รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก
Main Distribution Board Manufacturing Process

โดย

นายศุภชัย เตชะธนไพบูลย์ 6304200016

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ภาคการศึกษา 3 ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงงาน	การประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก Main Distribution Board Manufacturing Process
รายชื่อผู้จัดทำ	นาย ศุภชัย เดชะธนไพบูลย์ 6304200016
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2563

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... ประธานกรรมการ
(ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... พนักงานที่ปรึกษา
(คุณ สุรศักดิ์ รัตนชัย)

..... กรรมการกลาง
(ผศ. ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผศ. ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

สแกนด้วย CamScanner

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2566

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

ตามที่ผู้จัดทำ นาย ศุภชัย เตชะธนไพบูลย์ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ในตำแหน่ง ช่างเทคนิค ณ บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board Manufacturing Process)”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ผู้จัดทำ นาย ศุภชัย เตชะธนไพบูลย์ จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
นาย ศุภชัย เตชะธนไพบูลย์
นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและการปฏิบัติงานในอนาคต เกี่ยวกับการปฏิบัติงานใน ตำแหน่ง ช่างประกอบ ณ บริษัท ภัทร อุตสาหกรรม จำกัด ได้สอน ได้เรียนรู้งาน และปัญหาที่พบในการทำงานในแผนกต่างๆ จึง ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1) คุณศุภชัย มูลอ้น	(Maintenance Supervisor)
2) คุณสุรศักด์ รัตนชัย	(Maintenance Engineer)
3) ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์	(อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิศึกษา)

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็น ที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ
นาย ศุภชัย เตชะธนไพบูลย์
28 สิงหาคม 2564

หัวข้อโครงงาน: การประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก
Main Distribution Board Manufacturing Process
หน่วยกิต: 5 หน่วยกิต
โดย: นาย ศุภชัย เตชะธนไพบูลย์ 6304200016
อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์
ระดับการศึกษา: ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต)
สาขาวิชา: วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ: วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา: 3/2563

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอการปฏิบัติการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) และตู้คาปาซิเตอร์ ที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ฝ่ายประกอบโครงตู้ ฝ่ายไฟฟ้าและฝ่ายกำลัง โดยอาศัยการร่างแบบจากทีมวิศวกรภายในองค์กร ระหว่างการปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษามหาวิทยาลัยสยามร่วมกับบริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด ได้รับความรู้ถึงกระบวนการผลิตตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB) ของโครงการรถไฟฟ้าและแบบทั่วไป รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ตั้งแต่การแปรรูปวัตถุดิบจนถึงกระบวนการประกอบที่สมบูรณ์

ผู้จัดทำได้ทำการรวบรวมปัญหาตั้งแต่เดือน 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 และเปรียบเทียบระหว่างรายละเอียดตู้ควบคุมไฟฟ้าของโครงการรถไฟฟ้า และ แบบทั่วไปทำให้ทราบว่ามีความแตกต่างในอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบตู้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งและรายละเอียดการใช้งานที่ต่างกัน และสามารถนำความรู้ไปขยายผลและพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตและนำเสนอขายได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ตู้ควบคุมไฟฟ้า/ตู้คาปาซิเตอร์/กระบวนการผลิต

Project Title	Main Distribution Board Manufacturing Process
Credits	5 Units
By	Mr. Suppachai Techathanapaiboon 6304200016
Advisor	Asst. Prof. Wipavan Narksarp
Degree	Bachelor of Engineering
Major	Electrical Engineering
Faculty	Engineering
Semester/Year	3/2020

Abstract

This cooperative education project reported the manufacturing process of a distribution board and a capacitor bank. The purpose was to study an assembly line and construction process during an internship period in the cooperative education project of Siam University in collaboration with PMK Co., Ltd. It was found that there were various instructions throughout the production process along with quality control before distributing the product to customers.

The organizer participated from May 17 to August 28, 2021, and engaged in the production line in the factory to differentiate between the main distribution board and capacitor bank construction process. During this period, the theory of power electronics was practicalized by putting electronic components together. Moreover, such experience can be extended for future application in other production processes and according to the company's policy.

Keywords: main distribution board, capacitor bank, production processes

Approved by .....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ตู้ MDB	3
2.1.1 อุปกรณ์ ภายในตู้ MDB	4
2.1.2 ขั้นตอนตรวจอุปกรณ์และระบบภายในตู้	9
2.2 ตู้คาปาซิเตอร์ (Capacitor Bank)	10
2.3 การชุบดีบุก (Tin Plating)	13
2.3.1 การชุบดีบุกแบบจุ่มร้อน	13
2.3.2 การชุบด้วยไฟฟ้า	14
2.3.3 การชุบแบบไม่ใช้ไฟฟ้า	14
2.3.4 การเตรียมวัสดุก่อนชุบ (Pre-Treatment of Tin Plating)	15
2.3.4.1 ทำความสะอาด	15
2.3.4.2 การเปิดใช้งานพื้นผิว	15
2.3.4.3 อ่างชุบ	16
2.3.5 วิธีการดูแลหลังการชุบ	16
2.3.5.1 การทำให้แห้ง	16
2.3.5.2 Passivation	16
2.3.5.3 การตรวจสอบ	16

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 18

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร 19

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน 19

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย 20

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 20

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 20

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน 20

3.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ 21

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

4.1 การออกแบบและการจัดหา 22

4.2 การประกอบและการเดินสายไฟ 22

4.2.1 การชุบดีบุก 24

4.3 การทดสอบและการส่งงาน 26

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน 27

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม 27

5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน 27

5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน 27

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน 27

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน 28

บรรณานุกรม 29

ภาคผนวก 30

ภาคผนวก ก การนิเทศงานสหกิจศึกษา 31

ภาคผนวก ข การสอบโครงงานสหกิจศึกษา 33

ภาคผนวก ค การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ
โดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 36

ประวัติผู้จัดทำ 38

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผงโซล่าเซลล์โมโนคริสตัลไลน์	4
รูปที่ 2.2 แผงโซล่าเซลล์โพลีคริสตัลไลน์	5
รูปที่ 2.3 แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง	6
รูปที่ 2.4 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบอ๊อฟกริด	7
รูปที่ 2.5 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบออนกริด	9
รูปที่ 2.6 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบไฮบริดส์	10
รูปที่ 2.7 Central Solar Inverter	11
รูปที่ 2.8 String Solar Inverter	11
รูปที่ 2.9 Solar Inverter	12
รูปที่ 2.10 Solar MicroInverter	13
รูปที่ 2.11 Off Grid Solar Inverter	13
รูปที่ 2.12 Hybrid Solar Inverter	14
รูปที่ 2.13 ตู้ MDB	15
รูปที่ 2.14 โครงตู้ (Enclosure)	15
รูปที่ 2.15 บัสบาร์ (Busbar)	16
รูปที่ 2.16 ACB เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)	17
รูปที่ 2.17 เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)	17
รูปที่ 2.18 CT (Current Transformer	18
รูปที่ 2.19 Selector Switch	18
รูปที่ 2.20 Pilot Lamp	18
รูปที่ 2.21 Fuse	18

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ 21
รูปที่ 3.2 แผงผังการติดตั้งโซล่าเซลล์ในโรงงาน 24
รูปที่ 3.3 Support แผงโซล่าเซลล์ 25
รูปที่ 3.4 แผงโซล่าเซลล์ 25
รูปที่ 3.5 ทำการต่อสายไฟที่ออกจากแผงโซล่าเซลล์ 26
รูปที่ 3.6 ทำการร้อยสายไฟเข้ารางไฟ 26
รูปที่ 3.7 ทำการพาดสาย DC และ สาย Ground 27
รูปที่ 3.8 ต่อสาย DC เข้า Invertor 27
รูปที่ 3.9 ติดตั้งรางเดินสายไฟไปยัง ตู้ MDB 28
รูปที่ 3.10 ร้อยสาย AC และ สาย Ground เข้า ตู้ MDB 28
รูปที่ 3.11 ต่อสาย AC 3 เฟส เข้าเซอร์กิต เบรกเกอร์ 29
รูปที่ 3.12 ต่อสาย AC 3 เฟส ไปเข้ารางสายไฟ 29
รูปที่ 3.13 เดินรางไฟร้อยสาย AC 3 เฟส 30
รูปที่ 3.14 เดินสาย AC 3 เฟสเข้าตู้ MBD 30
รูปที่ 3.15 จุดต่อ Ground ลงดิน 31
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ก่อนติดตั้งและหลัง 34
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ในแต่ละเดือน ของปี 2564 36
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์แต่ละเดือนใน ปี 2564 38

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ 23
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลศักยภาพแสงอาทิตย์ 32
ตารางที่ 4.2 ประเมินระบบด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ 33
ตารางที่ 4.3 ตารางการบันทึกค่ากำลังไฟที่ผลิตได้ในแต่ละวันของปี 2564 35
ตารางที่ 4.4 ปริปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ในแต่ละเดือน ของปี 2564 คิดเป็นเงิน 37

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากการขยายตัวของประชากรไทยเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เศรษฐกิจในภาคอุตสหกรรมก่อสร้างทั้งภาครัฐและเอกชนขยายตัวตาม ตัวอย่างเช่นการก่อสร้างที่พักอาศัยรวมไปถึงการก่อสร้างเส้นทางรถไฟฟ้าใหม่ จึงทำให้การมีความใช้งานตู้จ่ายไฟฟ้ามากขึ้นตาม นอกจากนี้สถานาการโควิทยังมีส่วนกระตุ้นให้ความต้องการใช้ตู้จ่ายไฟขยับตัวสูงขึ้น เพราะคนหันมาทำงานแบบ work from home ทำให้ต้องใช้ตู้จ่ายไฟที่มีประสิทธิภาพให้สอดคล้องกับการใช้งาน เป็นผลกับบริษัทผลิตตู้ไฟฟ้าคลาดแคลนและมีความต้องการบุคคลากรที่มีความรู้ในสายงานมากขึ้น หากสามารถนำความรู้ที่ศึกษาในห้องเรียนไปทำงานจริงได้ จะเป็นโอกาสในการทำงานในอนาคตได้

เนื่องด้วยบริษัทภัทรเมธากิจได้รับหน้าที่ผลิตตู้ MDB ให้แก่โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มภายในระยะเวลาที่สัญญาซื้อขายกำหนด มิเช่นนั้นบริษัทจะต้องเสียค่าปรับจึงทำให้ทางบริษัทมีความต้องการบุคคลากรเพิ่มขึ้นเพื่อประกอบตู้ไฟฟ้า MDB ให้ตรงตามรายละเอียดที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพและจัดส่งให้ทันกำหนด

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้จัดทำรายงานโครงงานสหกิจศึกษา จึงเล็งเห็นถึงโอกาสที่จะได้นำความรู้ที่ได้รับจากมหาวิทยาลัยสยามไปใช้ประโยชน์จึงได้ทำการสมัครไปฝึกงานกับทางบริษัทในฝ่ายผลิตเพื่อศึกษาขั้นตอนและกระบวนการผลิตของบริษัท และได้ศึกษาเปรียบเทียบข้อแตกต่างของอุปกรณ์ที่ใช้ในตู้ MDB และตู้คาปาซิเตอร์ และนำไปขยายผลเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพื่อลดปัญหาการหยุดกระบวนการผลิตและลดต้นทุนตามนโยบายของบริษัท ซึ่งผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานโครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้จะเป็นแนวทางการนำความรู้ในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ในห้องเรียนมาใช้ในการทำงานจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตตู้ MDB

1.2.2 เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาในห้องเรียนมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับงาน

1.2.3 ทำการทดสอบระบบวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ของตู้ MDB ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สามารถใช้อุปกรณ์ต่างๆเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าของตู้ MDB ได้

1.3.2 ทำการเดินสายไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ MDB โดยดูจาก Singe Line Diagram

1.3.3 ทำการทดสอบระบบวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ของตู้ MDB ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถอธิบายกระบวนการผลิตตู้ MDB ได้อย่างเป็นระบบและสามารถคำนวณระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

1.4.2 สามารถปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาทั้งเฉพาะหน้าและระยะยาวได้อย่างถูกวิธีตามมาตรฐาน

1.4.3 สามารถปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรทั้งภายนอกและภายในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตู้ MDB

ตู้ MDB คือ ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก นิยมใช้ในอาคารที่มีขนาดกลาง และอาคารขนาดใหญ่ รวมไปถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไฟในปริมาณมาก โดยภายในตู้สวิทช์บอร์ด MDB จะประกอบไปด้วยแผงจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นแผงแรกที่รับไฟฟ้าเข้ามาจากหม้อแปลงจำหน่ายไฟฟ้า จากนั้นจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังแผงย่อยส่วนต่าง ๆ ภายในอาคารนั้น ๆ มีหน้าที่ควบคุมการจ่ายและรับไฟฟ้าจากระบบการไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือหม้อแปลงไฟฟ้าที่เข้ามาภายในอาคาร รวมถึงป้องกันความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดจากความผิดปกติของระบบไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าเกิน แรงดันไฟฟ้าตก กระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน

รูปที่ 2.1 ตู้ MDB

2.1.1 อุปกรณ์ ภายในตู้ MDB

1.โครงตู้สวิทช์บอร์ด (Enclosure)

เป็นส่วนประกอบหลักซึ่งทำหน้าที่ยึดตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ภายในตู้ ป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่อาจทำให้เกิดความเสียหายให้กับอุปกรณ์ภายในได้ รวมถึงป้องกันไม่ให้ผู้ใช้งานสัมผัสส่วนที่มีกระแสไฟภายในตู้ วัสดุที่ใช้ประกอบโครงตู้นั้นทำขึ้นจากโลหะแผ่นนำมาประกอบขึ้นเป็นโครง ซึ่งฝาตู้สามารถเปิดได้ตามการออกแบบ และการใช้งานของผู้ใช้เป็นหลัก รวมถึงต้องมีความแข็งแรง ทนทานจากแรงกระทำ ทนทานต่อการกัดกร่อน ทนต่อสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศ รวมถึงความผิดปกติที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบ

รูปที่ 2.2 โครงตู้ (Enclosure)

2. บัสบาร์ (Busbar)

เป็นโลหะตัวนำไฟฟ้าทำมาจากทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม โดยสถานีตู้ ไฟฟ้า หรือ แผงสวิทช์ ทำหน้าที่รับและจ่ายกระแสไฟฟ้า การเลือกใช้บัสบาร์ควรพิจารณาคุณสมบัติ ดังนี้ ควรมีความต้านทานต่ำ มีความแข็งแรงทางกลสูงโดยเฉพาะด้านแรงดึง แรงอัด และแรงฉีก มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนและแรงกระทำสูง ความต้านทานของพื้นผิวต่ำ สามารถดัดและตัดต่อได้สะดวก โดยบัสบาร์ที่นิยมใช้ทั่วไปจะเป็นแบบ Flat ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

รูปที่ 2.3 บัสบาร์ (Busbar)

3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เป็นอุปกรณ์ที่ไว้ป้องกันด้านความปลอดภัย ในกรณีเกิดความผิดปกติภายในระบบ โดยเซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนด หรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจร การเลือกใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์ ควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็น ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ควรเลือกความกว้าง ความยาว ความสูง ให้พอดีกับตู้เพื่อให้ติดตั้งได้อย่างเป็นระเบียบและสวยงาม รวมถึงควรพิจารณาค่าต่างๆไม่ว่าจะเป็น การตัดกระแสลัดวงจร (IC) ค่าพิกัดกระแส (AT) ค่าพิกัดกระแสโครงสร้าง (AF) ระยะเวลาในการตัดวงจร (Time) ขนาดพิกัดไฟรั่ว (I∆N) ให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน

รูปที่ 2.4 ACB เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

4. เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)

เป็นเครื่องวัดพื้นฐานที่ใช้ในตู้ MDB โดยทั่วไป ประกอบด้วย โวลต์มิเตอร์ ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าภายในวงจร ซึ่งพิกัดแรงดันของโวลต์มิเตอร์คือ 0-500V และแอมมิเตอร์ใช้วัดปริมาณ กระแสไฟฟ้าในวงจร กระแสของแอมมิเตอร์จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนเคอเรนส์ทรานฟอรเมอร์ (Current Transformer) โดยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ จะใช้งานร่วมกับซีเล็คเตอร์สวิทช์ (Selector Switch) และหากตู้ MDB มีขนาดใหญ่จะมีอุปกรณ์เพิ่มเติมขึ้นอยู่กับการออกแบบ เช่น เพาเวอร์แฟคเตอร์ มิเตอร์ (P.F. Meter), วัตต์มิเตอร์ (Watt Meter), หรือวาร์มิเตอร์ (Varmeter)

รูปที่ 2.5 เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)

5. อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

การใช้งานตู้ MDB ควรมีอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้งาน เช่น CT (Current Transformer) ใช้ต่อร่วมกับแอมป์มิเตอร์เพื่อใช้วัดค่าพิกัดกระแสแต่ละเฟส, Selector Switch ใช้ร่วมกับโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ เพื่อวัดแรงดันและกระแสในแต่ละเฟส และควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ได้ตามทิศทางที่ต้องการ, Pilot Lamp หลอดไฟแสดงสถานะ เพื่อแสดงให้ทราบว่าตู้ MDB มีการทำงานอยู่หรือไม่, Fuse เป็นหลอดแก้วใช้ป้องกันการลัดวงจรเครื่องวัดไฟฟ้า รวมถึงตัดกระแสไฟออกจากวงจรเพื่อป้อ งการอุปกรณ์เสียหาย

รูปที่ 2.6 CT (Current Transformer)

รูปที่ 2.7 Fuse

รูปที่ 2.8 Pilot Lamp

รูปที่ 2.9 Switch

2.1.2 ขั้นตอนตรวจอุปกรณ์และระบบภายในตู้

การตรวจสอบการทำงานของตู้ MDB เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประกอบตู้ก่อนที่จะส่งมอบให้กับทางผู้ซื้อโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบการติดตั้งระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกต้องตามมาตรฐาน เช่น ขนาดสาย การเดินสายไฟ จุดต่อสาย และ Terminal ขัน Bolt และ Nut ใตรวจสอบการติดตั้งระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกต้องตามมาตรฐาน เช่น ขนาดสาย การเดินสายไฟ จุดต่อสาย และ Terminal, ขัน Bolt&Nut ให้แน่น เช็คเบรกเกอร์ ขนาดพิกัด ตรวจค่าพลังงานทางไฟฟ้า
2. ทดสอบค่าความเป็นฉนวนของสายไฟฟ้า (Insulation Test)
3. ตรวจเช็คขนาดกระแสของเมนสวิทซ์และสายเมน พิกัดตัดกระแสจัดวงจรของเมนส วิทซ์ การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดิน สภาพเครื่องห่อหุ้มเมนสวิทซ์ (Main Circuit Breaker)
4. ตรวจเช็คระบบ Capacitor Bank (Test Capacitor Bank) ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมทั้ง Auto/manual

   4.2 ตรวจสอบ magnetic contactor โดยตรวจ Coil และหน้าสัมผัส

   4.3 ตรวจสอบ Fuse Base และ HRC Circuit Breakers

   4.4 ทา Compound บริเวณหน้าสัมผัสเพื่อลดความร้อนจุดเชื่อมต่อ

   4.5 ตรวจสอบสภาพสายและตรวจขนาดความเหมาะสมของขนาดสายไฟ

   4.6 ตรวจสอบสภาพและวัดค่า คาปาซิเตอร์ (Capacitor Test)

   4.7 ตรวจวัดค่าความเป็นฉนวน (Mega Ohm Test)

   4.8 ตรวจสอบการต่อกราวด์ของชุดคาปาซิเตอร์

   4.9 ทำความสะอาดและกวดขันนอต
5. ตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า
6. ถ่ายภาพความร้อน (Thermoscan) ก่อนและหลัง Preventive Mainternance
7. ตรวจเช็คระบบ Capacitor Bank (Test Capacitor Bank)
8. ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมทั้ง Auto/manual
9. ตรวจสอบแมคเนติคคอนแทคเตอร์ โดยตรวจ Coil และหน้าสัมผัส
10. ตรวจสอบ Fuse Base และ HRC Circuit Breaker
11. ทา Compound บริเวณหน้าสัมผัสเพื่อลดความร้อนจุดเชื่อมต่อ
12. ตรวจสอบสภาพสายและตรวจขนาดความเหมาะสมของขนาดสายไฟ
13. ตรวจสอบสภาพและวัดค่า คาปาซิเตอร์ (Capacitor Test)
14. ตรวจวัดค่าความเป็นฉนวน (Mega Ohm Test)
15. ตรวจสอบการต่อกราวด์ของชุดคาปาซิเตอร์
16. ทำความสะอาดและกวดขันนอต

17. ตรวจวัดค่าความเป็นฉนวนของบัสบาร์เมน
18. ตรวจสอบการต่อลงดินและวัดค่าความต้านทาน
19. ตรวจสภาพเครื่องห่อหุ้มตู้สวิทซ์บอร์ดย่อย
20. ตรวจขนาดสายต่อหลักดิน และสภาพสายดิน
21. ตรวจการต่อสายดินกับเครื่องห่อหุ้มและฝาตู้
22. ตรวจสอบขนาดกระแสเมน CB และสายเมน
23. ตรวจวัดลำดับเฟสของสายเมน
24. ทำความสะอาดตู้ อุปกรณ์ และกวดขันนอต
25. ตรวจป้ายชื่อและแผ่นภาพเส้นเดี่ยว
26. ตรวจเครื่องหมายเตือนภัยและปลดวงจร
27. ตรวจการป้องกันสัมผัสที่มีไฟฟ้า
28. ตรวจการป้องกันความชื้นและฝุ่นเข้าแผงสวิทซ์
29. ทำความสะอาดบัสบาร์และกวดขันนอต
30. ตรวจวัดหาความร้อนสะสมตามจุดเชื่อมต่อ
31. ตรวจเช็คถังดับเพลิงภายในห้องไฟฟ้า
32. ACB Test, Contact resistance Test, Under Over Voltage Test
33. Machanical and Electrical PM.
34. สรุปผลการตรวจสอบและบำรุงรักษา

2.2 ตู้คาปาซิเตอร์ (Capacitor Bank)

ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) ขนาดใหญ่จำนวนหลายชุด ที่ใส่ขนานเข้ามาในระบบไฟฟ้า เพื่อทำหน้าที่ปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) ของระบบให้มีค่าสูงขึ้นเพื่อที่จะไม่ต้องเสียค่าปรับและลดกำลังงานสูญเสียในระบบ ส่วนประกอบภายใน Capacitor Bank ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF Controller) ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor) และอุปกรณ์ตัดต่อตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Magnetic Contractor) โดยจำนวนหรือขนาดของคาปาซิเตอร์ที่ต้องการต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับค่ากำลังงานรีแอคทีฟที่เกิดขึ้นในระบบในขณะนั้น โดย PF Controller จะทำการตรวจวัดค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) ของระบบ และจะสั่งการให้ Magnetic Contractor ต่อหรือปลดคาปาซิเตอร์จากระบบเพื่อให้ได้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) ตามต้องการ เมื่อระบบไฟฟ้ามีค่า Power Factor (PF) ต่ำ จะส่งผลให้ความสามารถในการจ่าย ไฟฟ้า (capacity) ของหม้อแปลงลดลงและถ้าความสามารถในการจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดของหม้อแปลงใกล้เต็มแล้ว ก็จะทำให้ไม่สามารถ จ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นได้ แม้ว่ากำลังไฟฟ้า (kW) ที่ใช้อยู่จะยังไม่เต็มก็ตาม นอกจากนี้ในกรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้สายไฟยาวมากก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในสายไฟมีค่าสูงขึ้นและความร้อนในสายเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดค่าสูญเสีย (losses) ตามขนาดของกระแสยกกำลังสองและที่สำคัญผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มให้กับการไฟฟ้าคือค่า reactive power (kVAR) ในส่วนที่ต่ำกว่ามาตรฐาน 0.85 อีกด้วย ดังนั้นเพื่อควบคุมค่า PF ในโรงงานไม่ให้ต่ำกว่า 0.85 จึงต้องมีการติดตั้ง Capacitor

Bank เพิ่มเข้าไปในระบบไฟฟ้า โดยทั่วไปแล้วการไฟฟ้าจะกำหนด ให้ผู้ใช้ไฟฟ้าติดตั้ง Capacitor Bank มีขนาดไม่น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 30% ของขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า และต้องสัมพันธ์กับลักษณะโหลดทางไฟฟ้าที่ใช้อยู่ คือ ถ้าเป็น Inductive Load เช่น induction motor ขนาดของ Capacitor Bank อาจจะต้องเพิ่มขึ้น ถ้าเป็น Resistive Load เช่น เครื่องทำความร้อน ขนาดของ Capacitor Bank อาจจะต้องลดลง

รูปที่ 2.10 Power Factor Controller

รูปที่ 2.11 Magnetic Contactor

รูปที่ 2.12 Capacitors

โดยส่วนมากอาคารหรือโรงงานที่มีการใช้โหลดที่เป็น inductive load มากๆ เช่น induction motor ในเครื่องจักร ปั๊มน้ำ ชิลเลอร์ หรือคอนเวย์เยอร์ จะมีผลทำให้ค่า power factor ต่ำกว่ามาตรฐาน คือ 0.85 ผลเสียที่เกิดขึ้นคือ ประสิทธิภาพในการจ่ายโหลดจะลดน้อยลงเกิดกระแสสูงในสาย และเกิดความร้อนในสายไฟและทำให้เกิดความสูญเสียพลังงานไปในรูปแบบของความร้อน เรายังต้องจ่ายค่าปรับpfให้กับการไฟฟ้าเพื่อใช้ในการปรับปรุงค่า reactive power จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแก้ไขคุณภาพไฟฟ้าโดยการติดตั้ง capacitor bank ที่ควบคุมการทำงานโดย capacitor controller ซึ่งจะควบคุมการสตาร์ท คาปาซิเตอร์ ตามความเหมาะสมเป็นสเต็ปและการเลือกคาปาซิเตอร์ จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 30% ของขนาดหม้อแปลงตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด

ข้อดีของ Capacitor Bank ต่อระบบไฟฟ้า

1. ช่วยลดค่าปรับจากการไฟฟ้าเนื่องจากค่า Power Factor ต่ำกว่า 0.85 กรณีที่ระบบไฟฟ้าของผู้ใช้มีค่า PF ต่ำ การไฟฟ้าจะต้องรับภาระในการจ่าย reactive power เป็นจำนวนมาก ต้องใช้เครื่องกำเนิด ไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ขึ้น รวมทั้งทรัพยากรที่มากขึ้นเพื่อที่จะสามารถผลิต กำลังไฟฟ้าทั้งใน ส่วน Active และ Reactive Power ตามความต้องการของผู้ใช้ แต่ที่จริงแล้ว reactive power ผู้ใช้สามารถสร้างเองได้โดยใช้ capacitor ดังนั้นการ

ไฟฟ้าจึงออกกฎเพื่อควบคุมค่า PF ของโรงงานต่างๆ โดยกำหนดว่าค่า PF ที่ต่ำกว่า 0.85 จะต้องเสียค่าปรับ Power Factor

2. ช่วยลดโหลดของหม้อแปลงเมื่อผู้ใช้ไฟฟ้าเพิ่มปริมาณโหลดขึ้นกับหม้อแปลงตัวเดิมจะส่งผลให้หม้อแปลงต้องจ่ายกระแสเกินพิกัด (Overload) ทางแก้ไขวิธีหนึ่งคือ ติดตั้งหม้อแปลงเพิ่มขึ้น แต่การติดตั้ง Capacitor Bank ก็สามารถช่วยลดโหลดของหม้อแปลงนั้นได้ คือ จากเดิมหม้อแปลงต้องรับภาระจ่ายค่า Reactive Power เองทั้งหมด ถ้ามีการติดตั้ง Capacitor Bank ก็จะช่วยรับภาระในส่วนนี้แทน ทำให้หม้อแปลงตัวนั้นมีกำลังเหลือเฟือเพื่อที่จะจ่ายให้กับโหลดส่วนอื่น ๆ เพิ่มเติมได้

3. ช่วยลดค่าไฟฟ้าที่สูญเสียไปในรูปของความร้อนในสายไฟและหม้อแปลงการติดตั้ง Capacitor Bank จะช่วยลดกำลังสูญเสียในสายไฟและหม้อแปลงไฟฟ้า จึงเป็นการประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังลดความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้ แต่ทว่าในประเทศไทยนิยม ติดตั้งตู้ Capacitor Bank ติดกับตู้MDB หรือก็คือใกล้กับหม้อแปลงมาก จึงทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่ในการช่วยลดประมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลในระบบไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน

2.3 การชุบดีบุก (Tin Plating)

การชุบดีบุกเป็นกระบวนการตกแต่งโลหะที่เป็นที่นิยมซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลือบดีบุกบางๆ ลงบนวัสดุพื้นผิว เช่น ทองแดงหรือเหล็ก การเคลือบดีบุกให้ประโยชน์หลายประการ เช่น ทนทานต่อการกัดกร่อน ความสามารถในการบัดกรี และการนำไฟฟ้าที่ดีขึ้น มีหลายวิธีในการชุบดีบุก แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสีย ในบทความนี้ เราจะพูดถึงวิธีการชุบดีบุกแบบต่างๆ และลักษณะเฉพาะของมัน

2.3.1 การชุบดีบุกแบบจุ่มร้อน

การชุบดีบุกแบบจุ่มร้อนเกี่ยวข้องกับการจุ่มวัสดุพื้นผิวลงในอ่างดีบุกที่หลอมละลาย วัสดุพื้นผิวได้รับการทำความสะอาดและเตรียมล่วงหน้าก่อนจุ่มลงในอ่างดีบุก โดยทั่วไปอุณหภูมิของอ่างจะรักษาไว้ที่ 230-260°C และเวลาในการแช่จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความหนาของสารเคลือบดีบุกที่ต้องการ

การชุบดีบุกแบบจุ่มร้อนให้การเคลือบผิวที่หนาและสม่ำเสมอ จึงเหมาะสำหรับการใช้งานหนักที่ต้องการความทนทานต่อการกัดกร่อนสูง สารเคลือบยังมีความเหนียวสูงและสามารถทนต่อการบิดงอและการเสียรูปโดยไม่แตกร้าว อย่างไรก็ตาม กระบวนการนี้ค่อนข้างช้า และอุณหภูมิที่สูงอาจทำให้วัสดุพิมพ์บิดเบี้ยวหรือบิดงอได้

2.3.2 การชุบด้วยไฟฟ้า

การชุบด้วยไฟฟ้าเป็นวิธีการทั่วไปในการชุบดีบุก มันเกี่ยวข้องกับการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านสารละลายชุบดีบุกซึ่งมีไอออนของดีบุกที่ละลายอยู่ กระแสน้ำทำให้ไอออนของดีบุกสะสมอยู่บนพื้นผิวของวัสดุตั้งต้น กระบวนการนี้สามารถดำเนินการได้โดยใช้สารละลายชุบดีบุกหลายชนิด เช่น กรด ด่าง หรืออิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกลาง

การชุบด้วยไฟฟ้าให้การควบคุมความหนาของการเคลือบดีบุกที่ดีเยี่ยม และสามารถทำได้ที่อุณหภูมิห้อง ทำให้เหมาะสำหรับวัสดุที่บอบบางหรือไวต่อความร้อน กระบวนการนี้ค่อนข้างรวดเร็วและสามารถอัตโนมัติสำหรับการผลิตที่มีปริมาณมาก อย่างไรก็ตาม กระบวนการนี้อาจมีราคาแพงกว่าวิธีอื่นๆ และการเคลือบดีบุกอาจมีความเหนียวน้อยกว่าวิธีอื่นๆ

2.3.3 การชุบแบบไม่ใช้ไฟฟ้า

การชุบดีบุกแบบไม่ใช้ไฟฟ้าเป็นกระบวนการทางเคมีที่ไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า วัสดุตั้งต้นจะถูกจุ่มลงในสารละลายที่มีดีบุกไอออนและตัวรีดิวซ์แทน สารรีดิวซ์จะลดไอออนของดีบุก ทำให้เกิดการสะสมบนพื้นผิวของวัสดุตั้งต้นการชุบดีบุกแบบไม่ใช้ไฟฟ้าให้การเคลือบที่สม่ำเสมอซึ่งสามารถนำไปใช้กับพื้นผิวที่ซับซ้อนหรือมีรูปทรงไม่สม่ำเสมอได้ กระบวนการนี้ยังสามารถทำงานอัตโนมัติสำหรับการผลิตในปริมาณมากและสามารถทำได้ที่อุณหภูมิห้อง อย่างไรก็ตาม กระบวนการอาจช้ากว่าวิธีอื่นๆ และการเคลือบอาจมีความหนาน้อยกว่าวิธีอื่นๆ

หนึ่งในความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการชุบดีบุกคือการเติบโตของเส้นหนวดดีบุก(วิสเคอร์ดีบุก) มีลักษณะเป็นหนวดดีบุกเป็นติ่งเล็กๆ คล้ายขนที่งอกออกมาจากผิวเคลือบดีบุก หนวดเหล่านี้อาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรในชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้เป็นปัญหาอย่างมากสำหรับการใช้งานที่ต้องการความน่าเชื่อถือสูงเพื่อลดการเจริญเติบโตของ

มัสสุของดีบุก สามารถใช้วิธีการได้หลายวิธี เช่น การเพิ่มองค์ประกอบการผสมลงในสารละลายการชุบดีบุก หรือการอบอ่อนหลังการชุบ วิธีการเฉพาะที่ใช้จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดการใช้งานและวัสดุพื้นผิว

โดยสรุปแล้ว การชุบดีบุกมีประโยชน์หลายประการสำหรับการใช้งานต่างๆ เช่น ความต้านทานการกัดกร่อนที่ดีขึ้น ความสามารถในการบัดกรี และการนำไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม การเลือกวิธีการชุบดีบุกจะขึ้นอยู่กับความต้องการเฉพาะของการใช้งาน เช่น วัสดุพื้นผิว ความหนาของผิวเคลือบที่ต้องการ และต้นทุน การชุบดีบุกแบบจุ่มร้อนเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานหนักที่ต้องการความทนทานต่อการกัดกร่อนสูง ในขณะที่การชุบด้วยไฟฟ้าช่วยให้สามารถควบคุมความหนาของชั้นเคลือบได้ดีเยี่ยม การชุบผิวแบบไม่ใช้ไฟฟ้าเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับพื้นผิวที่ซับซ้อนหรือพื้นผิวที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ และสามารถใช้วิธีการลดการเกิดมัสสุเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของวิสเคอร์ดีบุก

2.3.5 การเตรียมวัสดุก่อนชุบ(Pre-Treatment of Tin Plating)

2.3.5.1 ทำความสะอาด

ก่อนทำการชุบผิวดีบุก จำเป็นต้องทำความสะอาดพื้นผิวโลหะอย่างทั่วถึงเพื่อขจัดสิ่งสกปรกใดๆ เช่น สิ่งสกปรก จาระบี และออกไซด์ที่อาจส่งผลต่อการยึดเกาะของผิวเคลือบดีบุก กระบวนการทำความสะอาดโดยทั่วไปเกี่ยวข้องกับการล้างคราบไขมัน ซึ่งใช้ตัวทำละลายหรือสารละลายอัลคาไลน์เพื่อขจัดน้ำมันหรือจาระบีออกจากพื้นผิว ตามด้วยการล้างให้สะอาด

2.3.5.2 การเปิดใช้งานพื้นผิว

หลังจากทำความสะอาด พื้นผิวโลหะจะถูกเปิดใช้งานเพื่อปรับปรุงการยึดเกาะของการชุบดีบุก กระบวนการกระตุ้นมักจะเกี่ยวข้องกับการแช่โลหะในสารละลายที่เป็นกรด เช่น กรดไฮโดรคลอริก หรือกรดซัลฟิวริก เพื่อกำจัดออกไซด์ที่เหลืออยู่และสร้างพื้นผิวที่มีปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้า พื้นผิวที่ใช้งานนี้ส่งเสริมการทับถมของสารเคลือบดีบุกบนพื้นผิวโลหะ

2.3.5.3 อ่างชุบ

อ่างชุบเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระบวนการชุบดีบุก ประกอบด้วยสารละลายของเกลือดีบุก เช่น สแตนนัสซัลเฟตหรือสแตนนัสคลอไรด์ รวมทั้งสารเติมแต่งอื่นๆ ที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพของการชุบดีบุก อ่างชุบต้องได้รับการกำหนดสูตรอย่างรอบคอบเพื่อให้แน่ใจว่าการเคลือบดีบุกยึดติดกับพื้นผิวโลหะอย่างเหมาะสมและมีความหนาและความสม่ำเสมอที่ต้องการ

2.3.6 วิธีการดูแลหลังการชุบ

2.3.6.1 การทำให้แห้ง

หลังจากการชุบดีบุกเสร็จสิ้น พื้นผิวโลหะจะต้องแห้งสนิทเพื่อป้องกันการกัดกร่อนและให้แน่ใจว่ามีการยึดเกาะของผิวเคลือบดีบุก กระบวนการทำให้แห้งโดยทั่วไปจะใช้เตาอบลมร้อนหรือเตาอบสุญญากาศ ขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของชิ้นส่วนโลหะ

2.3.6.2 Passivation

การทำ Passivation เป็นกระบวนการหลังการบำบัดที่ช่วยปกป้องผิวเคลือบดีบุกจากการกัดกร่อนและเพิ่มความทนทาน กระบวนการทู่โดยทั่วไปเกี่ยวข้องกับการแช่โลหะชุบดีบุกในสารละลายของกรดโครมิกหรือโซเดียมไดโครเมต กระบวนการนี้จะสร้างชั้นโครเมียมออกไซด์บางๆ บนผิวเคลือบดีบุก ซึ่งทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันการกัดกร่อน

2.3.6.3 การตรวจสอบ

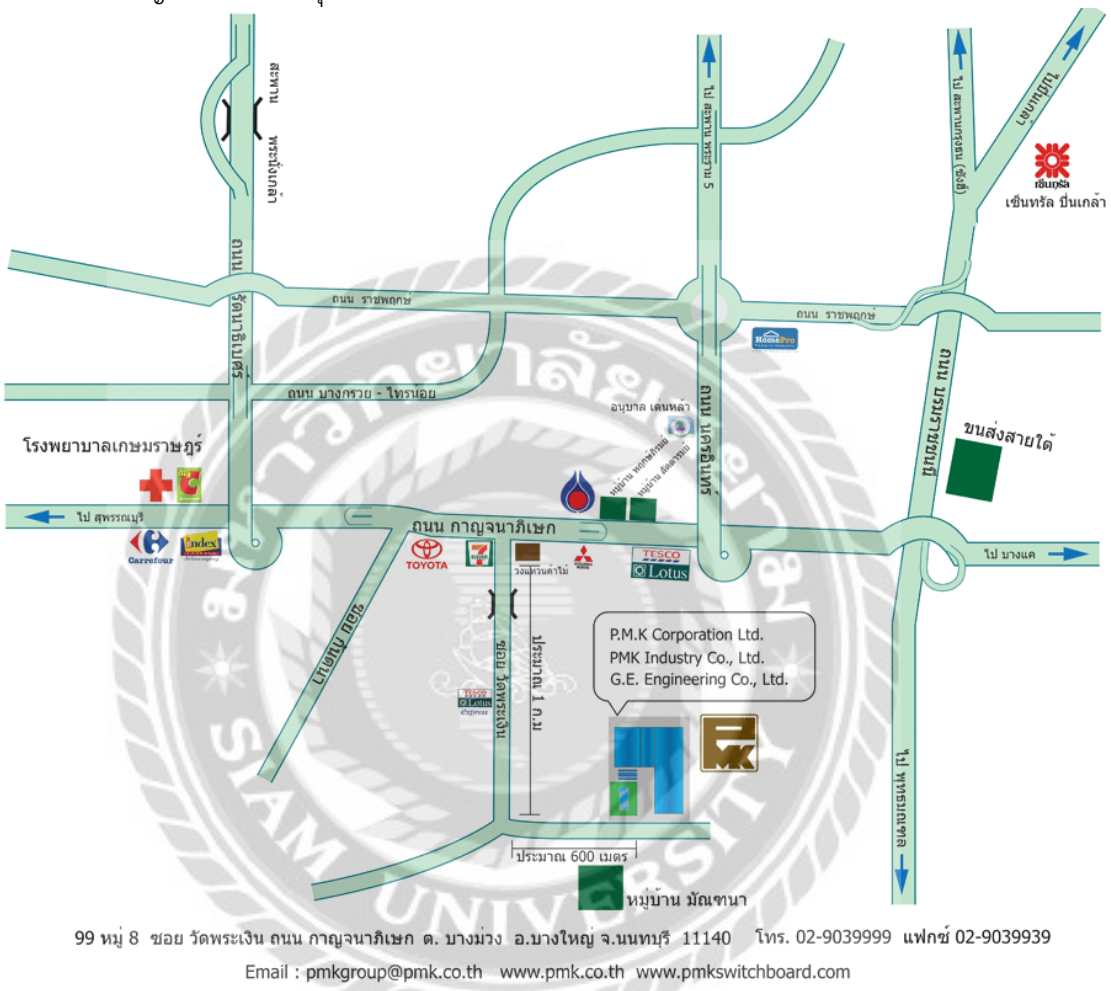
เมื่อกระบวนการชุบดีบุกเสร็จสิ้น ขั้นตอนสุดท้ายคือการตรวจสอบคุณภาพของการเคลือบดีบุก กระบวนการตรวจสอบมักจะเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบด้วยสายตา การวัดความหนา และการทดสอบการยึดเกาะ สิ่งนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าการเคลือบดีบุกจะยึดติดกับพื้นผิวโลหะอย่างเหมาะสมและมีความหนาและความสม่ำเสมอที่ต้องการ

โดยสรุปแล้ว ขั้นตอนก่อนการบำบัดและหลังการบำบัดมีความสำคัญต่อการชุบดีบุกคุณภาพสูง การทำความสะอาดที่เหมาะสม การเปิดใช้งานพื้นผิว และสูตรการชุบผิวช่วยให้มั่นใจได้ว่าการเคลือบดีบุกจะยึดติดกับพื้นผิวโลหะอย่างเหมาะสม ขั้นตอนหลังการบำบัด เช่น การทำให้แห้ง การเคลือบฟิล์ม และการตรวจสอบ ช่วยปกป้องผิวเคลือบดีบุกจากการกัดกร่อนและรับประกันความทนทาน

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด 99 หมู่ 8 ซอยวัดพระเงิน ถนนกาญจนาภิเษก ตำบลบางม่วง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี 11140



รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร

กลุ่มภัทรเมธากิจ เป็นกลุ่มธุรกิจผู้ผู้ผลิตและจำหน่าย ประกอบด้วย กลุ่มธุรกิจจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า และผลิตตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ประปา แอร์ ในนาม **บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด** และ **บริษัท ภัทรอุตสาหกรรม จำกัด**

จากประสบการณ์ทางด้านวิศวกรรมกว่า 20 ปี ทำให้บริษัทได้รับความไว้วางใจจากลูกค้าทั้งภาครัฐและเอกชน ให้เป็นผู้ผลิตตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ประปา แอร์ สำหรับสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน สนามบิน อาคารที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน โรงงาน และสาธารณูปโภค ด้วยกระบวนการทำงานในการผลิตและจัดจำหน่ายที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ทำให้บริษัทได้รับการยอมรับจากสถาบันนานาชาติภายใต้มาตรฐาน ISO 9001:2000 และ IEC, BS EN ซึ่งเป็นเครื่องพิสูจน์มาตรฐานและความเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์ของบริษัทยังได้รับการรับรองจากสถาบันมาตรฐานอุตสาหกรรมไทย หรือ มอก. และได้รับ Fully Type-Tested Certificate จาก LOVAG และ ASIA เพื่อให้การบริการ และการตอบสนองความต้องการที่ครบวงจร บริษัทจึงเป็นผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้าระดับคุณภาพจากยุโรป

ในเครื่องหมายทางการค้าดังต่อไปนี้

- ABB
- Crompton Instrument
- Kraus&Naimer
- PhelpsDodge
- BBI
- Italtrecce

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน

1. คุณวิรัช ภัทรเมธากุล กรรมการผู้จัดการ
2. คุณปณิธิ แซ่ลิ้ม Senior Team Manager
3. คุณชานนท์ กลัมพสุต Supervisor

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

3.4.1 ตำแหน่งที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นาย ศุภชัย เตชะธนไพบูลย์ ทีมประกอบ/ไฟฟ้า/กำลัง 3

3.4.2 ลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย คือ ประกอบตู้ MDB ตามแบบ single line ตามแผนงานและตรวจสอบการทำงานของตู้ก่อนส่งมอบแก่ลูกค้าและงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

3.5.1 ชื่อพนักงานที่ปรึกษา คุณปณิธิ แซ่ลิ้ม

3.5.2 ตำแหน่งพนักงาน Maintenance Engineer Assembly 2 Line

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

3.6.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน ระหว่างวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564

3.6.2 วันเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา เวลา 08.00 – 17.00 น. หยุดตามปฏิทินบริษัทกำหนดโดยอิงตามลูกค้า

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

3.7.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินการ	พฤษภาคม 2564			มิถุนายน 2564				กรกฎาคม 2564				สิงหาคม 2564		
1	ศึกษาการทำงาน														
2	รวบรวมปัญหาการหยุดกระบวนการผลิต														

3	ยื่นเสนอโครงงาน														
4	อนุมัติโครงงาน														
5	ดำเนินการ														
6	ติดตามผลการดำเนินงาน														
7	สรุปผล														
8	ขยายผลทำแผน PM														
9	จัดทำรูปเล่มโครงงาน														

3.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้

3.8.1 คอมพิวเตอร์

3.8.2 โปรแกรม Excel

3.8.3 Manual Operation Robot

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

จากการปฏิบัติงานพบว่า บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด มีโครงสร้างองค์กร 3 ฝ่ายได้แก่ ฝ่ายขาย ฝ่ายออกแบบ และฝ่ายผลิต กระบวนการผลิตตู้ MDB แบ่งออกเป็น 3 ทีม ได้แก่ ทีมประกอบ ทีมบัสบาร์ และทีมไฟฟ้า ทางผู้จัดทำได้รวบรวมกระบวนการผลิตของเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2564 เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุป โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

4.1 การออกแบบและการจัดหา

ทีมงานนี้มีหน้าที่รับผิดชอบในการออกแบบแผงจ่ายไฟหลักตามข้อกำหนดของลูกค้า และตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้จัดหาวัสดุที่จำเป็นทั้งหมดแล้ว ทีมงานทำงานร่วมกับลูกค้าเพื่อทำความเข้าใจความต้องการของพวกเขา และสร้างการออกแบบที่มีรายละเอียดซึ่งรวมถึงส่วนประกอบที่จำเป็น ไดอะแกรมการเดินสายไฟ และข้อมูลจำเพาะสำหรับบอร์ด เมื่อการออกแบบเสร็จสิ้น ทีมงานได้จัดหาวัสดุที่จำเป็นทั้งหมด รวมถึงเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีเลย์ หม้อแปลง และสายเคเบิล รวมถึงส่วนประกอบอื่นๆ

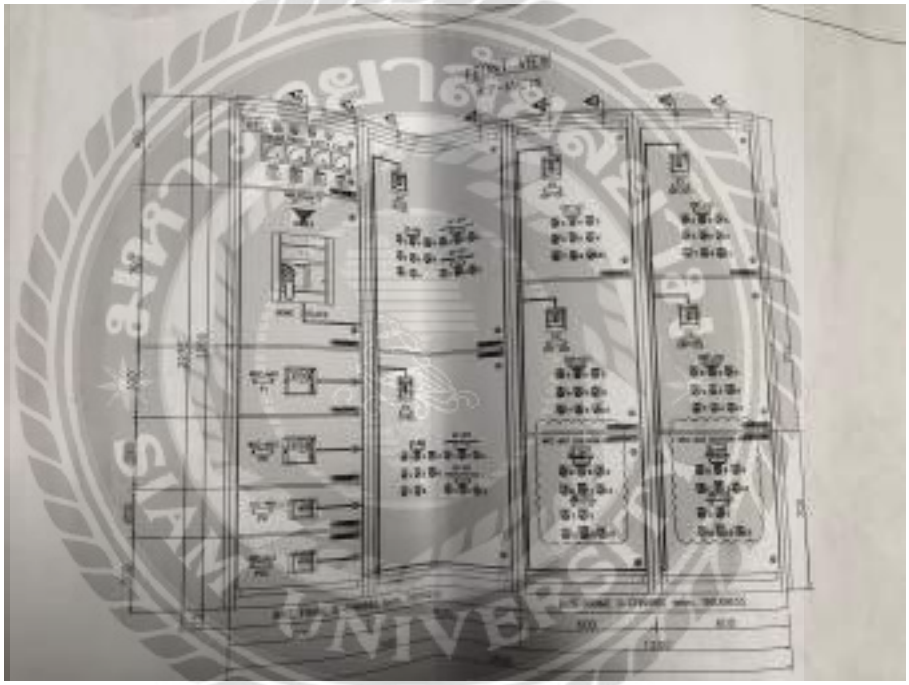
บริษัทจะส่งทีมออกแบบที่ประกอบด้วยวิศวกรและช่างไปตกลงรายละเอียดและข้อกำหนดของตู้ MDB ที่ลูกค้าต้องการโดยระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับรายละเอียดของตู้ หากไม่แตกต่างจากปกติก็จะใช้ระยะเวลาประมาณ 1-2 อาทิตย์หลังจากนั้นลูกค้าจะเซ็นต์สัญญาเพื่อยืนยันในการผลิตและบริษัทจะส่งมอบแบบให้กับทีมประกอบต่อไป

ในช่วงเวลาที่ฝึกงาน บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด ไม่อนุญาตให้นักศึกษาฝึกงานทำงานในส่วนนี้เนื่องจากมีข้อมูลทางเทคนิคของบริษัท

4.2 การประกอบและการเดินสายไฟ

ทีมประกอบและเดินสายมีหน้าที่ประกอบแผงจ่ายไฟหลักและเดินสายส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน ทีมนี้ใช้เครื่องมือและเทคนิคพิเศษเพื่อให้แน่ใจว่าบอร์ดประกอบอย่างถูกต้อง และส่วนประกอบทั้งหมดเดินสายตามข้อกำหนดการออกแบบ ทีมงานยังได้ทำการทดสอบเบื้องต้นเพื่อให้แน่ใจว่าบอร์ดทำงานได้อย่างถูกต้อง การเดินสายจะต้องใช้ single line diagram ที่แสดงรายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบไฟฟ้าตู้ MDB และเป็น

เครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการทำความเข้าใจกระบวนการเดินสายของแผงจ่ายไฟหลักเวลาถอดแบบก่อนเดินสาย สิ่งสำคัญคือต้องเข้าใจสัญลักษณ์และแบบแผนที่ใช้ในไดอะแกรม โดยทั่วไปแล้ว แผนภาพเส้นเดียวจะแสดงส่วนประกอบหลักของระบบไฟฟ้า เช่น เบรกเกอร์วงจรหลัก บัสบาร์ หม้อแปลง และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ส่วนประกอบแต่ละชิ้นจะแสดงด้วยสัญลักษณ์ที่บ่งชี้การทำงานของส่วนประกอบ และการเชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบจะแสดงด้วยเส้นที่ระบุเส้นทางของกระแสไฟฟ้า หากต้องการอ่านไดอะแกรม คุณต้องเข้าใจคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแต่ละส่วนประกอบและวิธีการเชื่อมต่อระหว่างกัน เมื่อทำตามเส้นและสัญลักษณ์ในไดอะแกรม คุณจะเข้าใจได้ชัดเจนว่าระบบไฟฟ้ามีการกำหนดค่าอย่างไร และส่วนประกอบต่างๆ เชื่อมต่อกันอย่างไร ด้วยความเข้าใจนี้ คุณสามารถมั่นใจได้ว่ากระบวนการเดินสายสำหรับบอร์ดจ่ายไฟหลักดำเนินไปอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างด้าน Front View ของ ตู้ MDB แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Front View ของ ตู้ MDB

4.2.1 การชุบดีบุก

ระหว่างฝึกงานที่บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด ผมมีโอกาสเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการต่างๆ ที่ใช้สำหรับการชุบดีบุก การชุบดีบุกเป็นกระบวนการที่สำคัญในการผลิตชิ้นส่วนไฟฟ้าคือบาร์ทองแดงต่างที่ใช้ในตู้ MDB เนื่องจากเป็นชั้นป้องกันการกัดกร่อนและปรับปรุงการนำไฟฟ้าโดยรวมของวัสดุ ทางโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มจึงกำหนดให้บาร์ทองแดงต้องชุบดีบุก โดยทั่วไปจะมีการชุบดีบุกได้หลายวิธี แต่วิธีการทางบริษัทภัทรเมธากิจ จำกัดใช้คือชุบด้วยไฟฟ้า ในวิธีนี้ วัสดุที่จะชุบใช้เป็นแคโทดและใช้ดีบุกแอโนดในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อกระแสไหลผ่านสม่ำเสมอ ในวิธีนี้วัสดุที่จะชุบใช้เป็นแคโทดและใช้ดีบุกแอโนดในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์มักประกอบด้วยเกลือของดีบุกและสารเติมแต่งอื่นๆ ที่ช่วยในการสะสมของดีบุกลงบนวัสดุ ขั้นตอนการชุบดีบุกแสดงดังรูปที่ 4.2 สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ไอออนของดีบุกจะสะสมอยู่บนวัสดุที่จะชุบ วิธีนี้ให้การเคลือบดีบุกเป็นชั้น

รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการชุบดีบุก

ก่อนที่กระบวนการชุบโลหะจะเริ่มต้นขึ้น สิ่งสำคัญคือต้องเตรียมวัสดุที่จะชุบก่อนอย่างถูกต้องเพื่อให้แน่ใจว่าชั้นที่ชุบจะยึดเกาะได้ดีและสม่ำเสมอ จึงต้องมี Pre-treatment ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำความสะอาดพื้นผิวของวัสดุเพื่อขจัดน้ำมัน สิ่งสกปรก หรือสารปนเปื้อนอื่นๆ ที่อาจรบกวนการยึดเกาะของชั้นชุบ สามารถทำได้โดยใช้การ

อาบน้ำด้วยสบู่หรือชุบบาร์ทองแดงลงในบ่อน้ำอุ่นและน้ำสบู่ตามลำดับหลังจากนั้นจึงนำบาร์ทองแดงไปชุบดีบุกโดยแช่ลงในบ่อดีบุก โดยขั้นตอนแรกสุดก่อน Pre-treatment คือการขัดผิวบาร์ทองแดง แสดงดังรูปที่ 4.3 โดยใช้สก๊อตไบร์ท

รูปที่ 4.3 ขัดผิวบาร์ทองแดงก่อน Pre-treatment

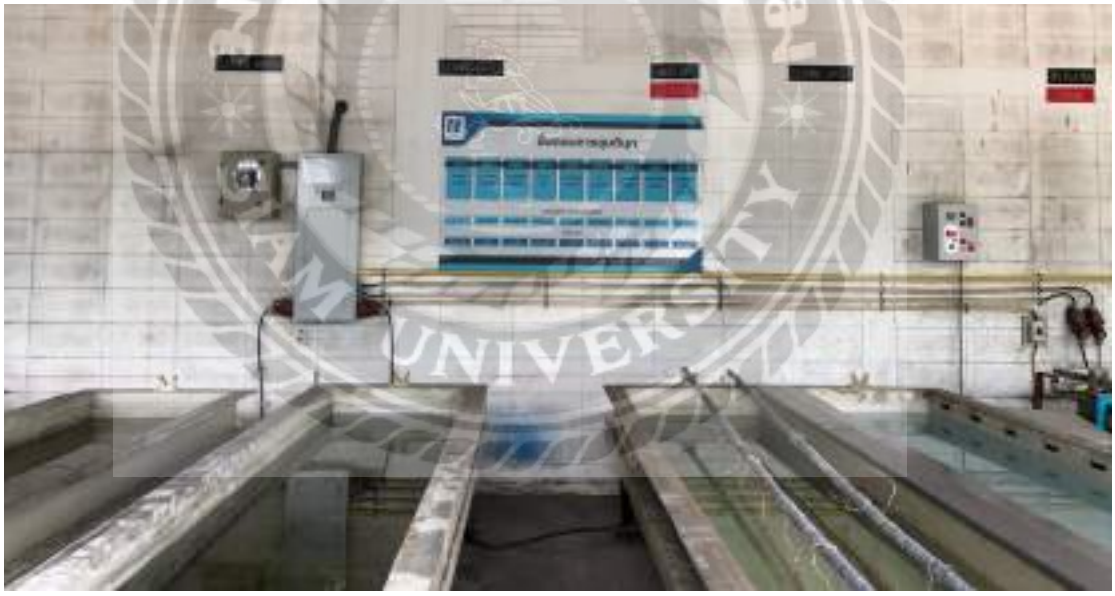
หลังจากกระบวนการชุบผิวด้วยไฟฟ้าเสร็จสิ้นแล้ว สิ่งสำคัญคือต้องดูแลวัสดุที่ผ่านการชุบอย่างเหมาะสมเพื่อให้แน่ใจว่าชั้นที่ชุบขึ้นรูปอย่างสมบูรณ์ สม่ำเสมอ และทนทาน ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการล้างวัสดุเพื่อขจัดอิเล็กโทรไลต์ที่ตกค้างหรือสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ ออก จากนั้นนำไปแช่ในอ่างน้ำร้อนเพื่อเพิ่มการยึดเกาะของชั้นที่ชุบ ในบางกรณี กระบวนการหลังการบำบัดอาจเกี่ยวข้องกับการอบชุบด้วยความร้อนหรือกระบวนการอื่นๆ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของชั้นชุบ เช่น ความแข็ง ความทนทานต่อการกัดกร่อน หรือลักษณะอื่นๆ

Pre-treatment และ post-treatment จะช่วยปรับปรุงคุณภาพและความทนทานของชั้นชุบได้อย่างมาก ทำให้มั่นใจได้ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพที่จำเป็นสำหรับการใช้งานของโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับชิ้นส่วนไฟฟ้า

4.3 การทดสอบและการส่งงาน

ทีมทดสอบและส่งงานมีหน้าที่รับผิดชอบในการทดสอบแผงจ่ายไฟหลักเพื่อให้แน่ใจว่าตรงตามมาตรฐานคุณภาพและความปลอดภัยที่จำเป็น ทีมงานนี้ดำเนินการทดสอบบนกระดานหลายชุด รวมถึงการทดสอบความต้านทานของฉนวน การทดสอบไฟฟ้าแรงสูง และการทดสอบการทำงานและอื่นๆ เมื่อบอร์ดผ่านการทดสอบที่จำเป็นทั้งหมดแล้ว ทีมงานจึงว่าจ้างบอร์ดและเตรียมจัดส่งให้กับลูกค้า

ในส่วนของวัสดุที่ใช้ประกอบแผงจ่ายไฟหลัก บริษัทใช้ส่วนประกอบคุณภาพสูงหลากหลายชนิดที่มาจากผู้ผลิตที่มีชื่อเสียง ส่วนประกอบเหล่านี้รวมถึงเบรกเกอร์วงจร รีเลย์ หม้อแปลง บัสบาร์ และสายเคเบิล และอื่นๆ บริษัทรับรองว่าส่วนประกอบทั้งหมดที่ใช้ในบอร์ดมีคุณภาพสูงสุดและตรงตามมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนด นอกจากนี้ บริษัทยังใช้อุปกรณ์และวัสดุคุณภาพสูงที่ทางบริษัทเป็นตัวแทนจำหน่ายเช่น อุปกรณ์อิเล็กโทรนิคต่างๆ ของ ABB, อุปกรณ์วัดและตรวจสอบของ Crompton Instruments หรือจะเป็นสายไฟของ Phelps Dodge ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ตัวเครื่องได้รับการออกแบบมาเพื่อให้การป้องกันจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเพื่อให้มั่นใจว่าบอร์ดยังคงปลอดภัยระหว่างการทำงาน



รูปที่ 4.4 บ่อชุบและขั้นตอนการชุบดีบุกตั้งแต่ Pre-treatment, Tin plating

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานที่บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ.2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 นั้น ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย โดยได้รับตำแหน่งพนักงานฝึกงานแผนกประกอบตู้ MDB ตามผังแสดงข้อมูลการทำงาน ทำให้ได้ประสบการณ์และทักษะทางปฏิบัติจากการปฏิบัติสหกิจครั้งนี้ได้บูรณาการความรู้ที่ได้จากห้องเรียนไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงซึ่งเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานในอนาคต

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม

5.2.1 ได้เรียนรู้ระบบการบริหารองค์กร
5.2.2 ได้เรียนรู้การประสานงานกับเพื่อนร่วมงาน
5.2.3 ได้เรียนรู้การประสานงานกับแผนกอื่นๆ
5.2.4 ได้เรียนรู้หน้าที่ของแต่ละแผนก
5.2.5 ได้เรียนรู้การทำงานเป็นทีม
5.2.6 ได้เรียนรู้หน้าที่ความรับผิดชอบของตน

5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน

5.3.1 ได้ประสบการณ์ใหม่ ที่แตกต่างจากห้องเรียน
5.3.2 ได้สัมผัสการทำงานจริง และวิเคราะห์แก้ปัญหา
5.3.3 ได้รู้จักขั้นตอนการทำงานการประกอบตู้ MDB
5.3.4 ได้รู้จักวิธีการตรวจเช็คตู้ MDB

5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.4.1 การผิดพลาดในการทำงานเนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์
5.4.2 การอ่านแบบผิดพลาด จนทำให้งานเกิดปัญหาล่าช้าเลยกำหนดส่ง

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.5.1 พยายามฝึกฝนและเรียนรู้งานด้วยความใส่ใจ
5.5.2 ถามพนักงานที่มีประสบการณ์มากกว่าเพื่อขอคำแนะนำ

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.6.1 ฟังคำแนะนำจากพนักงานพี่เลี้ยงหรือพนักงานในบริษัทอย่างตั้งใจและนำมาปฏิบัติ

5.6.2 ค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมในสิ่งที่ไม่รู้

5.6.3 ศึกษาการอ่านแบบอย่างละเอียดเพื่อไม่ให้เกดข้อผิดพลาดในการทำงาน

บรรณานุกรม

บริษัท เฉิงกัง อิเลคทริคัล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด. (2563). *หน้าที่ของ ตู้คาปาซิเตอร์ (Capacitor Bank) หรือ ตู้แคปแบงค์ (Cap Bank) มีอะไรบ้าง.* https://chenggang.co.th/th/articles/

บริษัท บี เจ เอส เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด. (2562). *สวิตช์บอร์ท.* https://www.bjsengineering.co.th/product-category/ %e0%b8%95%e0 %b8%b9%e0%b9%89-switch-board/

บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด. (2562). *ตู้ควบคุมทางไฟฟ้า.* https://www.thaitechno.net/t1/productdetails.php?id=140083&uid=46941

บริษัท เอบีออลเทคโน จำกัด. (2563). *ค่าความเป็นฉนวนของสายไฟฟ้า (Insulation Test).* https://www.aballtechno.com/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การนิเทศงานสหกิจศึกษา

สถานที่ประกอบการ

บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด

ตั้งอยู่ที่ 99 หมู่ 8 ซอยวัดพระเงิน ถนนกาญจนาภิเษก
ตำบลบางม่วง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี 11140

อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา: ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

ผศ. ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์

ผศ. พกิจ สุวัตถิ์

นักศึกษาสหกิจศึกษา: นายศุภชัย เตชะธนไพบูลย์ 6304200016 สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า

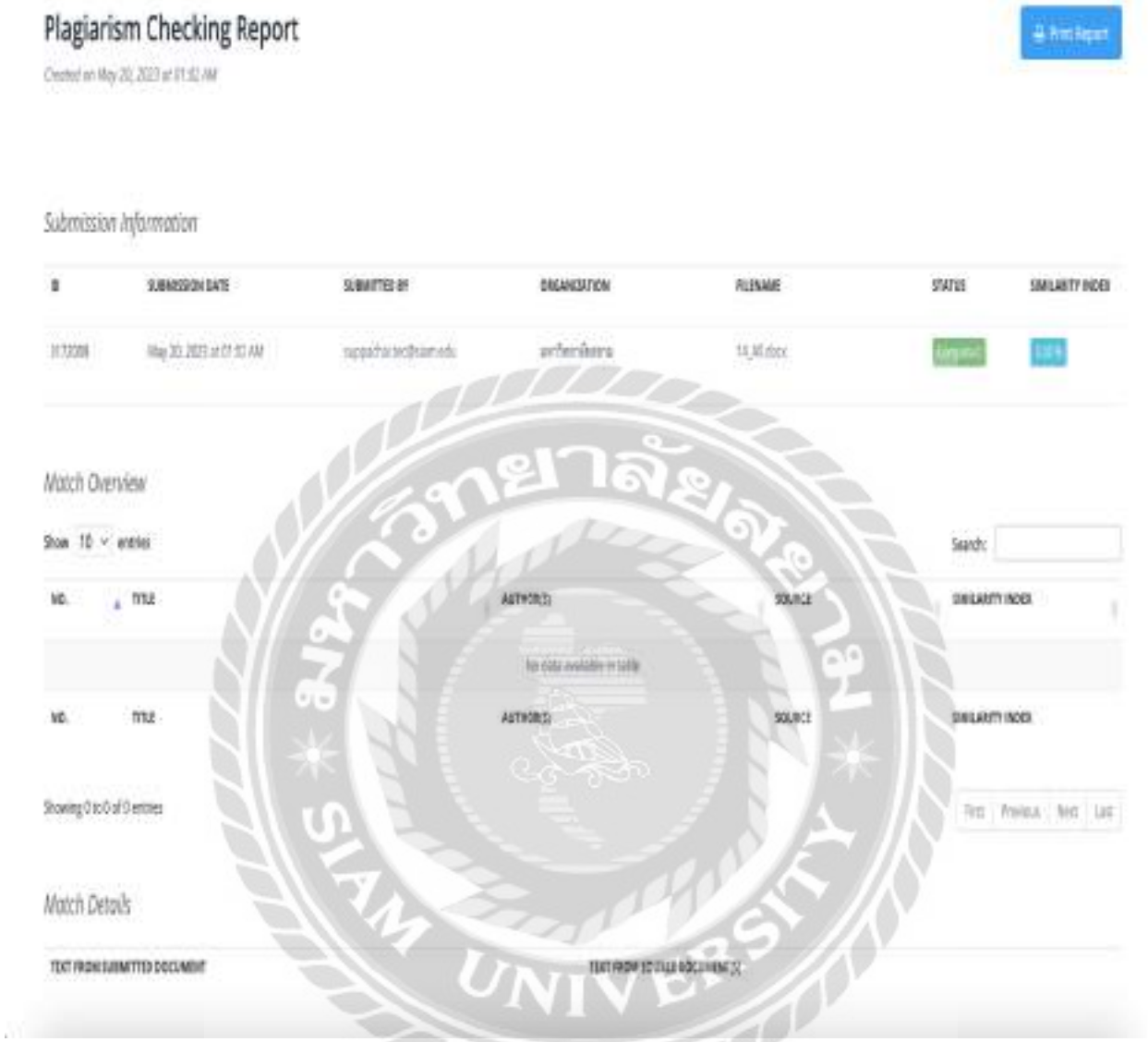
นิเทศงานสหกิจศึกษา ผ่าน Program Zoom เนื่องจากสถานการณ์ Covid 19

ภาคผนวก ข

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์



Plagiarism Checking Report

Print Report

Created on May 20, 2023 at 01:32 AM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3172208	May 20, 2023 at 01:32 AM			1.1_All.docx	Completed	0.00 %

Match Overview

Show 10 entries Search:

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
		No data available in table		

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX

Showing 0 to 0 of 0 entries First Previous Next Last

Match Details

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT	TEXT FROM 10 TITLE DOCUMENT (1)

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล นายศุภชัย เตชะธนไพบูลย์

รหัส 6304200016

วัน/เดือน/ปี เกิด 04 พฤศจิกายน 2537

ที่อยู่ปัจจุบัน 626/133 หมู่บ้านลดาวัลย์ ถนน กาญจนาภิเษก แขวง.บางไผ่ เขต.บางแค จังหวัด.กรุงเทพมหานคร 10160

โทรศัพท์ 081-777-2408

ประวัติการศึกษา กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม