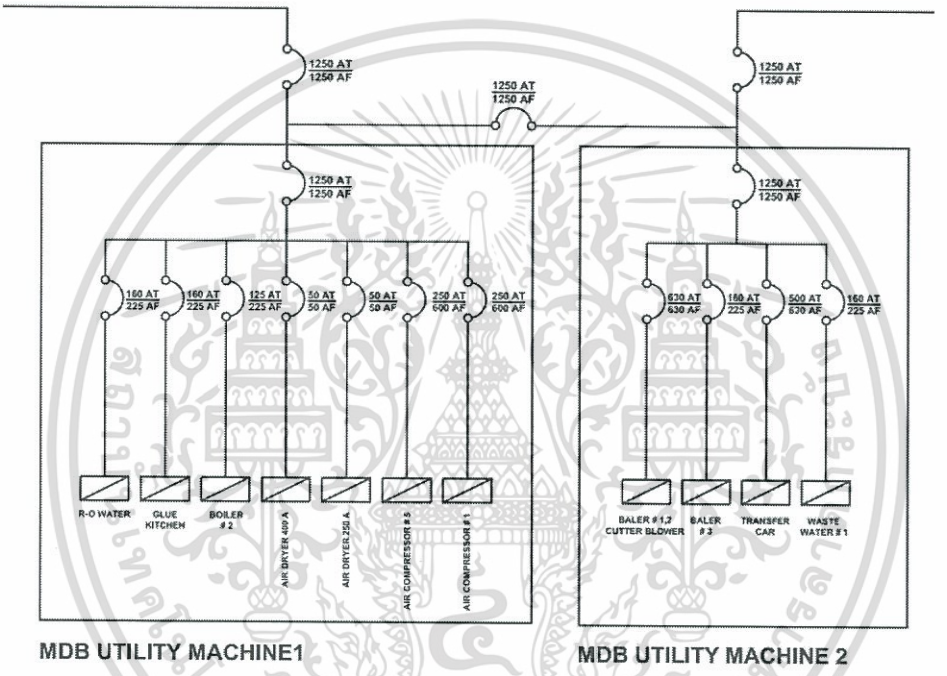
ดังนั้น ระยะทางรวมของสายไฟฟ้าต่อสายไฟฟ้า 1 เส้น มีค่าเท่ากับ 170 + 100 = 270 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปกระบวนการสำหรับการแก้ปัญหา

4.1 วงจรไฟฟ้า (Electric Circuit)

วงจรไฟฟ้าของ Utility Machine และวงจร Bus Tie สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 (จากรูป ใช้โปรแกรม AutoCAD2015 ในการออกแบบระบบไฟฟ้า)



รูปที่ 4.1 วงจรไฟฟ้าของ Utility machine และวงจร Bus Tie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 สายไฟฟ้า (Electric Wire)

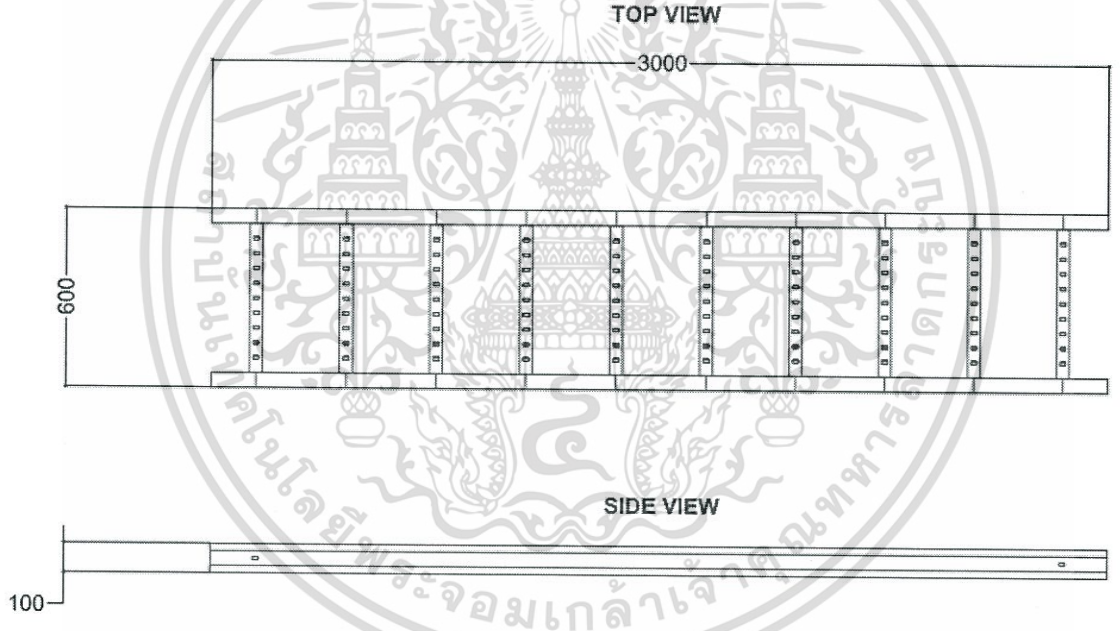
สายไฟฟ้าของสายเฟส 185 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 3 สายต่อเฟส
จัดเรียงแบบสามเหลี่ยมชิดกันบนรางเคเบิลแบบบันได ความยาว 2430 เมตร

สายไฟฟ้าของสายนิวทรัล 185 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 2 สาย ความยาว 540 เมตร

สายไฟฟ้าของสายดิน 120 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 1 สาย ความยาว 270 เมตร

4.3 รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladder)

รางเคเบิลแบบบันไดในส่วนที่ต้องมีการติดตั้งเพิ่มเติม มีขนาดความกว้าง 600 มิลลิเมตร และขนาดความยาว 79 เมตร ดังรูป (จากรูป ใช้โปรแกรม AutoCAD2015 ในการออกแบบระบบไฟฟ้า)

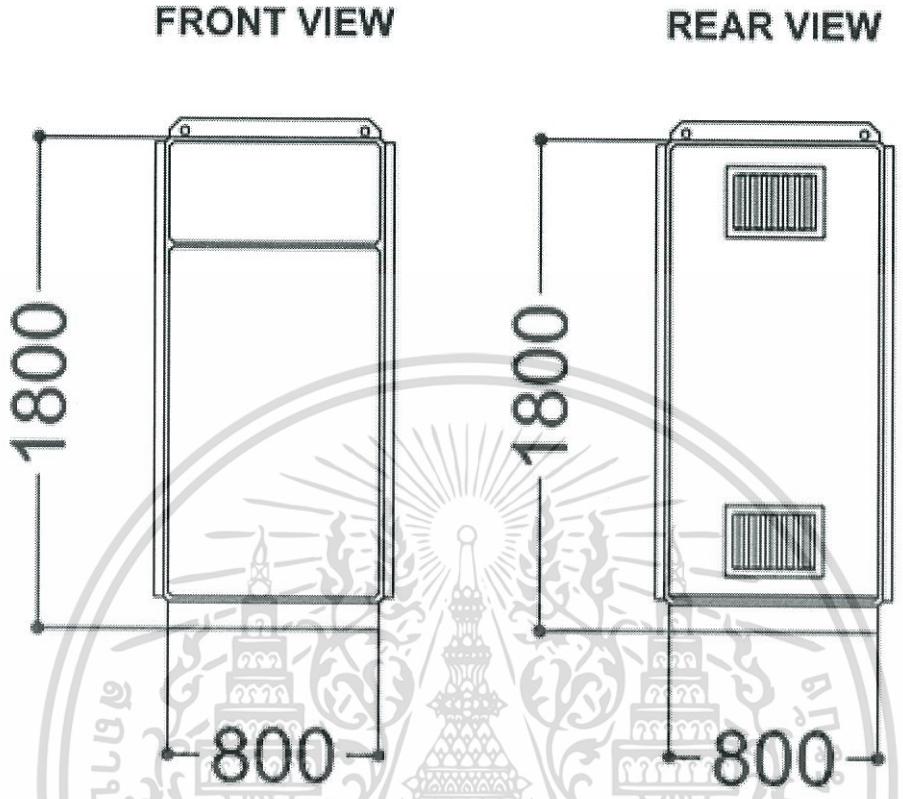


รูปที่ 4.2 ขนาดของรางเคเบิลแบบบันไดในส่วนที่ต้องมีการติดตั้งเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ (Main Distribution Board)

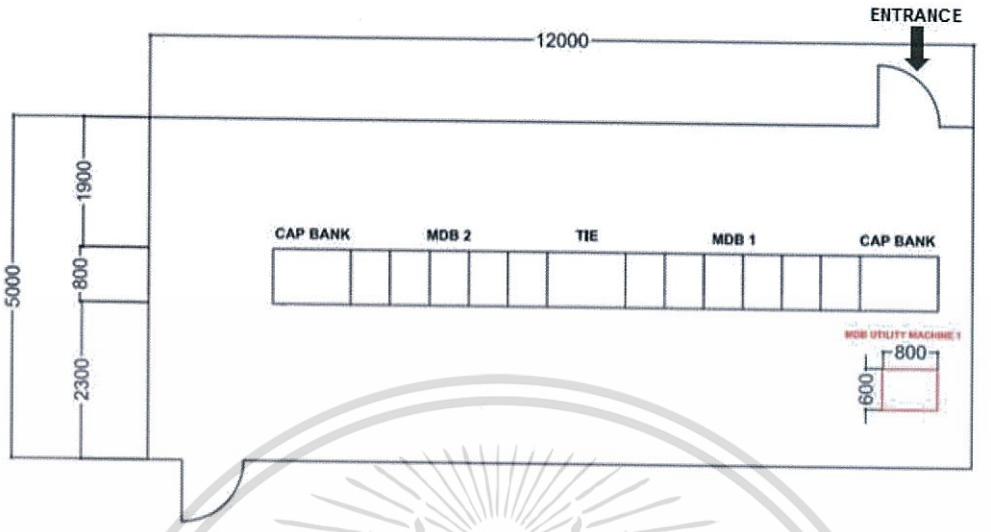
(จากรูป ใช้โปรแกรม AutoCAD2015 ในการออกแบบระบบไฟฟ้า)



รูปที่ 4.3 ขนาดของตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 1 และ Utility Machine 2

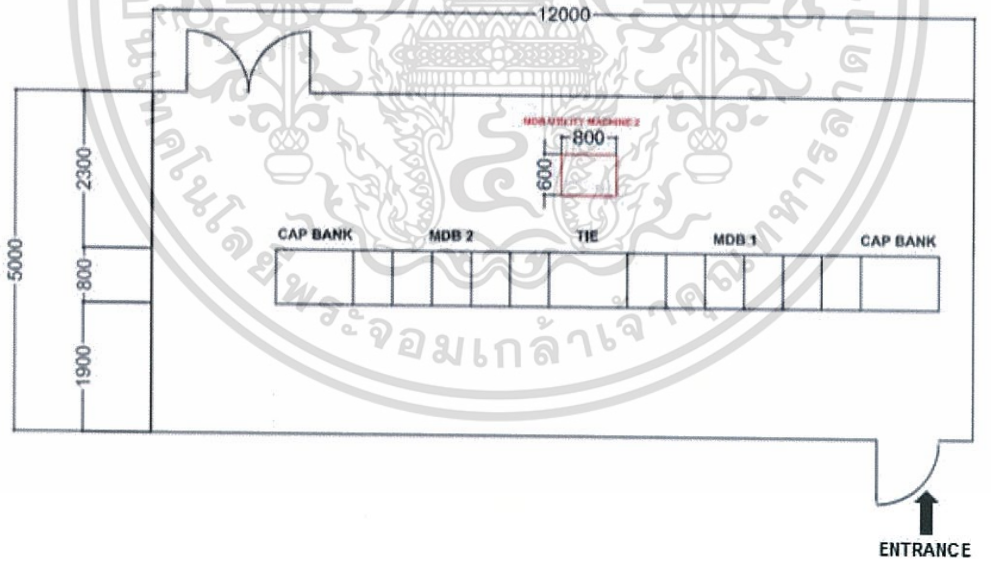
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ตำแหน่งการวางตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 1 ที่ห้อง MDB 1



รูปที่ 4.4 ตำแหน่งการวางตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 1 ที่ห้อง MDB 1

ตำแหน่งการวางตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 2 ที่ห้อง MDB 2



รูปที่ 4.5 ตำแหน่งการวางตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 2 ที่ห้อง MDB 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

5.1 สายไฟฟ้า (Electric Wire)

ต้นทุนของสายไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินโครงการ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	YAZAKI CABLE WIRE THW 185 SQMM.BLACK	2,970 MT	386.76	1,148,677.20
2	YAZAKI CABLE WIRE THW 120 SQMM.BLACK	270 MT	251.68	67,953.60

ตารางที่ 5.1 ต้นทุนของสายไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

ดังนั้น ต้นทุนของสายไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินโครงการ มีค่าเท่ากับ 1,216,630.80 บาท

5.2 รางเคเบิลแบบบันได (Cable Ladder)

ต้นทุนของรางเคเบิลแบบบันไดที่ใช้ในการดำเนินโครงการ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.2

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	CABLE LADDER TQR-600	90 MT	480.00	43,200.00
2	CABLE LADDER TQRLA-600	2 PCS	580.00	1,160.00

ตารางที่ 5.2 ต้นทุนของรางเคเบิลแบบบันไดที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

ดังนั้น ต้นทุนของรางเคเบิลแบบบันไดที่ใช้ในการดำเนินโครงการ มีค่าเท่ากับ 44,360.00 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 วงจร Bus Tie (Bus Tie Circuit)

5.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ ABB สามารถแสดงได้ดังตารางที่5.3

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker ABB-THS1250R 3P1250A(50kA)	3 EA	66000.00	198,000.00

ตารางที่ 5.3 ต้นทุนของ Circuit Breaker ยี่ห้อ ABB ในวงจร Bus Tie

5.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.4

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker MITSUBISHI NF1250 3P 1250A(85kA)	3 EA	73600.00	220,800.00

ตารางที่ 5.4 ต้นทุนของ Circuit Breaker ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC ในวงจร Bus Tie

5.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ SIEMENS สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.5

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker SIEMEN#3VL7712-1SF36-OAAO 3P 1250A	3 EA	86320.00	258,960.00

ตารางที่ 5.5 ต้นทุนของ Circuit Breaker ยี่ห้อ SIEMENS ในวงจร Bus Tie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 1 (MDB Utility Machine 1)

5.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ ABB สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.6

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker ABB-THS1250R 3P1250A(50kA)	1 EA	66000.00	66,000.00
2	Breaker ABB-T5NR400 3P 250A(36kA)	2 EA	16000.00	32,000.00
3	Breaker ABB-A2C160R160 3P 160A(25kA)	2 EA	4500.00	9,000.00
4	Breaker ABB-A2C160R125 3P 160A(25kA)	1 EA	4500.00	4,500.00
5	Breaker ABB-A1C125R50 3P 50A(25kA)	2 EA	3000.00	6,000.00
6	BUTBAR	1 SET	15000.00	15,000.00
7	ตู้เหล็ก MDBI-03	1 EA	16000.00	16,000.00
8	อุปกรณ์สิ้นเปลือง	1 LOT	9500.00	9,500.00
9	ค่าแรง	1 JOB	35000.00	35,000.00

ตารางที่ 5.6 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ ABB

ดังนั้น ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ ABB มีค่าเท่ากับ 193,000.00 บาท

5.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.7

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker MITSUBISHI NF1250 3P 1250A(85kA)	1 EA	73600.00	73,600.00
2	Breaker MITSUBISHI NF250 3P 250A(36kA)	2 EA	8360.00	16,720.00
3	Breaker MITSUBISHI NF160 3P 160A(36kA)	2 EA	7360.00	14,720.00
4	Breaker MITSUBISHI NF160 3P 125A(36kA)	1 EA	6500.00	6,500.00
5	Breaker MITSUBISHI NF125 3P 50A(36kA)	2 EA	4300.00	8,600.00
6	BUTBAR	1 SET	15000.00	15,000.00
7	ตู้เหล็ก MDBI-03	1 EA	16000.00	16,000.00
8	อุปกรณ์สิ้นเปลือง	1 LOT	9500.00	9,500.00
9	ค่าแรง	1 JOB	35000.00	35,000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC

ดังนั้น ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC มีค่าเท่ากับ 195,640.00 บาท

5.4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ SIEMENS สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.8

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker SIEMEN#3VL7712-1SF36-OAAO 3P 1250A	1 EA	86320.00	86,320.00
2	Breaker SIEMEN#3VL3725-1DE36-OAAO 3P 250A(40kA)	2 EA	8872.00	17,744.00
3	Breaker SIEMEN#3VL1716-1DD33-OAAO 3P 160A(40kA)	2 EA	9750.00	19,500.00
4	Breaker SIEMEN#3VL1712-1DD32-OAAO 3P 125A(40kA)	1 EA	8160.00	8,160.00
5	Breaker SIEMEN#3VL1705-1DD33-OAAO 3P 50A(40kA)	2 EA	4030.00	8,060.00
6	BUTBAR	1 SET	15000.00	15,000.00
7	ตู้เหล็ก MDBI-03	1 EA	16000.00	16,000.00
8	อุปกรณ์ลิ้นเปลือง	1 LOT	9500.00	9,500.00
9	ค่าแรง	1 JOB	35000.00	35,000.00

ตารางที่ 5.8 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ SIEMENS

ดังนั้น ต้นทุนของ MDB Utility Machine 1 ยี่ห้อ SIEMENS มีค่าเท่ากับ 215,284.00 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ตู้แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ของ Utility Machine 2 (MDB Utility Machine 2)

5.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ ABB สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.9

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker ABB-THS1250R 3P1250A(50kA)	1 EA	66000.00	66,000.00
2	Breaker ABB-T5N630 3P 630A(36KA)	1 EA	19500.00	19,500.00
3	Breaker ABB-T5N630 3P 500A(36KA)	1 EA	19500.00	19,500.00
4	Breaker ABB-A2C160R160 3P 160A(25kA)	2 EA	4500.00	9,000.00
5	BUTBAR	1 SET	15000.00	15,000.00
6	ตู้เหล็ก MDBI-03	1 EA	16000.00	16,000.00
7	อุปกรณ์สิ้นเปลือง	1 LOT	8000.00	8,000.00
8	ค่าแรง	1 JOB	25000.00	25,000.00

ตารางที่ 5.9 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ ABB

ดังนั้น ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ ABB มีค่าเท่ากับ 178,000.00 บาท

5.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.10

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker MITSUBISHI NF1250 3P 1250A(85kA)	1 EA	73600.00	73,600.00
2	Breaker MITSUBISHI NF630 3P 630A(36kA)	1 EA	22500.00	22,500.00
3	Breaker MITSUBISHI NF630 3P 500A(36kA)	1 EA	22500.00	22,500.00
4	Breaker MITSUBISHI NF160 3P 160A(36kA)	2 EA	7360.00	14,720.00
5	BUTBAR	1 SET	15000.00	15,000.00
6	ตู้เหล็ก MDBI-03	1 EA	16000.00	16,000.00
7	อุปกรณ์สิ้นเปลือง	1 LOT	9500.00	9,500.00
8	ค่าแรง	1 JOB	25000.00	25,000.00

ตารางที่ 5.10 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC มีค่าเท่ากับ 198,820.00 บาท

5.5.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ยี่ห้อ SIEMENS สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.11

ITEM	DESCRIPTION	Qty	UNIT/PRICE	AMOUNT (฿)
1	Breaker SIEMEN#3VL7712-1SF36-OAAO 3P 1250A	1 EA	86320.00	86,320.00
2	Breaker SIEMEN#3VL5763-1DC36-OAAO 3P 630A	1 EA	33475.00	33,475.00
3	Breaker SIEMEN#3VL5750-1DC36-OAAO 3P 500A	1 EA	32110.00	32,110.00
4	Breaker SIEMEN#3VL1716-1DD33-OAAO 3P 160A	2 EA	9750.00	19,500.00
5	BUTBAR	1 SET	15000.00	15,000.00
6	ตู้เหล็ก MDBI-03	1 EA	16000.00	16,000.00
7	อุปกรณ์สิ้นเปลือง	1 LOT	8000.00	8,000.00
8	ค่าแรง	1 JOB	25000.00	25,000.00

ตารางที่ 5.11 ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ SIEMENS

ดังนั้น ต้นทุนของ MDB Utility Machine 2 ยี่ห้อ SIEMENS มีค่าเท่ากับ 235,405.00 บาท

5.6 สรุปต้นทุนทั้งหมดในการดำเนินโครงการ

5.6.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ ABB สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.12

DESCRIPTION	AMOUNT (฿)
MDB UTILITY MACHINE 1	193,000.00
MDB UTILITY MACHINE 2	178,000.00
Bus Tie	198,000.00
CABLE WIRE	1,216,630.80
CABLE LADDER	44,360.00

ตารางที่ 5.12 ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ ABB

ดังนั้น ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ ABB มีค่าเท่ากับ 1,829,990.80 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.13

DESCRIPTION	AMOUNT (฿)
MDB UTILITY MACHINE 1	195,640.00
MDB UTILITY MACHINE 2	198,820.00
Bus Tie	220,800.00
CABLE WIRE	1,216,630.80
CABLE LADDER	44,360.00

ตารางที่ 5.13 ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC

ดังนั้น ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ MITSUBISHI ELECTRIC มีค่าเท่ากับ 1,876,250.80 บาท

5.6.3 เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ SIEMENS สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.14

DESCRIPTION	AMOUNT (฿)
MDB UTILITY MACHINE 1	215,284.00
MDB UTILITY MACHINE 2	235,405.00
Bus Tie	258,960.00
CABLE WIRE	1,216,630.80
CABLE LADDER	44,360.00

ตารางที่ 5.14 ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ SIEMENS

ดังนั้น ต้นทุนการดำเนินโครงการ เมื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการยี่ห้อ SIEMENS มีค่าเท่ากับ 1,970,639.80 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ผศ.ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. (2556). การออกแบบระบบไฟฟ้า ELECTRICAL SYSTEM DESIGN. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์.

[2] รศ.ศุลี บรรจงจิตร. (2556). หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[3] ลือชัย ทองนิล. (2556). การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้า. ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดหม้อแปลง

หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1600 เควีเอ 3 เฟส 50 ไซเกิล

ระบบไฟเข้า 24000 โวลท์

ระบบไฟออก 416-240 โวลท์

หมายเลขเครื่อง 316647 ผลิตภัณฑ์ เอกรัฐ

ปีที่ผลิต 2532 ระบบการต่อ Dyn 11

ปริมาณน้ำมัน 1,315 ลิตร น้ำหนักรวม 4,970 กก.

พิกัดกระแส 2221 A. กระแสด้าน HV. 38.5 A.

ชนิดของหม้อแปลง

■ Oil Immersed ☐ Nitrogen Sealed Tank ☐ Dry Type
■ Mineral Oil ☐ Silicone Oil ☐ R-Temp® Fluids
☐ หม้อแปลงแบบ Hermetically Seal Tank Fully Oil
☐ with DGPT ☐ without DGPT

รูปที่ ก.1 รายละเอียดหม้อแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาววริพร สุเจตรานนท์

เกิดวันที่ 19 กรกฎาคม 2538

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนสายปัญญา ในพระบรมราชินูปถัมภ์

เข้าศึกษาที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

ที่อยู่ : 206/14 ถนนนครสวรรค์ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย แขวงโสมนัส กรุงเทพฯ 10100

เบอร์โทรศัพท์ : 09-3983-8935

อีเมล์ : Ravi.su@hotmail.com

Facebook : -

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office, AutoCAD Mechanical, FluidSIM Pneumatics

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด(มหาชน) ในกลุ่มธุรกิจ SCG Packaging

บริษัท กระดาษสหไทย จำกัด(มหาชน) ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้