รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับสถานีรถไฟฟ้า
A Study of the Low Voltage Electrical System for Electric Train Stations

โดย

นาย วีรภัทร วงศ์แสน 6423200012

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 152-497 สหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า 1

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2566

หัวข้อโครงงาน	การศึกษาระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับสถานีรถไฟฟ้า A Study of the Low Voltage Electrical System for Electric Train Stations
รายชื่อผู้จัดทำ	นาย วีรภัทร วงศ์แสน 6423200012
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์

อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... อาจารย์ที่นิเทศ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์)

..... ผู้นิเทศ
(นางสาวมัทวัน ประมูลวงค์)

..... กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 16 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์

ตามที่ผู้จัดทำ นายวีรภัทร วงศ์แสน ผู้จัดทำนักศึกษาหลักสูตร (วิศวกรรมไฟฟ้า) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา และการศึกษาและการบูรณาการกับการทำงาน ระหว่างวันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2566 ในตำแหน่ง ช่างเทคนิคไฟฟ้าแรงต่ำ แผนกงานวิศวกรรม ฝ่ายบริหารงานโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงินส่วนต่อขยาย) ณ บริษัทไบนารี่เพาเวอร์เอ็นจิเนียร์ริ่ง จำกัด และได้รับมอบหมายจากผู้นิเทศ (หน่วยงานที่ปรึกษา) ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง การศึกษาระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับสถานีรถไฟฟ้า (A Study of the Low Voltage Electrical System for Electric Train Stations)

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานได้สิ้นสุดลงแล้ว นายวีรภัทร วงศ์แสน ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ลงชื่อ.....

(นาย วีรภัทร วงศ์แสน)

ผู้จัดทำ

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษา ในตำแหน่ง ช่างเทคนิค ณ บริษัท ไบนารี่ เพาเวอร์เอ็นจิเนียร์ริ่ง จำกัด ตั้งแต่วันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 8 ธันวามคม พ.ศ. 2566 ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยดีส่งผลให้ผู้จัดทำได้ความรู้ ประสบการณ์การทำงานต่างๆ และความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและสามารถนำความรู้ประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคตด้วย ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก บริษัทไบนารี่ เพาเวอร์เอ็นจอเนียร์ริ่ง จำกัด ที่ให้โอกาสเข้าปฏิบัติสหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรม สอนงาน ช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอดเวลาในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ จากกการสนับสนุนหลายฝ่ายดังนี้

1) นางสาว มัทวัน ประมูลวงศ์ (วิศวกร)

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์ (อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา)

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นาย วีรภัทร วงศ์แสน

หัวข้อโครงงาน: การศึกษาระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับสถานีรถไฟฟ้า

หน่วยกิต: 5 หน่วยกิต

โดย: นายวีรภัทร วงศ์แสน 6423200012

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์

หลักสูตร: วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา: วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะ: วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา: 1/2566

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำในสถานีรถไฟฟ้าของโครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน ส่วนต่อขยาย) โดยมีระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำการบำรุงรักษาดังนี้ ตู้สวิตช์ประธาน สวิตช์เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติ ระบบแสงสว่างและหลอดไฟ ตู้โหลดเซ็นเตอร์ แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรอง สายกราวด์ เต้ารับ ป้ายสัญลักษณ์เตือน ป้ายไฟบ่งบอกตำแหน่งและป้ายสัญลักษณ์หนีไฟ การบำรุงรักษาระบบและอุปกรณ์เหล่านี้แบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ การบำรุงรักษาแบบแก้ไข โดยเป็นการบำรุงรักษานอกแผนงานที่วางไว้ เนื่องจากอุปกรณ์มีการเสื่อมสภาพ เกิดการขัดข้อง เหตุการณ์ฉุกเฉิน หรืออุปกรณ์ชำรุดเสียหายอย่างกะทันหัน ซึ่งต้องมีการดำเนินการซ่อมแซมอุปกรณ์กลับมาสู่สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็วโดยเป็นทางสถานีแจ้งงานผ่านระบบรับแจ้งงาน ในแต่ละวันออกมา และ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เป็นการบำรุงรักษาตามกำหนดตามแผนงาน ตามระบบที่วางไว้ สามารถกำหนดระยะวัน เวลา สถานที่ โดยจะมีการแบ่งไปตามรอบเดือนต่างๆ คือ รอบ 3 เดือน , รอบ 6 เดือน และรอบ 1 ปี รายละเอียดของขั้นตอนการบำรุงรักษาทั้ง 2 แบบนี้ได้ถูกนำเสนอไว้อย่างชัดเจนในรายงานนี้

คำสำคัญ : การบำรุงรักษา / ระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ / ระบบไฟฟ้าของสถานีรถไฟฟ้า

Project Title: A Study of the Low Voltage Electrical System for Electric Train Stations

Credits: 5 Units

By: Mr. Weerapat Wongsean 6423200012

Advisor: Asst. Prof. Dr. Yongyuth Naras

Degree: Bachelor of Engineering

Major: Electrical Engineering

Faculty: Engineering

Semester/Year: 1/2023

Abstract

This cooperative education project presents the maintenance of low-voltage electrical systems in metro rail stations of the MRT blue line extension project. The maintenance includes various systems and equipment: main distribution board, automatic transfer switch, lighting systems and bulbs, load center, uninterruptible power supply, grounding systems, outlet, warning signs, position indication signs, and fire escape signs. Maintenance of these systems and equipment is divided into corrective maintenance and preventive maintenance. Corrective maintenance involves addressing unforeseen issues such as deterioration, malfunctions, emergencies, or sudden equipment failures that require prompt repair to restore normalcy. Station personnel notify the maintenance team through a notification system on a daily basis. Preventive maintenance, on the other hand, is scheduled and systematic maintenance according to a predetermined plan and system with specific intervals every three months, six months, and annually. The details of the maintenance procedures for both types are clearly outlined in this report.

Keywords: maintenance, low voltage electrical system, electric train station

N. Yongyuth

(Co-op Advisor)

Approved by

สารบัญ

		หน้า
จดหมายนำส่ง		ก
กิตติกรรมประกาศ		ข
บทคัดย่อ		ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)		ง
สารบัญ		จ
สารบัญตาราง		ช
สารบัญรูปภาพ		ญ
บทที่ 1 บทนำ		
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3	ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง		
หลักการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า		3
2.1 ระบบไฟฟ้าที่ดี		3
2.2 ความหมายของการบำรุงรักษา		5
2.3 วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา		5
2.4 ประโยชน์ที่ได้จากการบำรุงรักษา		6
2.5 เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษา		7
2.6 เทคนิคการบำรุงรักาแบบต่างๆ		8
2.7 ลักษณะการเสื่อมสภาพของบริภัณฑ์ไฟฟ้า		10
2.8 สาเหตุของการชำรุด		11
2.9 การหาอยุการใช้งานของบริภัณฑ์ไฟฟ้า		13
2.10 แผนการบำรุงรักษา		14
2.11 การเตรียมการก่อนการบำรุงรักษา (การเตรียมข้อมูล)		14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.12 ขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบและการบำรุงรักษา 16

2.13 การจัดการหลังการตรวจสอบ 19

2.14 การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า 19

2.15 Main Distribution Board 25

2.16 Automatic Transfer Switch (ATS) 29

2.17 Uninterruptable Power Supply (UPS) 29

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 33

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร 33

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน 34

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย 36

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 36

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 36

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน 37

3.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ 38

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

4.1 รูปแบบของเอกสาร ICL (Inspection Check List) 38

4.2 ตัวอย่างของเอกสาร Inspection Check List (ICL)
ของ Distribution Board (DB) 42

4.3 ตัวอย่างของเอกสาร Inspection Check List (ICL)
ของ UPS (Uninterruptible Power Supply) 44

4.4 ตัวอย่างของเอกสาร Inspection Check List (ICL)
ของ Main Distribution Board (MDB) 47

4.5 การอบรมพนักงานเกี่ยวกับเอกสาร Inspection Check List (ICL) 49

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน 54

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม 54

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน	54
5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน	54
5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	54
5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	56
ภาคผนวก ก การนิเทศงานสหกิจศึกษา	59
ภาคผนวก ข การสอบโครงงานสหกิจศึกษา	31
ภาคผนวก ค การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ โดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์	62
ประวัติผู้จัดทำ	62

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการ์ดประวัติการบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้า 15

ตารางที่ 2.2 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน 17

ตารางที่ 2.3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน 19

ตารางที่ 2.4 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงชนิดแห้ง 20

ตารางที่ 2.5 การตรวจสอบและบำรุงรักษาสายไฟฟ้าและการเดินสายทั่วไป 20

ตารางที่ 2.6 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาสายไฟฟ้าและการเดินสายอากาศ 21

ตารางที่ 2.7 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้ LV & MV Switchgear 21

ตารางที่ 2.8 การตรวจสอบและการบำรุงรักษา ACB และ VCB 22

ตารางที่ 2.9 การตรวจสอบและการบำรุงรักษา Molded case circuit breaker และแผงย่อย 22

ตารางที่ 2.10 การตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงสูง 23

ตารางที่ 2.11 การตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงต่ำ 23

ตารางที่ 2.12 การตรวจสอบและการบำรุงมอเตอร์ 24

ตารางที่ 2.13 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้า 24

ตารางที่ 2.14 การตรวจสอบและบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่นๆ 25

ตารางที่ 2.15 แบบตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบการต่อลงดิน 25

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 38

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างเอกสาร ICL Distribution Board (DB) 44

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างเอกสาร ICL UPS (Uninterruptible Power Supply) 46

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างเอกสาร ICL MDB (Main Distribution Board) 49

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบไฟฟ้าที่ดี	3
รูปที่ 2.2 ข้อควรจำเมื่อการทำงานกับบริภัณฑ์ไฟฟ้า	5
รูปที่ 2.3 Diagram เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษา	8
รูปที่ 2.4 อัตราการชำรุดของบริภัณฑ์ในระยะต่างๆ	13
รูปที่ 2.5 ตู้ Main Distribution Board	26
รูปที่ 2.6 โครงตู้ Main Distribution Board	27
รูปที่ 2.7 บัสบาร์ (Busbar)	27
รูปที่ 2.8 เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)	28
รูปที่ 2.9 เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)	29
รูปที่ 2.10 Selector Switch	29
รูปที่ 2.11 Automatic Transfer Switch (ATS)	30
รูปที่ 2.12 Uninterruptable Power Supply (UPS)	31
รูปที่ 2.13 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะปกติ	31
รูปที่ 2.14 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะไม่ปกติ	31
รูปที่ 2.15 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะปกติ	32
รูปที่ 2.16 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะผิดปกติ	32
รูปที่ 2.17 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะปกติ	33
รูปที่ 2.18 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะปกติ	33
รูปที่ 2.19 ขนาดกำลังไฟฟ้าของ UPS	34
รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ	35
รูปที่ 3.2 โครงสร้างองค์กร	36
รูปที่ 4.1 รูปแบบส่วนแรกเอกสาร ICL	40
รูปที่ 4.2 รูปแบบส่วนที่สองเอกสาร ICL	41
รูปที่ 4.3 รูปแบบส่วนที่สามเอกสาร ICL	43
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างอุปกรณ์ Distribution Board (DB)	45
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างอุปกรณ์ Uninterruptible Power Supply (UPS)	47
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างอุปกรณ์ MDB (Main Distribution Board)	50

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.7 การอบรม Uninterruptible Power Supply (UPS) 51

รูปที่ 4.8 การอบรม Uninterruptible Power Supply (UPS) 51

รูปที่ 4.9 การอบรม Uninterruptible Power Supply (UPS) 52

รูปที่ 4.10 การอบรม Uninterruptible Power Supply (UPS) 52

รูปที่ 4.11 การอบรมขั้นตอนการทำงาน 53

รูปที่ 4.12 การอบรมการบริหารและการซ่อมบำรุงของอุปกรณ์ต่างๆ 53

รูปที่ 4.13 การอบรมของเอกสาร Inspection Check List (ICL) 54

รูปที่ 4.14 การอบรม Distribution Board (DB) 55

รูปที่ ก-1 การนิเทศงานศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ส่วนต่อขยาย) 60

รูปที่ ก-2 การสอบโครงงานสหกิจศึกษา 62

รูปที่ ก-3 การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ไบนารี่ เพาเวอร์ เอ็นจิเนียร์ริ่ง จำกัด เป็นบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับงานวิศวกรรมประกอบอาคาร โดยได้กำหนดวิสัยทัศน์ที่จะเป็นบริษัทชั้นนำในธุรกิจงานวิศวกรรมประกอบอาคารแบบครบวงจร ด้วยการตระหนักถึงพันธกิจที่มุ่งมั่นดำเนินธุรกิจโดยให้ความสำคัญกับความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานของพนักงาน คู่ธุรกิจ ผู้รับเหมา และผู้มาติดต่อหรือมาปฏิบัติงานภายในบริษัท

ในส่วนของแผนกบริหารงานวิศวกรรม ฝ่ายบริหารงานโครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน ส่วนต่อขยาย) ซึ่งทำงานด้วยกันหลายกลุ่มงาน ทั้งกลุ่มงานการบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance : CM) และกลุ่มงานการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) จึงต้องมีการจัดแผนปฏิบัติงานให้เป็นระเบียบแบบแผนเพื่อให้สะดวกต่อการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามเป้าหมายแผนปฏิบัติงานที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งในการปฏิบัติงานทำให้พบปัญหา คือ การทำ PM ที่ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน ส่งผลให้เกิดการแจ้งซ่อมงาน CM จำนวนมากและมีผลต่อ KPI ประจำเดือน

จากปัญหาข้างต้นจึงได้ทำการปรับปรุงการทำงาน โดยการใช้เอกสาร Inspection Check List (ICL) ในการเข้าปฏิบัติงาน PM และแก้ไขที่ตัวพนักงานโดยมีการจัดอบรมพนักงาน มีการส่งพนักงานสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานไฟฟ้า คัดเลือกพนักงานมีความรู้ความสารถโดยตรง จบการศึกษางานวิศวกรรมไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อปรับปรุงขั้นตอนของงานบำรุงรักษาให้ถูกต้องเหมาะสม

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

1.2.3 เพื่อลดการแจ้งซ่อมงาน CM จำนวนมาก

1.2.3 เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของ ICL กับลักษณะงาน

1.2.4 เพื่อปรับปรุงระบบการปฏิบัติงานให้ผ่านเกณฑ์ KPI

1.2.6 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน สามารถใช้เอกสาร ICL ได้อย่างถูกตรงกัน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานของงานบำรุงรักษา

1.3.2 ปรับปรุงเอกสาร ICL ให้สอดคล้องกับลักษณะการทำงาน

1.3.3 เพื่อนำใช้เป็นระบบต้นแบบในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

1.4.2 ได้ระบบการบำรุงรักษาที่เป็นมาตรฐาน

1.4.3 งานสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย KPI

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

หลักการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

หลักการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้า (หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า) ต้องสามารถใช้งานได้ดีตามที่ต้องการทำงาน ได้เต็มประสิทธิภาพ และมีความเชื่อถือได้วิศวกรไฟฟ้าและผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องให้ความสนใจและให้ ความสำคัญในทุกขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การเลือกบริภัณฑ์ไฟฟ้า การติดตั้ง การตรวจรับงาน การใช้งาน และการบำรุงรักษาดังนั้นการที่จะให้ได้ระบบไฟฟ้าที่ดีจึงไม่ใช่เพียงการซ่อมบำรุงหรือการบำรุงรักษา เชิงป้องกันเท่านั้น ในบทความนี้เป็นการแนะนำถึงหลักการบำรุงรักษา และแนวทางการจัดทำระบบการบำรุงรักษา โดยไม่ได้ลงในรายละเอียดถึงวิธีการบำรุงรักษาบริภัณฑ์ซึ่งผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาเพิ่มเติม

2.1 ระบบไฟฟ้าที่ดี

ระบบไฟฟ้าที่ดีจะต้องประกอบด้วย 6 ประการ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ระบบไฟฟ้าที่ดี

2.1.1 การออกแบบ

ต้องสอดคล้องและตรงกับความต้องการใช้งาน เป็นไปตามมาตรฐานฯ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และ มาตรฐานและข้อกำหนดของบริภัณฑ์ ที่จะใช้งาน เป็นต้น ผู้ออกแบบต้องศึกษารายละเอียดทั้งหมดและดำเนินการให้ถูกต้อง โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ เหมาะสมด้วย การเลือกระบบไฟฟ้า ต้องมีความมั่นคงเชื่อถือได้และมีความปลอกภัย โดยคำนึงถึงความสำคัญของ การผลิตและค่าใช้จ่ายประกอบกัน ระบบที่มีความเชื่อถือได้สูงก็

มักจะต้องมีค่าใช้จ่ายลงทุนสูงตามไปด้วย บางระบบอาจจำเป็นต้องมีระบบสำรองด้วย หรือบางระบบจะต้องคำนึงถึงการรบกวนด้วย เป็นต้น

2.1.2 การเลือกบริภัณฑ์ไฟฟ้า

บริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับความต้องการใช้งาน ทั้งชนิดและขนาด รวมถึงสายไฟฟ้าและวิธีเดินสายด้วยเช่น บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้งานในบริเวณที่มีฝุ่น ละอองน้ำ การกัดกร่อน สารไวไฟ ก็ต้องเลือกให้เหมาะสมด้วย หรือถ้าเป็นการเดินสายฝังดินสายไฟฟ้าและวิธีการเดินสายก็ต้อง เหมาะสมด้วยเช่นกัน

2.1.3 การติดตั้งระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน การติดตั้งที่เกี่ยวข้อง ตามข้อแนะนำของผู้ผลิตบริภัณฑ์ไฟฟ้า และติดตั้งด้วยความประณีตระมัดระวัง ไม่ทำให้ บริภัณฑ์ชำรุดเสียหายระหว่างการติดตั้ง

2.1.4 การตรวจรับงาน

เป็นขั้นตอนที่ทำให้มั่นใจว่าการเลือกใช้บริภัณฑ์และการติดตั้งตรงตาม ความต้องการและข้อกำหนด ผู้ที่ทำหน้าที่ตรวจรับงานจึงต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในจุดประสงค์ ของงานและที่สำคัญคือต้องมีจรรยาบัญในวิชาชีพด้วย

2.1.5 การใช้งาน

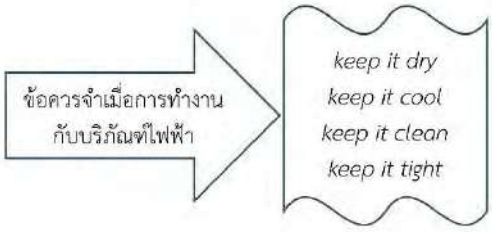
เมื่อขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาข้างต้นถูกต้อง สมบูรณ์การใช้งานก็เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ให้ถูกต้อง ไม่ใช้งานนอกเหนือหรือเลยจากที่ได้ออกแบบไว้ผู้ใช้งานต้องศึกษาวิธีการใช้งานและปฏิบัติตาม อย่างเคร่งครัดด้วย

2.1.6 การตรวจสอบและบำรุงรักษา

ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากบริภัณฑ์ไฟฟ้าย่อม มีการเสื่อมสภาพและชำรุด จึงจำเป็นต้องบำรุงรักษา ปกติจะทำทั้งในขณะที่ใช้งานและเมื่อชำรุด รวมถึง การตรวจสอบและตรวจวัดค่าตาง ๆ ด้วยเพื่อประกอบการวางแผนการบำรุงรักษา

2.2 ความหมายของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา หมายถึงการพยายามรักษาสภาพของระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้มีสภาพ ที่พร้อมจะใช้งานตลอดเวลา การบำรุงรักษาจะครอบคลุมการซ่อมบำรุงด้วย ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงมี ความหมายกว้างและครอบคลุมหลายเรื่อง แต่พอสรุปความหมายของการบำรุงรักษาได้ว่า “การบำรุงรักษาเป็นการกระทำที่ผสมผสานกันทั้งด้านเทคนิคและการจดการในอันที่จะคงไว้ซึ่งสภาพ หรือเพื่อฟื้นฟูระบบและบริภัณฑ์ให้อยู่ในสภาพที่จะทำงานได้ตามที่ต้องการ” การบำรุงรักษาตามความหมายที่กล่าว จึงมิใช่เป็นเพียงการซ่อมเมื่อพบว่าบริภัณฑ์เสียหรือชำรุด เท่านั้น การจัดการเรื่องการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญซึ่งมีหลายเทคนิคและหลายทฤษฎีด้วยกันเช่นเดียวกับ การบริหารจัดการทั่วไป ผู้ที่เกี่ยวข้องจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมโดยจะมีข้อควรจำเมื่อการทำงานดังในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ข้อควรจำเมื่อการทำงานกับบริภัณฑ์ไฟฟ้า

2.3 วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา

2.3.1 เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าทำงานอย่างมีประสิทธิผล (effectiveness)

เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ที่วางไว้สามารถใช้งานได้เต็มกำลังความสามารถและตรงกับความต้องการที่ติดตั้งมากที่สุด

2.3.2 เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีสมรรถนะการทำงานสูง (performance)

การบำรุงรักษาที่ดี จะช่วยให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีขีดความสมารถสูง อายุการใช้งานยาวนาน ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าถ้าใช้ งานไประยะเวลาหนึ่ง จะเกิดความชำรุด สึกหรอ ถ้าหากไม่มีการปรับแต่งหรือทำการซ่อมบำรุงแล้วอาจเกิด การขัดข้อง ชำรุดเสียหาย ทำงานผิดพลาด และขีดความสามารถในการใช้งานลดลง

2.3.3 เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีความเชื่อถือได้ (reliability)

ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้านอกจาก จะต้องมีคุณภาพที่ดีแล้ว จะต้องมีความเชื่อถือได้สูง ทำงานได้ต่อเนื่อง เที่ยงตรง แม่นยำ ไม่มี ความคลาดเคลื่อนใด ๆ ซึ่งต้องมีโปรแกรมการบำรุงรักษาที่ดีด้วย

2.3.4 มีความปลอดภัย (safety)

ปัจจุบันความปลอดภัยถือเป็นหัวใจสำคัญและเป็นเป้าหมายที่สำคัญ ของสถานประกอบการที่จะรักษาไม่ให้เกิดอุบัติเหตุการจัดการความปลอดภัยปัจจุบันนี้ถือว่า อุบัติเหตุเป็นความสูญเสียของสถานประกอบการดังนั้นระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งาน และผู้ปฏิบัติงานใกล้เคียง การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยคงสภาพความปลอดภัยที่มีอยู่เดิมได้หรืออาจสามารถเพิ่ม ระดับความปลอดภัยในสูงขึ้นได้

2.4 ประโยชน์ที่ได้จากการบำรุงรักษา

2.4.1 ปริมาณการผลิตได้ตามต้องการ (Production)

ถ้าระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้งานได้ดีไม่ชำรุด ระหว่างการผลิต ผลผลิตก็จะได้ปริมาณตามที่วางแผนไว้

2.4.2 สินค้าคุณภาพตามต้องการ (Quality)

ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีส่วนสำคัญกับคุณภาพของ ผลผลิต สินค้าจำนวนไม่น้อยที่แม้เพียงไฟฟ้ากระพริบก็จะผลให้คุณภาพของสินค้าเสีย หรือสินค้าอาจใช้ไม่ได้ เลย ตัวอย่างเช่นการทอผ้า ถ้าไฟฟ้ากระพริบจะทำให้เส้นด้ายขาด ผ้าที่ได้ก็มีตำหนิไม่ได้คุณภาพตามต้องการ

2.4.3 ผลิตสินค้าได้ตามเวลาที่กำหนด (Delivery)

ปัจจุบันการวางแผนการผลิตมีความแม่นยำและ ไม่เผื่อเวลาไว้มาก แต่ถ้าระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าไม่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง หรือต้องหยุดเพื่อซ่อมแซม บ่อยแผนที่วางไว้ก็อาจผิดพลาดไม่ได้ตามที่กำหนดไว้มีผลกระทบถึงกำหนดการส่งของที่อาจทำให้ คลาดเคลื่อนไปได้ซึ่งจะมีผลถึงความเชื่อมั่น หรือสูญเสียลูกค้าได้

2.4.4 มีค่าใช้จ่ายในการผลิตเหมาะสม (Cost)

ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีผลโดยตรงกับค่าใช้จ่ายใน การผลิต โดยปกติค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจะต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อม และถ้าการผลิตหยุดลงเนื่องจาก ระบบหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้งานไม่ได้อาจจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลาเพื่อให้สินค้าเสร็จตามกำหนดค่าใช้จ่าย ในการผลิตจึงสูงขึ้น

2.4.5 มีความปลอดภัยในระหว่างการใช้งาน (Safety)

เนื่องจากไฟฟ้ามีอันตรายสูง ระบบและบริภัณฑ์ ไฟฟ้าที่ชำรุดจึงอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายกับผู้ที่เกี่ยวข้องได้เช่น เกิดไฟรั่วและไฟดูด เป็นต้น ความปลอดภัยนี้หมายความรวมถึงความปลอดภัยของทรัพย์สินด้วย ทรัพย์สินอาจเสียหายจากเพลิงไหม้ที่มี เหตุจากไฟฟ้าได้การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยลดสาเหตุดังกล่าวได้

2.4.6 พนักงานมีขวัญและกำลังใจดี (Morale)

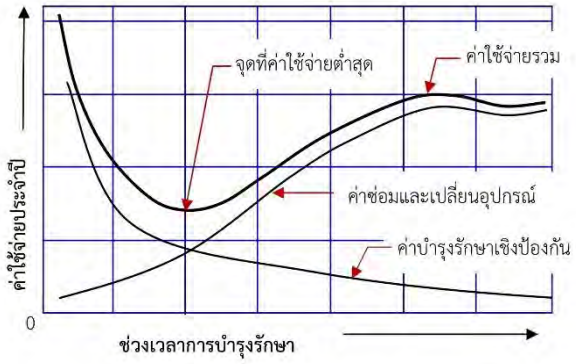
เกี่ยวข้องกับหลายเรื่อง ที่เกี่ยวข้องโดยตรงคือ ความปลอดภัย ถ้าเคยเกิดอุบัติเหตุไฟฟ้าดูดพนักงานจนเสียชีวิต พนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ก็อาจขวัญเสีย เพราะ กลัวจะเกิดอันตราย เพราะไฟฟ้ามองไม่เห็นการป้องกันอันตรายจึงยาก

2.4.7 ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (Environment)

ตัวอย่างที่เห็นได้ง่าย เช่น หม้อแปลงไฟฟ้ารั่วมีน้ำมันไหล ลงที่สาธารณะซึ่งเป็นการทำลายสภาพแวดล้อม เป็นต้น

2.5 เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษา

ถึงแม้การบำรุงรักษาเป็นเรื่องจำเป็นตามที่กล่าวแล้วในตอนต้น แต่การบำรุงรักษาก็มีค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษาเชิงป้องกันอาจต้องเปลี่ยนอุปกรณ์บางรายการก่อนที่จะชำรุดเช่นตามคาบเวลาที่ผู้ผลิตกำหนด ซึ่งในความเป็นจริงอุปกรณ์นั้นยังสามารถใช้งานได้อยู่ จึงเป็นค่าใช้จ่ายของสถานประกอบการ กรณีนี้ เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญ เป็นการพิจารณาเรื่องความจำเป็นในการบำรุงรักษาเพื่อหา จุดคุ้มทุน หรือจุดที่ค่าใช้จ่ายต่ำสุด เป็นไปตามที่แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 Diagram เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษา

จากรูปที่ 2 กำหนดให้แกน X แทนช่วงเวลาการบำรุงรักษา และแกน Y แทนค่าใช้จ่ายประจำปี ถ้าดูที่ กราฟเส้นค่าบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เมื่อช่วงเวลาการบำรุงรักษาสั้นหมายถึงมีความถี่ในการบำรุงรักษาสูงหรือบ่อย ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งประกอบด้วยค่าอุปกรณ์และแรงงานก็จะสูง และจะลดลง ถ้าความถี่ในการบำรุงรักษาห่างออกไป สำหรับค่าใช้จ่ายในการซ่อมและเปลี่ยนอุปกรณ์จะเป็นไปในทาง ตรงข้าม หมายถึง ถ้าความถี่ในการบำรุงรักษาน้อยอุปกรณ์ก็มีโอกาสชำรุดหรือเสียหายมาก ค่าใช้จ่ายใน การซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์จะมากขึ้นตามด้วย ผลรวมของค่าใช้จ่ายทั้งสองเส้นคือค่าใช้จ่ายรวม จุดที่ดีที่สุด คือจุดที่ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องพยายามหาจุดต่ำสุดนี้ให้ได้

หลายครั้งพบว่าผู้บริหารบางท่านไม่ได้ให้ความสำคัญกับค่าซ่อมและค่าเปลี่ยนอุปกรณ์และไม่ได้ศึกษาถึงจุดที่เหมาะสม จึงไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมได้ เพราะว่าถ้าความถี่ของการบำรุงรักษาสูงค่าใช้จ่ายก็จะสูงตามไปด้วย ถึงแม้ว่าอุปกรณ์จะชำรุดเสียหายน้อยก็ตาม อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายจะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายหรือค่าสูญเสียโอกาสจากการหยุดเครื่องจักรด้วย และในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายนี้จะต้องมีการจัดเก็บข้อมูลที่ดีด้วย การเก็บข้อมูลการบำรุงรักษาจึงเป็น เรื่องสำคัญและใช้ประโยชน์ได้มาก

2.6 เทคนิคการบำรุงรักษาแบบต่างๆ

เทคนิคการบำรุงรักษามีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกับการจัดการ แต่ละสถานประกอบการ อาจเลือกใช้เทคนิคต่างกันเนื่องจากสภาพแวดล้อมต่างกัน ตัวอย่างของเทคนิคการบำรุงรักษามีดังนี้

2.6.1 การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Break – down Maintenance)

การบำรุงรักษาเมื่อ ระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการชำรุดและต้องหยุดใช้งานฉุกเฉิน หรือเรียกอีกอย่างว่า ซ่อมเมื่อพบว่าชำรุด วิธีการนี้ถึงแม้จะเป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษาแต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เนื่องจาก อุปกรณ์ทั้งหลายแม้ว่าจะได้รับการบำรุงรักษาป้องกันดีเยี่ยมเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุขัดข้องต้องหยุดเพื่อ ซ่อมฉุกเฉินได้ตลอดเวลา แต่ควรต้องให้มีน้อยที่สุด

2.6.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อ ป้องกันเหตุขัดข้องหรือการหยุดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าแบบฉุกเฉิน สามารถทำได้ด้วยการตรวจวัดและสภาพ บริภัณฑ์การทำความสะอาด และหล่อลื่นโดยถูกวิธีการปรับแต่งให้อุปกรณ์ทำงานที่จุดทำงานตามคำแนะนำ ของคู่มือ รวมทั้งการบำรุงและเปลี่ยนชิ้นส่วนตามกำหนดเวลา การตรวจวัด เป็นวิธีหนึ่งในการตรวจสภาพบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น การวัดค่าความเป็นฉนวน และการวัด ความร้อน เป็นต้น ค่าที่ได้จากการตรวจวัดจะนำมาวิเคราะห์หาการเสื่อมสภาพและวางแผนการบำรุงรักษา ต่อไป

2.6.3 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance)

การดำเนินการเพื่อ การดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์หรือส่วนของอุปกรณ์เพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังให้หมดไปโดยสิ้นเชิง

2.6.4 การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive)

การดำเนินการใดๆ ก็ตามที่จะให้ ได้มาซึ่งอุปกรณ์ที่ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา หรือถ้ามีก็ต้องน้อยที่สุด สามารถดำเนินการได้โดยการออกแบบ ระบบและบริภัณฑ์ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการใช้งาน รวมทั้ง ติดตั้งถูกต้องได้มาตรฐาน และในระหว่างใช้งานก็มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอีกด้วย

2.6.4 การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance)

กรรมวิธีการบำรุงรักษาที่นำเอา การบำรุงรักษาที่กล่าวข้างต้น มาประกอบเข้าด้วยกัน การบำรุงรักษาที่ดีย่อมจะไม่อาศัยการบำรุงรักษา ชนิดหนึ่งชนิดใดเพียงอย่างเดียว แต่ควรที่จะใช้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการ “ทวีผล” และมีประสิทธิผลสูงสุด

2.6.5 การบำรุงรักษาทวีผลรวม (Total Productive Maintenance)

การบำรุงรักษาที่นำเอา วิธีการข้างต้นมาประยุกต์ใช้และเพิ่มเติมเทคนิคบางอย่างเข้าไป ด้วยเช่น การระดมคนทุกคนที่ทำงานอยู่ตาม สายการผลิตต่าง ๆ และผู้ทำหน้าที่บำรุงรักษาโดยตรงให้มีส่วนรับผิดชอบในการบำรุงรักษาอุปกรณ์และ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีผลผลิตตามที่ได้ออกแบบหรือตามที่กำหนดไว้ตัวอย่างหลักคิดของการบำรุงรักษา ทวีผลรวม ดังนี้

Focus improvement ปรับปรุงเฉพาะเรื่อง

Autonomous maintenance บำรุงรักษาด้วยตนเอง

Planned maintenance บำรุงรักษาตามแผน

Education & training พัฒนาทักษะ

Early management เริ่มตั้งแต่ต้น (การออกแบบ)

Quality maintenance บำรุงรักษาเชิงคุณภาพ

Office improvement พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (กิจกรรม TPM)

Safety, health & environment ให้ความสำคัญกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

2.7 ลักษณะการเสื่อมสภาพของบรภัณฑ์ไฟฟ้า

ลักษณะการเสื่อมสภาพของระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ

2.7.1 แบบค่อย ๆ เสื่อมสภาพลงไปตามอายุการใช้งาน

พบว่าอัตราการเสื่อมสภาพของระบบและ บริภัณฑ์ไฟฟ้าจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น การออกแบบ การเลือกวัสดุและการติดตั้งเป็นต้น การเสื่อมสภาพเช่นนี้มักจะมีอาการแสดงบอกล่วงหน้า ในระยะแรกค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงอาจไม่สูง แต่ต่อไปยิ่งนานวันเข้าค่าใช้จ่ายจะสูงมากขึ้นตามลำดับจนถึงจุดที่ไม่คุ้มค่าใช้จ่าย หรือไม่สามารถใช้งานต่อได้ จำเป็นต้องเลิกใช้งานไป

ลักษณะการเสื่อมสภาพแบบนี้ เราสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้จากการวัด การทดสอบ และการดู อัตราการชำรุดของอุปกรณ์ (failure rate) ซึ่งบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะมีอายุการใช้งาน

และการเสื่อมสภาพแตกต่าง กันไปขึ้นอยู่กับการออกแบบ คุณภาพของบริภัณฑ์และการใช้งาน อัตราการชำรุดสามารถแยกออกเป็นหลาย ระยะ ดังที่แสดงในรูปที่ 3

2.7.2 การเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด

การชำรุดเสื่อมสภาพเช่นนี้อาจจะไม่มีอาการแสดงออกมาให้เห็น และไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ประสิทธิภาพไม่ได้ตกต่ำก่อน เช่น อุปกรณ์ภายในชำรุด แตกหัก ฉนวน ชำรุดหรือเสื่อมสภาพลงก่อนถึงเวลาอันสมควรเช่น หลอดไฟขาด สายพานขาด หน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้าละลาย หรือเกิดอุบัติเหตุหรือ Fault จนอุปกรณ์ได้รับความเสียหาย จะทราบเหตุก็ต่อเมื่อบริภัณฑ์หยุดทำงาน แล้วซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้จำเป็นต้องเตรียมพร้อมสำหรับการซ่อมบำรุง ในการวางแผนการบำรุงรักษา จำเป็นต้องทราบลักษณะการเสื่อมสภาพของบริภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะได้เตรียมการได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการบันทึกประวัติการบำรุงรักษา ศึกษาธรรมชาติของ บริภัณฑ์ต่าง ๆ และการวิเคราะห์สาเหตุการชำรุด จึงมีความสำคัญมาก จากลักษณะของการเสื่อมสภาพจะสามารถวางกลยุทธการบำรุงรักษาที่เหมาะสม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 วิธีด้วยกัน ดังนี้

1. ใช้งานจนกว่าชำรุดจึงซ่อมบำรุง เหมาะกับอุปกรณ์ที่โอกาสชำรุดไม่แน่นอน มีลักษณะ การเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด หรือการชำรุดมีผลกระทบต่อการทำงานน้อย

2. บำรุงรักษาตามเวลาที่กำหนด เหมาะกับอุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดหรือมีอายุการใช้งานที่แน่นอน และใช้กับอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพแบบทันทีทันใดได้ด้วย

3. บำรุงรักษาเมื่อเสื่อมสภาพ เหมาะกับอุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดหรือมีอายุการใช้งานทั้งที่แน่นอน ที่ไม่แน่นอน และใช้กับอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพแบบทันทีทันใดได้ด้วย

4. การออกแบบที่ไม่ต้องบำรุงรักษา ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาจะเข้ามามีส่วนร่วมกับ การออกแบบ กำหนดรายละเอียดของบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์ เพื่อให้ได้บริภัณฑ์ที่คุณภาพดีตรงตาม ความต้องการใช้งาน เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ซึ่งทำให้ลดการบำรุงรักษาลง และถ้าต้องบำรุงรักษา ก็ทำได้ง่าย

2.8 สาเหตุของการชำรุด

การทราบสาเหตุการชำรุดจะทำให้สามารถหาวิธีแก้ไขและป้องกันได้โดยทั่วไปสาเหตุการชำรุดมี 4 ประการ ดังนี้

1. จากการติดตั้ง

2. จากการใช้งาน

3. จากตัวบริภัณฑ์เอง(การผลิต)

4. ตามสภาพ

การชำรุดจากการติดตั้ง สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากผู้ติดตั้งขาดความรู้ความชำนาญ และผู้ควบคุมงาน ไม่ดูแลเอาใจใส่อย่างจริงจัง

การชำรุดจากการใช้งาน แบ่งเป็นสาเหตุชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งานและขณะใช้งาน

1. สาเหตุการชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งาน สาเหตุหลักเกิดจากกรณีดังต่อไปนี้

ก. การออกแบบไม่ถูกต้อง

ข. วัสดุไม่มีคุณภาพ

ค. การประกอบไม่เหมาะสม

ค. การติดตั้งไม่ถูกต้อง เหมาะสม

ง. ใช้งานไม่ถูกต้อง หรือใช้งานไม่เป็น

2. สาเหตุการชำรุดระหว่างการใช้งานสาเหตุหลักเกิดจากกรณีดังตอไปนี้

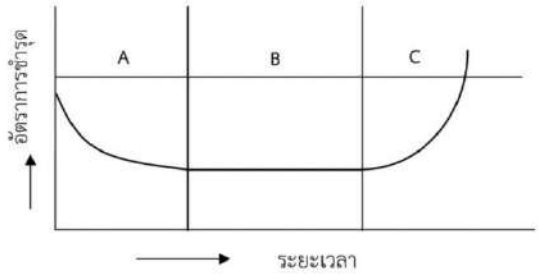
ก. ใช้งานไม่ถูกต้อง / เกินหรือผิดจากที่ได้ออกแบบไว้

ข. ขาดการบำรุงรักษาที่เหมาะสม

ค. จากสภาพแวดล้อม

ง. ข้อบกพร่องของอุปกรณ์/เครื่องจักร

โดยอัตราการชำรุดของบริภัณฑ์ในระยะต่างๆดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 อัตราการชำรุดของบริภัณฑ์ในระยะต่างๆ

จากรูปที่ 3 ซึ่งแสดงถึงอัตราการชำรุดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ช่วงระยะเวลา A แสดงการชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งาน มีสาเหตุตามที่กล่าวข้างต้น เทคนิคการบำรุงรักษาที่ใช้คือ การป้องกัน การบำรุงรักษา การชำรุดในในย่าน B เป็นการชำรุดจากการใช้งาน เทคนิคที่ใช้คือการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การชำรุดในย่าน C เป็นการชำรุดเนื่องจากบริภัณฑ์หมดอายุหรือเป็นการชำรุดตามสภาพ เทคนิคที่ใช้ คือการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง การทราบอัตราชำรุดตามช่วงระยะเวลาการใช้งานดังกล่าว เราก็จะทราบว่าจุดที่อุปกรณ์เริ่มเสื่อม คุณภาพซึ่งจะได้นำมาใช้เตรียมการซ่อมบำรุงรักษาต่อไป ซึ่งการพยากรณ์จำเป็นต้องมีข้อมูลที่เพียงพอและ ผู้ทำการพยากรณ์ทราบถึงวิธีการพยากรณ์ด้วย

2.9 การหาอายุการใช้งานของบริภัณฑ์

ถ้าเราสามารถทราบอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ไฟฟ้าได้ก็จะสามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้อย่าง มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับค่าใช้จ่าย แต่เนื่องจากอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ไฟฟ้าอาจเปลี่ยนแปลงไป ตามปัจจัยต่าง ๆ การหาอายุการใช้งานจึงเป็นการประมาณการเพื่อหาอายุเฉลี่ย หรืออัตราการชำรุดังนี้

$$\text{อัตราการชำรุด } (\lambda) = \frac{\text{จำนวนครั้งการชำรุดในช่วงเวลาใดๆ}}{\text{เวลาการใช้งานเครื่องจักรในช่วงนั้น}} \qquad (2.1)$$

อายุเฉลี่ย (meantime between failure หรือ MTBF) ของบริภัณฑ์ไฟฟ้าคือส่วนกลับของอัตรา การชำรุดได้ดังนี้ Meantime between failure (MTBF) = 1 / λ

ตัวอย่าง ในการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเครื่องจักรชนิดหนึ่งในช่วงเวลา 10,000 ชั่วโมง พบว่าขดลวดของ มอเตอร์มีการชำรุด 10 ครั้ง จะหาอัตราการชำรุดได้ดังนี้ อัตราการชำรุด = 10/10,000 = 0.001 ครั้งต่อชั่วโมง หรือ MTBF = 1/0.001 = 1,000 ชั่วโมงต่อครั้ง

จากตัวอย่างจะเห็นว่าอายุการใช้งานของขดลวดมีค่าประมาณ 1,000 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้สามารถ วางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างไรก็ตาม มอเตอร์ยังมีชิ้นส่วนอื่นอีกที่ชำรุด เช่น แบริ่ง จำเป็นต้องหาอายุ การใช้งานด้วยเช่นเดียวกัน การหาอายุเฉลี่ยจะประสบความสำเร็จได้จึงต้องมีการบันทึกประวัติการซ่อมบำรุง ที่ถูกต้องและยาวนาน ระยะเวลาและจำนวนตัวอย่างยิ่งมากข้อมูลที่ได้ก็จะมีความแม่นยำยิ่งขึ้น

2.10 แผนการบำรุงรักษา

2.10.1 การบำรุงรักษาตามปกติ (routine maintenance)

การทำการบำรุงรักษาหรือ ตรวจสอบอุปกรณ์ประจำวัน ประจำสัปดาห์ประจำเดือน หรือ ประจำปีซึ่งตามลักษณะงานนั้นผู้ปฏิบัติงานใน ฝ่ายซ่อมบำรุงจะเป็นผู้ทำเอง เป็นงานที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากหรือสลับซับซ้อนมากเกินไป เช่น การสังเกต เช็ดถู ทำความสะอาดอุปกรณ์การจดบันทึกค่าการตรวจสอบหาสิ่งผิดปกติเช่น สีเสียง ความร้อน การหล่อลื่น อุปกรณ์การปรับแต่งตามความจำเป็น การแก้ไขเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่น เปลี่ยนฟิวส์เปลี่ยนหลอดไฟ เป็นต้น

2.10.2 การบำรุงรักษาหรือตรวจซ่อมตามแผนที่กำหนด (periodic schedule repair)

การบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมตามกำหนดเวลาที่วางไว้อันเนื่องมาจากสภาพอายุการใช้งานของอุปกรณ์หรือ ตามกำหนดวันว่างของอุปกรณ์เช่น การบำรุงรักษาหม้อแปลง และการบำรุงรักษาแผงสวิตช์ เป็นต้น การบำรุงรักษาแบบนี้อาจต้องทำการตรวจวัดเพื่อประมาณอายุการใช้งานของบริภัณฑ์หรือตามข้อแนะนำของ ผู้ผลิตบริภัณฑ์นั้น

2.11 การเตรียมการก่อนการบำรุงรักษา (การเตรียมข้อมูล)

2.11.1 วิธีตรวจสอบและทดสอบบริภัณฑ์ทั้งหมด

เนื่องจากบริภัณฑ์ไฟฟ้าแต่ละรายการจะมีวิธี การตรวจสอบและบำรุงรักษาต่างกัน บางรายการอาจมีความซับซ้อนและยุ่งยาก สถานประกอบการจึงควร จัดทำวิธีการในการตรวจสอบและบำรุงรักษาเก็บไว้ด้วยเพื่อใช้อ้างอิงในเวลาที่ต้องการและเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน สามารถใช้อ้างอิงและปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

2.11.2 สำเนารายงานการตรวจสอบครั้งก่อน

เนื่องจากการตรวจสอบต้องมีการจดบันทึกค่าต่าง ๆ มาใช้ วิเคราะห์หาความต้องการในการบำรุงรักษา และในการวิเคราะห์ผลบางอย่างจำเป็นต้องใช้ข้อมูลย้อนหลังมา ประกอบด้วย การเก็บประวัติรายงานการตรวจสอบจึงจำเป็น การเก็บควรจัดระบบการเก็บเอกสารให้สามารถ ค้นหาได้สะดวกด้วย

2.11.3 Single Line & Schematic Diagram

แบบไฟฟ้าทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการซ่อม บำรุง แบบไฟฟ้าจะต้องเป็นแบบที่ทันสมัย ตรงตามความเป็นจริง หลายสถานประกอบการอาจไม่มีเก็บไว้หรือ ที่มีก็ไม่ได้แก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องตามความเป็นจริง จำเป็นต้องจัดทำขึ้นใหม่

2.11.4 บันทึก Name Plate ที่สมบูรณ์ทั้งหมด

ข้อมูลนี้มีความสำคัญและจำเป็น เนื่องจากพบว่าหลาย ครั้งที่เมื่อต้องการเปลี่ยนบริภัณฑ์บางรายการแต่หารายละเอียดไม่ได้เพราะ Name Plate เดิมหลุดหาย

2.11.5 แค๊ตตาล็อกของผู้ขาย

เมื่อติดตั้งบริภัณฑ์เสร็จแล้วควรเก็บแค๊ตตาลอกไว้ด้วย เนื่องจากมีข้อมูลที่ อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้

2.11.6 แบบการทำรายงาน

เป็นรายงานสรุปผลการตรวจสอบและบำรุงรักษาที่หลายสถานประกอบการ ใช้ในการนำเสนอให้ผู้บังคับบัญชาทราบว่าได้ดำเนินการอะไรไปบ้าง ข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาประกอบการวิเคราะห์และวางแผนการบำรุงรักษาครั้งต่อไป

2.11.7 คู่มือการบำรุงรักษา

บริภัณฑ์หลายรายการจะมีคู่มือการบำรุงรักษาให้มาด้วย สามารถนำมาใช้ ประโยชน์ได้มาก กรณีไม่มีอาจต้องจัดทำขึ้นเองโดยอาศัยประสบการณ์จากบุคลากรในหน่วยงาน

2.11.8 ทะเบียนประวัติบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การทำทะเบียนประวัติบริภัณฑ์ไฟฟ้าก็เหมือนกับประวัติผู้ป่วยของ โรงพยาบาล จะทราบว่าได้เคยทำการบำรุงรักษาอะไรไปบ้าง เปลี่ยนชิ้นส่วนใดไปแล้วบ้างแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการ์ดประวัติการบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ประวัติอุปกรณ์ต่างๆ			
ชื่อ/ชนิด	หมายเลข.....	สถานที่ตั้ง.....วันที่ติดตั้ง	
ข้อมูลบน Name plate			
บำรุงรักษาทุก.....เดือน		จำนวนคน-ชั่วโมงที่ใช้ .....M.H	
เครื่องมือที่ใช้ 1..... 2.....		อะไหล่ที่ใช้ 1..... 2.....	
ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย			
เงื่อนไขเชิงปริมาณ(ค่าที่วัดได้ต้องไม่ต่ำกว่า 30 kV)			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....			
ประวัติการบำรุงรักษา			
วัน เดือน ปี	รายการบำรุงรักษา		ผู้บำรุงรักษา

2.12 ขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ในแผนการบำรุงรักษาสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนแรกเป็นการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามคาบเวลาที่กำหนด ถึงแม้ว่าบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์จะยังสามารถใช้งานได้ก็ตาม เป็นการป้องกันบริภัณฑ์ชำรุด ระหว่างการใช้งานที่อาจเกิดผลกระทบสูง และอีกส่วนหนึ่งคือการตรวจสอบเพื่อการบำรุงรักษา เป็นการดำเนินการตรวจสอบและตรวจวัดก่อน เมื่อพบข้อบกพร่องก็ค่อยทำการบำรุงรักษา โดยอาจ ดำเนินการบำรุงรักษาในเวลานั้นเลยหรือภายหลังก็ได้ตามความจำเป็น ในการตรวจสอบและบำรุงรักษาจะ แบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ 9 ขั้นตอน ดังนี้

2.12.1. สำรวจและจัดทำรายชื่อบริภัณฑ์ไฟฟ้าทั้งหมด

เป็นการจัดทำประวัติเพื่อให้ทราบว่าใน สถานประกอบการนั้น มีบริภัณฑ์ไฟฟ้าอะไรบ้างที่ต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

2.12.2 แบ่งกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญของบริภัณฑ์

นำรายการบริภัณฑ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่มีมา เรียงลำดับความสำคัญ โดยเรียงลำดับจากบริภัณฑ์ที่มีผลกระทบสูงต่อผลผลิต ความปลอดภัย และการจัดหา อะไหล่ สาเหตุที่ต้องเรียงลำดับความสำคัญนั้นเนื่องจากทรัพยากรในการตรวจสอบและบำรุงรักษามีจำกัด รวมทั้งจะต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายด้ายเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย โดยพิจารณาองค์ประกอบเพิ่มเติมดังนี้

ก. ถ้ามีอุปกรณ์สำรอง ความจำเป็นในการทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาอาจลดลง แต่ถ้า เมื่อเกิดbreakdown แล้วค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงก็อาจต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ข. ถ้าค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงจนไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่สามารถลดปัญหา การสึกหรอและการชำรุดได้ก็ไม่จำเป็นต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ค. ถ้าอุปกรณ์จะล้าสมัยก่อนเวลาชำรุด ก็อาจไม่ต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

2.12.3 จัดทำรายที่ต้องตรวจสอบและวิธีการตรวจสอบและบำรุงรักษา

วิธีที่ดีคือจัดทำในลักษณะของ Checklists แสดงรายการที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดของแต่ละบริภัณฑ์รวมทั้งวิธีการตรวจสอบโดยย่อ เพื่อผู้ที่ จะทำการตรวจสอบจะได้ดำเนินการได้โดยไม่

หลงลืม ตัวอย่างส่วนหนึ่งของ Checklists การตรวจสอบและ บำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนน้ำมันเป็นไปแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน

รายการ	การดำเนินการ (วิธีการตรวจสอบ)
อุณหภูมิ	จดอุณหภูมิอากาศ น้ำมันหม้อแปลงและขดลวด
ระดับน้ำมันหม้อแปลง	อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (สังเกตรอยแตกร้าวหรือมีไอน้ำเกาะในกระจกหรือไม่)
น้ำมันรั่วซึม	ตรวจตามครีบระบายความร้อน ข้อต่อวาล์ว และชิ้นส่วนอื่น ๆ
เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ถ้าเกิดจากการสั่นสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวถังหม้อแปลง
บุชชิ่ง	ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน รอยแตก ร้าว และสิ่งสกปรก
สภาพภายนอกทั่วไป	สังเกตสิ่งสกปรก สนิม หยดน้ำมัน การเปลี่ยนสีของจุดต่าง ๆสังเกตเสียงและแสงที่เกิดจาก Partial discharge สังเกตกลิ่นที่ผิดปกติ
จุดต่อสาย (บุชชิ่ง)	ตรวจวัดความร้อนจุดต่อสายทั้งด้านแรงสูงและแรงต่ำ
น้ำมันหม้อแปลง	วัดค่าความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลงวัดค่าความเป็นกรด และแก๊ส วัดปริมาณ Water content (สำหรับหม้อแปลงขนาดใหญ่)
สายดินและหลักดิน	ตรวจจุดต่อสายดินและสภาพสายดิน ว่าหลุดหลวมหรือสึกกร่อนหรือไม่ วัดค่าความต้านทานการต่อลงดินของหลักดิน

ตัวอย่าง

2.12.4 จัดทำใบรายการบำรุงรักษาและตารางเวลาการบำรุงรักษา

เนื่องจากรายการตรวจสอบและ บำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น หม้อแปลงไฟฟ้าตามที่แสดงข้างบนนั้น บางรายการไม่ได้ทำในคาบเวลาเดียวกัน โดยบางการทำทุกวันเช่น การจดค่าอุณหภูมิน้ำมัน แต่บางรายการปีละครั้ง เช่น การวัดค่าความเป็นฉนวนของ น้ำมันหม้อแปลง หรือบางรายการจะทำหลังเกิดเหตุ เช่น กับดักฟ้าผ่าจะทำหลังจากเกิดเหตุฝนฟ้าคะนอง หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำหลังเกิดการลัดวงจรที่รุนแรง เป็นต้น ดังนั้น จากตารางการตรวจอบและบำรุงรักษา หม้อแปลงดังกล่าว จึงสามารถแยกออกเป็นหลายใบตามคาบเวลา เพื่อให้สามารถจ่ายงานได้สะดวกขึ้น

2.12.5 เตรียมความรู้ให้พนักงาน

ผู้ที่จะทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาจำเป็นต้องมีความรู้อย่างเพียง พอที่จะปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิผล และมีความปลอดภัย ความรู้พื้นฐานที่ต้องทราบเป็นอย่างน้อย มีดังนี้

ก. โครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์

ข. วิธีเฉพาะสำหรับการทำงาน (ถ้ามี)

ค. อันตรายจากไฟฟ้าที่อาจเกิดได้จากตัวอุปกรณ์หรือจากการทำงาน

ง. การระมัดระวังเป็นพิเศษการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE) การใช้ อุปกรณ์และเครื่องมือฉนวน และการใช้เครื่องมือทดสอบ

จ. เทคนิคและความชำนาญที่จำเป็นในการแยกแยะส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง

ฉ. เทคนิคและความชำนาญที่จำเป็น ที่จะทราบถึงระดับแรงดันของส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง

ช. กระบวนการที่จำเป็นในการหาระดับอันตรายและการขยายตัวของอันตราย

ซ. การวางแผนการทำงานที่จำเป็นเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

2.12.6 จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ

จากใบรายการบำรุงรักษานำมากำหนดแผนการใช้ทรัพยากรได้ ดังรายการต่อไปนี้

ก. แรงงานที่ต้องการใช้

ข. เครื่องมือที่ต้องใช้

ค. อะไหล่และอุปกรณ์อื่นๆ เช่นเครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคล

ง. กาหนดเป็นงบประมาณค่าใช้จ่ายได้

2.12.7 ทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาโดยใช้ Checklists

2.12.8 สรุปผล วิเคราะห์และรายงานรวมทั้งแก้ไขปรับปรุง

เมื่อทำการตรวจสอบแล้ว สิ่งสำคัญคือต้อง สามารถวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบได้ว่ายังสามารถใช้งานต่อได้หรือไม่อย่างไร และบางรายการ สามารถประมาณอายุการใช้งานได้เช่น ฉนวนไฟฟ้า เพื่อจะได้นำมาประกอบการวางแผนการบำรุงรักษาต่อไป และบันทึกรายการอุปกรณ์ที่ทำการเปลี่ยนไปแล้วด้วย (ตามคาบเวลาที่ผู้ผลิตแนะนำหรือจากการตรวจพบ)

2.13 การจัดการหลังการตรวจสอบ

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบและการตรวจวัดนั้นมีความสำคัญมาก อุปกรณ์บางอย่างอาจ จำเป็นต้องตรวจวัดในรายละเอียดเพิ่มเติมอีกเพื่อความชัดเจนและเพิ่มความมั่นใจ รายละเอียดการวิเคราะห์ ผลนั้นจะไม่กล่าวในที่นี้ผู้อ่านจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมต่างหาก

หลังการตรวจสอบและตรวจวัดค่าต่าง ๆ และนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่าจำเป็นต้องทำการซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนใหม่ จะต้องวางแผนการซ่อมบำรุงตามความจำเป็นเร่งด่วน โดยจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับ กระบวนการผลิต ความพร้อมของบุคลากรและอะไหล่

2.14 การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าต่อไปนี้เป็นเพียงตัวอย่างที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ งานได้โดยสามารถปรับปรุงให้เหมาะสมกบสภาพของสถานประกอบการ

2.14.1 หม้อแปลงไฟฟ้า

ขั้นตอนการตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้าแสดงดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน

✓	รายการ	การดำเนินการ
	อุณหภูมิ	จดอุณหภูมิอากาศ น้ำมันหม้อแปลงและขดลวด
	ระดับน้ำมันหม้อแปลง	อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (สังเกตรอยแตกร้าวหรือมีไอน้ำเกาะในกระจกหรือไม่)
	น้ำมันรั่วซึม	ตรวจตามครีบระบายความร้อน ข้อต่อวาล์ว และชิ้นส่วนอื่น ๆ
	เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ถ้าเกิดจากการสั่นสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวถังหม้อแปลง
	บุชชิ่ง	ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน รอยแตก บิ่น และสิ่งสกปรก
	กล่องสารดูดความชื้น	ตรวจการเปลี่ยนสีของสารดูดความชื้น (Silica gel) หากมีการเปลี่ยนสี(เป็นสีชมพู) ต้องเปลี่ยนใหม่ ตรวจคราบน้ำมัน
	สภาพภายนอกทั่วไป	สังเกตสิ่งสกปรก สนิม หยดน้ำ การเปลี่ยนสีของจุดต่าง ๆสังเกตเสียงและแสงที่เกิดจาก Partial discharge สังเกตกลิ่นที่ผิดปกติ
	ล่อฟ้า	ตรวจสภาพทั่วไป รอยบิ่น แตก จด Counter ของล่อฟ้า (ถ้ามี)
	จุดต่อสาย (บุชชิ่ง)	ตรวจวัดความร้อนจุดต่อสายทั้งด้านแรงสูงและแรงต่ำ
	น้ำมันหม้อแปลง	วัดค่าความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลงวัดค่าความเป็นกรด และแก๊ส วัดปริมาณ Water content (สำหรับหม้อแปลงขนาดใหญ่)
	สายดินและหลักดิน	ตรวจจุดต่อสายดินและสภาพสายดิน ว่าหลุดหลวมหรือสึกกร่อนหรือไม่ วัดค่าความต้านทานการต่อลงดินของหลักดิน
	อุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ	ตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงาน และสภาพทั่วไป
	วัดค่าความต้านทานฉนวน	วัดค่าความต้านทานฉนวนระหว่างขดลวดแรงสูงกับแรงต่ำ และความต้านทานระหว่างขดลวดกับตัวถังหม้อแปลงด้วยเมกโอห์มมิเตอร์
	วัดค่าความต้านทานของขดลวดหม้อแปลง	วัดค่าความต้านทานของขดลวด กรณีที่แช่ในน้ำมันต้องจดอุณหภูมิของน้ำมันไว้ด้วย
	วัดค่า Exciting current	วัดค่า Exciting current ของหม้อแปลงขณะที่ไม่มีโหลด
	วัดเพาเวอร์แฟกเตอร์	วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้วยเครื่องมือวัดฯ เพื่อหาค่าพลังงานสูญเสียในฉนวน

ขั้นตอนการตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้งแสดงดังในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงชนิดแห้ง

✓	รายการ	การดำเนินการ
	ตรวจเหมือนหม้อแปลงน้ำมันในส่วนที่เหมือนกัน และเพิ่มเติมต่อไปนี้	
	การระบายอากาศ	ช่อง หรือครีบ ระบายอากาศ
	ตรวจภายในตู้	ฝุ่นที่ขดลวด Insulator ช่องทางระบายอากาศ การเปลี่ยนสีเนื่องจากความร้อน Tracing & Carbonization Insulator, Clamps, Coil Spacer หลุด หลวม หรือไม่ ความสกปรกของตู้ จุดต่อไฟฟ้า หลวมหรือผุกร่อน และทำความสะอาด
	วัด Partial discharge	ตรวจวัดด้วยเครื่องวัด เปรียบเทียบกับค่าจากผู้ผลิตหรือค่าในอดีต

2.14.2 ระบบการเดินสายไฟฟ้า

ขั้นตอนการตรวจสอบการเดินสายไฟทั่วไปแสดงดังในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การตรวจสอบและบำรุงรักษาสายไฟฟ้าและการเดินสายทั่วไป

✓	รายการ	การดำเนินการ
	ตรวจการเดินสายทั่วไป	ตรวจวิธีการเดินสายทั่วไป ว่าเหมาะสมกับสถานที่และสภาพการใช้งานหรือไม่ มีการป้องกันที่เหมาะสมหรือไม่
	ท่อร้อยสายและกล่องต่อสาย	ตรวจการผุกร่อน การจับยึด ความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ความร้อนจากการเหนี่ยวนำและกระแสเกิน การป้องกันสายไฟฟ้าชำรุด
	รางเดินสาย	ตรวจการผุกร่อน การจับยึด ความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ความร้อนจากการเหนี่ยวนำและกระแสเกิน การป้องกันสายไฟฟ้าชำรุด
	รางเคเบิล	ตรวจการผุกร่อน การจับยึด ความต่อเนื่องทางไฟฟ้า การเดินสายเป็นกลุ่มและการจับยึด การป้องกันสายไฟฟ้าชำรุด วัดความร้อนจากการเหนี่ยวนำ จากกระแสเกิน และจากการเดินสายควบ
	บัสเวย์	ตรวจการผุกร่อน การจับยึด ความต่อเนื่องทางไฟฟ้า วัดความร้อนของบัสเวย์และจุดต่อ วัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้า
	พิกัดสายไฟฟ้า	ตรวจชนิด ขนาด พิกัดแรงดัน ขนาดกระแส (เน้นที่การเดินสายควบ..วัดความร้อน)
	ความเสียหายของสายไฟฟ้า	ตรวจความเสียหายทางกลของฉนวน การโค้งงอ แรงดึงที่มากเกิน ร่องรอยการเกิด corona (กรณี MV) ตรวจ cable terminators
	ฉนวนของสาย	วัดค่าความเป็นฉนวน ตรวจร่องรอยความเสียหายและการเปลี่ยนสีจากความร้อน สภาพกรอบ แตก ถ้าพบควรหาสาเหตุและแก้ไข
	จุดต่อสาย และตัวนำอื่น	ตรวจวัดความร้อน ความแน่นของจุดต่อสายและตัวนำอื่นและขันให้แน่น ตรวจฉนวนหุ้มจุดต่อสาย

ขั้นตอนการตรวจสอบการเดินสายอากาศแสดงดังในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาสายไฟฟ้าและการเดินสายอากาศ

✓	รายการ	การดำเนินการ
	เสาไฟฟ้า	ตรวจสภาพเสาว่าเอนเอียงแตกหักคอดินร้าว หรือปักอยู่ในที่ล่อแหลมต่อการเกิดอันตราย ถ้าพบต้องแก้ไข
	ลูกถ้วย	ตรวจสภาพแตกบิ่นมีรอยคราบที่ผิวความมันของผิวลูกถ้วย
	คอนสาย	แตกผุพักร้าว หรือบิดเบี้ยวจากแรงดึง
	การประกอบชุดยึดโยง	สายยึดโยงขาดหลุดเป็นสนิมผุกร่อนสายยึดโยงหย่อน และลูกถ้วยยึดโยงแตกชำรุด
	สายไฟฟ้า	เกลียวของสายรอบนอกขาดสายหัก และแตกเกลียวมีรอยอาร์กจนสายขาดเหลือแกนภายใน
	ระยะห่างของสาย ตามแนวระดับ กับอาคาร สิ่งก่อสร้าง หรือต้นไม้	มีระยะห่างต่ำสุดน้อยกว่าที่กำหนดตามมาตรฐาน หรือไม่ มีต้นไม้ปกคลุมหรือไม่
	ระยะห่างของสาย ตามแนวดิ่งเหนือพื้นดินหรืออาคาร	มีระยะห่างต่ำสุดน้อยกว่าที่กำหนดตามมาตรฐาน หรือไม่ มีต้นไม้ปกคลุมหรือไม่
	ล่อฟ้า (กับดักฟ้าผ่า)	สภาพทั่วไปของกับดักฟ้าผ่า เช่น มีรอยคราบที่ผิวลูกถ้วยลูกถ้วยแตก บิ่น จุดต่อสายหลวม หลุด
	จุดต่อสาย	ตัวต่อสายหลุด หลวม มีความร้อนสูงสังเกตดูสภาพทั่วไปของจุดต่อเช่น คอมเปาด์ แคล้มป์เปลี่ยนสีเป็นน้ำตาลหรือดำ เป็นต้นและวัดความร้อน
	การต่อลงดิน	สภาพสาย จุดต่อสายดินหลุด หลวม วัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน

2.14.3 การตรวจสอบ Switchgear และแผงสวิตช์

ขั้นตอนการตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้ LV แสดงดังในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้ LV & MV Switchgear

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพสถานที่ติดตั้ง	มีสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องและเป็นเชื้อเพลิงหรือไม่ ฐานเอียงหรือทรุด กระมิดตั้งในห้องต้องตรวจการระบายอากาศว่าใช้ได้ดีหรือไม่
	พื้นที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน	พื้นที่ว่างโดยรอบและทางเข้าไม่มีสิ่งกีดขวาง
	การระบายอากาศในตู้และช่องระบายแรงดัน	ตรวจช่องระบายอากาศ การระบายอากาศในตัวตู้ว่ายังอยู่ในปกติหรือไม่ ตรวจช่องระบายความดันว่าทำงานได้ดีหรือไม่(ถ้ามี)
	โครงสร้างและสภาพทั่วไปของตู้	ตรวจสภาพตัวตู้ ฝาตู้และกุญแจ ตรวจเสียง ควัน กลิ่น การสั่นสะเทือน ความชื้น ความสะอาด สนิม ฝุ่น หยากไย่ และอื่น ๆ ตู้ที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ตรวจสภาพหลังคา ผนัง ว่ายังกันฝนได้ดีและไม่เป็นสนิม
	ขั้วต่อสาย จุดต่อสาย	ตรวจจุดต่อสายทั้งหมดว่า หลุด หลวม และมีมีร่องรอยของความร้อนสูงหรือไม่ และขันให้แน่นอีกครั้ง (ตรวจวัดอุณหภูมิขณะจ่ายไฟ)
	Cable terminator	ร่องรอยการเกิด corona การหลุดหลวมของเทป ความสะอาด รอยร้าว การต่อลงดินของซิลด์
	สายไฟฟ้า	ตรวจสภาพสายไฟฟ้า และอุปกรณ์การเดินสายในตู้และส่วนที่เข้าตู้
	บัสบาร์	การยึดยึด ความร้อน การต่อกับสายและอุปกรณ์
	ลูกถ้วยรองรับบัสบาร์	ตรวจความสกปรก ตรวจว่าหลุด หลวม ร่องรอยชำรุด (Tracking) การเปลี่ยนสี รอยแตกบิ่น พร้อมทำความสะอาด
	CT & PT	รอยแตกร้าว การต่อสาย
	ความเป็นฉนวนไฟฟ้าและ Power Factor	หลังจากทำความสะอาดแล้ว วัดค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าต่าง ๆ และ Power Factor ตามวิธีที่กำหนด (CB ใหม่จะมี PF ไม่เกิน 2%)
	การต่อลงดินและการต่อฝาก	สภาพจุดต่อลงดินที่ตู้และที่หลักดิน การต่อฝากของฝาตู้ วัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน สภาพสายดินและสายต่อฝาก และขันจุดต่อสายให้แน่นอีกครั้ง
	Heater	ตรวจสอบการทำงาน และระบบควบคุมการทำงาน
	เครื่องวัดต่าง ๆ	ตรวจสภาพทั่วไป การชำรุด แตกหัก และการทำงาน
	หลอดไฟ (Indicator lamp)	ตรวจว่ายังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ หลอดไม่หลุด ไม่แตก
	Protective relay	ตรวจสอบการทำงานด้วยเครื่องมือทดสอบ
	สวิตช์ควบคุมต่าง ๆ	ตรวจสภาพและการทำงาน
	ชุด draw out	ดึงเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด draw out ออก ตรวจหน้าสัมผัสและทำความสะอาด ตรวจการ draw out ว่าคล่องตัวหรือไม่ โล่สารหล่อลื่น ตรวจกลไกและการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
	เซอร์กิตเบรกเกอร์	ตรวจการทำงานและระบบ interlock ทำการทดสอบตามวิธีที่กำหนด
	ทดสอบการทำงาน	ตรวจการทำงานทางไฟฟ้า และระบบอินเตอร์ล็อกอีกครั้ง
	ตรวจแผ่นป้ายประจำเครื่อง	ตรวจแผ่นป้ายประจำเครื่องว่าตรงกับที่ระบุในแบบไฟฟ้าหรือไม่ ถ้าพบว่าไม่ตรงให้ระบุลงในรายงานการตรวจสอบ
	ตรวจ mimic diagram	ตรวจวงจรการต่อสายว่าตรงกับ mimic diagram หรือไม่ ถ้าไม่ตรงให้ระบุลงในรายงานการตรวจสอบ
	ทำความสะอาด	ตรวจตัวตู้และทำความสะอาดอีกครั้ง

ขั้นตอนการตรวจสอบและบำรุงรักษา ACB และ VCB แสดงดังในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 การตรวจสอบและการบำรุงรักษา ACB และ VCB

✓	รายการ	การดำเนินการ
	การตรวจสอบทางกล	
	Arc interrupters	ถอดทำความสะอาด ตรวจความเสียหาย (ยกเว้น VCB)
	หน้าสัมผัส (Main& arcing contact)	ตรวจร่องรอยความเสียหายจากอาร์ก ตรวจความสกปรก ทำความสะอาด ถ้าชำรุดต้องเปลี่ยนใหม่ ปรับแต่งระยะต่างที่ผู้ผลิตกำหนด ตรวจสปริง (ยกเว้น VCB)
	Insulation (bushing porcelains & others)	ตรวจความเสียหายของฉนวนทั้งหมด ตรวจรอยคราบ เขม่า แตก บิ่น ความสกปรก และทำความสะอาด
	Current parts & terminals	ตรวจความเสียหาย ความร้อน การยึดแน่น
	ขดลวด	การต่อสาย ร่องรอยความเสียหายจากความร้อนและกระแสรั่ว
	กลไกต่าง ๆ	ตรวจการติดขัด สารหล่อลื่น และการทำงานต่าง ๆ
	อุปกรณ์อื่น	ตรวจ aux. Device, shock absorbers, bumpers, position indicator, latch checking switch, key lock-out, etc.
	Alignment	ตรวจความเรียบร้อย ปรับแต่งตามความจำเป็น
	การตรวจสอบทางไฟฟ้า	
	การทำงาน	ตรวจสอบการทำงานทางไฟฟ้า เช่น ON-OFF
	ขดลวด (Closing coil)	ตรวจการต่อสาย การทำงาน ความต้านทานฉนวน วัดค่าความต้านทานขดลวด วัดกระแสและแรงดัน
	หน้าสัมผัส	ตรวจหน้าสัมผัสต่าง ๆ และทำความสะอาด วัดค่าความต้านทานหน้าสัมผัสของ main contact
	ความต้านทานฉนวน	HV test และ/หรือ ใช้เมกโอห์มมิเตอร์
	Tripping Unit	ตรวจการทำงานและความเสียหาย
	Setting	ตรวจค่าปรับตั้งต่าง ๆ และบันทึกค่า
	การทำงาน	ตรวจการทำงานของ Trip free, closing, tripping, etc. ทดสอบการทำงานทางกลและทางไฟฟ้าหลาย ๆ ครั้ง เพื่อความมั่นใจ

ขั้นตอนการตรวจสอบบำรุงรักษา MCCB แสดงดังในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การตรวจสอบและการบำรุงรักษา Molded case circuit breaker และแผงย่อย

✓	รายการ	การดำเนินการ
	ตรวจสภาพทั่วไป	ตรวจรอยแตกร้าว ความสกปรก ร่องรอยการเกิดความร้อนสูง และทำความสะอาดเพื่อให้ระบายอากาศได้ดี
	ขั้วต่อสาย	ตรวจขั้วต่อสายที่เซอร์กิตเบรกเกอร์และบัสบาร์ว่าหลุด หลวม หรือไม่ ตรวจวัดความร้อน ตรวจสายที่ต่อเข้าขั้วต่อสายว่ามีร่องรอยชำรุดจากความร้อนหรือไม่ ถ้าตรวจพบต้องหาสาเหตุและแก้ไข และขันขั้วต่อสายใหม่ให้แน่น
	การทำงานทางกล	ทดสอบโดยการ ON-OFF ด้วยมือ หลาย ๆ ครั้ง และเพื่อให้การทำงานคล่องตัว
	หน้าสัมผัส	วัดค่าความต้านทาน ถ้าผิดปกติต้องเปลี่ยนเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวใหม่
	อุปกรณ์ประกอบ	ตรวจสภาพและการทำงานของอุปกรณ์ประกอบเช่น Shunt trip, UV release & auxiliary switch, etcรวมทั้งหลอดสัญญาณและเครื่องวัดต่าง ๆ (ถ้ามี)
	พิกัด	ตรวจพิกัดกระแส พิกัดตัดกระแสลัดวงจร อีกครั้ง
	สิ่งสกปรก	ตรวจและทำความสะอาดสิ่งสกปรกในตัวตู้ ฉนวน สายไฟฟ้า และอื่นๆ
	ความร้อน	ตรวจจุดที่อาจเกิดความร้อนสูงเช่นจุดต่อต่าง ๆ ถ้าพบให้หาสาเหตุ ขันใหม่ให้แน่น
	การระบายอากาศ	ทำความสะอาดช่องระบายอากาศ และการทำงานของฝาปิด เปิดต่าง ๆ
	ความชื้น	ตรวจความชื้นซึ่งเป็นสาเหตุให้ฉนวนสกปรก ทำความสะอาด รวมทั้งหาสาเหตุและแก้ไข
	ความเป็นฉนวนไฟฟ้า	หลังจากทำความสะอาดแล้ว วัดค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าต่าง ๆ ตามวิธีที่กำหนด
	ตรวจสอบครั้งสุดท้าย	ตรวจสอบและทำความสะอาดครั้งสุดท้ายอีกครั้ง ใส่สารหล่อลื่น และทาสีในส่วนที่จำเป็น

ขั้นตอนการตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงสูงแสดงดังในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 การตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงสูง

✓	รายการ	การดำเนินการ
	Insulation	ตรวจว่ามีรอยแตก ร้าว ไหม้ การเปลี่ยนสีจากความร้อนหรือไม่
	ตรวจสิ่งสกปรก	ตรวจหาสิ่งสกปรกที่เป็นสาเหตุของFash Over เช่น คราบเกลือและฝุ่น ถ้าพบให้ทำความสะอาด
	ตรวจหน้า Contact	วัดความร้อนขณะใช้งาน ถ้ามีร่อง รอยไหม้ หรือ Alignment และแรงกดไม่ถูกต้อง ต้องปรับปรุงหรือเปลี่ยนใหม่ ขาหนีบฟิวส์ต้องแน่น
	จุดต่อต่าง ๆ	วัดความร้อนขณะใช้งานBolts, Nuts, Washers, Pin & Terminal Connector ต้องอยู่ในตำแหน่งเดิม และในสภาพดี และขันไหม่ให้แน่น
	ไส้ฟิวส์	ตรวจสภาพไส้ฟิวส์ กรณีเป็น power fuse ตรวจชุด renewable ว่ามีการผุกร่อน ร่องรอยการเกิด tracking และความสกปรกต่าง ๆ ถ้าพบร่องรอยชำรุดต้องเปลี่ยนใหม่

ขั้นตอนการตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงต่ำแสดงดังในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 การตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงต่ำ

✓	รายการ	การดำเนินการ
	Insulation	ตรวจว่ามีรอยแตก ร้าว ไหม้ การเปลี่ยนสีจากความร้อนหรือไม่
	ตรวจสิ่งสกปรก	ตรวจหาสิ่งสกปรกที่เป็นสาเหตุของ Fash Over เช่น คราบเกลือและฝุ่น ถ้าพบให้ทำความสะอาด
	ตรวจหน้า Contact	วัดความร้อนขณะใช้งาน ถ้ามีร่อง รอยไหม้ หรือ Alignment และแรงกดไม่ถูกต้อง ต้องปรับปรุงหรือเปลี่ยนใหม่ ขาหนีบฟิวส์ต้องแน่น
	จุดต่อต่าง ๆ	วัดความร้อนขณะใช้งานBolts, Nuts, Washers, Pin & Terminal Connector ต้องอยู่ในตำแหน่งเดิม และในสภาพดี และขันไหม่ให้แน่น
	ตัวฟิวส์	ตรวจร่องรอยการเสื่อมสภาพ เปลี่ยนสี ชำรุด ถ้าพบควรเปลี่ยนใหม่ วัดค่าความต้านทานฟิวส์ ตรวจพิกัดแรงดันกระแส และพิกัดตัดกระแสลัดวงจร ให้ถูกต้องและเป็นแบบที่ได้กำหนดไว้เดิม

2.14.4 มอเตอร์

ขั้นตอนการตรวจสอบและบำรุงรักษามอเตอร์แสดงดังในตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 การตรวจสอบและการบำรุงมอเตอร์

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพสถานที่ที่ใช้งาน	ตรวจว่ามีการระบายอากาศดีหรือไม่
	ความร้อน	ตรวจว่ามอเตอร์มีความร้อนสูงเกินปกติหรือไม่ โดยการสัมผัส หรือดมกลิ่น ถ้าไม่มั่นใจให้ใช้เครื่องมือวัด
	การสั่นสะเทือน	สังเกตจากการฟังเสียง กรณีไม่มั่นใจให้ใช้เครื่องมือวัด
	เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ว่าเกิดจากการเสียดสี หรือถ้าเกิดจากการสั่นสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวมอเตอร์
	ตรวจแบริ่ง	ตรวจการรั่วซึมของน้ำมัน ฟังเสียงลูกปืนว่าดังผิดปกติหรือไม่ ตรวจความเสียหายของแบริ่ง และลูกปืน (stecthoscope)
	ขั้วต่อสาย	ตรวจสอบว่าขั้วต่อสายแน่นหรือไม่ มีความร้อนหรือไม่ รวมทั้งกล่องต่อสายที่มอเตอร์อยู่ในสภาพดีหรือไม่
	การต่อลงดิน	ตรวจสภาพสายดิน จุดต่อหลุดหลวมหรือไม่ วัดค่าความต้านทานของวงจรสายดิน
	ค่าความเป็นฉนวน	วัดค่าความเป็นฉนวนของขดลวด เมื่อมอเตอร์ไม่ใช้งานนาน ๆ หรือหลังจากการถอดชิ้นส่วนออกซ่อมบำรุงแล้ว
	ชุดควบคุม	ตรวจการทำงาน เครื่องวัดอ่านค่าได้ตามปกติหรือไม่ pilot lamp ใช้ได้หรือไม่ ตรวจสภาพหน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้า
	อุปกรณ์ป้องกัน	ตรวจพิกัด และการทำงานของ Overload relay และเซอร์กิตเบรกเกอร์
	กระแส แรงดัน	วัดกระแสและแรงดัน ว่าเป็นไปตามที่ระบุบนแผ่นป้ายประจำเครื่องหรือไม่ ระบบ 3 เฟส วัดว่าแต่ละเฟสเท่ากันหรือไม่

ขั้นตอนการตรวจสอบและการบำรุงรักษาหน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้าแสดงดังในตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้า

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพทั่วไป	ตรวจรอยบิ่น แตก โดยเฉพาะบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ต่าง ๆ ว่าสะดวกหรือไม่ และทำความสะอาด การทำงานมีเสียงดังหรือไม่
	ขดลวด	ตรวจสภาพทั่วไป รอยไหม้ เหลือง แรงดันที่ขั้ว ปกติจะต้องมีแรงดูดได้เมื่อแรงดันประมาณ 85% และหลุดเมื่อแรงดัน 65% ของพิกัด และทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่มีปัญหาร้อนจัดเมื่อมีแรงดันเกิน 110%
	หน้าสัมผัส	วัดค่าความต้านทาน ตรวจร่อยรองชำรุด ไหม้ และทำความสะอาดด้วยน้ำยา (ห้ามขัดด้วยกระดาษทราย)
	จุดต่อสาย	หลุด หลวม ความร้อนสูง
	พิกัด	ตรวจสอบพิกัดกระแส แรงดัน (kW) และ Utilization categories ว่าตรงกับที่กำหนดไว้เดิมหรือไม่

2.14.5 บริภัณฑ์อื่น ๆ

ขั้นตอนการตรวจสอบและบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่นๆแสดงดังในตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 การตรวจสอบและบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่นๆ

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพสถานที่ที่ใช้งาน	ตรวจว่ามีการระบายอากาศดีหรือไม่
	ความร้อน	ตรวจว่ามอเตอร์มีความร้อนสูงเกินปกติหรือไม่ โดยการสัมผัส หรือดมกลิ่น ถ้าไม่มั่นใจให้ใช้เครื่องมือวัด
	การสั่นสะเทือน	สังเกตจากการฟังเสียง กรณีไม่มั่นใจให้ใช้เครื่องมือวัด
	เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ว่าเกิดจากการเสียดสี หรือถ้าเกิดจากการสั่นสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัส
	ขั้วต่อสาย	ตรวจสอบว่าขั้วต่อสายแน่นหรือไม่ มีความร้อนหรือไม่ รวมทั้งกล่องต่อสายที่มอเตอร์อยู่ในสภาพดีหรือไม่
	การต่อลงดิน	ตรวจสภาพสายดิน จุดต่อหลุดหลวมหรือไม่ วัดค่าความต้านทานของวงจรสายดิน
	ค่าความเป็นฉนวน (ถ้ามี)	วัดค่าความเป็นฉนวนของขดลวด เมื่อมอเตอร์ไม่ใช้งานนาน ๆ หรือหลังจากการถอดชิ้นส่วนออกซ่อมบำรุงแล้ว
	กระแส แรงดัน	วัดกระแสและแรงดัน ว่าเป็นไปตามที่ระบุบนแผ่นป้ายประจำเครื่องหรือไม่ ระบบ 3 เฟส วัดว่าแต่ละเฟสเท่ากันหรือไม่

2.14.6 การต่อลงดิน

ขั้นตอนการตรวจสอบและการบำรุงรักษาการต่อลงดินแสดงดังในตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 แบบตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบการต่อลงดิน

✓	รายการ	การดำเนินการ
	วงจรสายดิน	ตรวจความถูกต้องและความต่อเนื่องของระบบสายดินทั้งหมด
	การต่อลงดินที่เมนสวิตช์	ตรวจจุดต่อสายหลุด สภาพทั่วไป การต่อฝากระหว่างฝาตู้กับตัวตู้
	สายต่อหลักดิน	ตรวจสภาพสายที่ต่อกับหลักดิน จุดต่อสายดินกับหลักดิน (ชำรุด หลุด หลวม เป็นสนิม)
	หลักดิน	วัดความต้านทานการต่อลงดิน (ถอดสายดินออกก่อน)
	แผงย่อย	ตรวจการต่อลงดินที่แผงย่อย (วิธีการต่อ สภาพสายดินและจุดต่อสาย) ที่แผงย่อยสายนิวทรัลต้องไม่ต่อลงดินอีก
	อุปกรณ์การเดินสาย	ตรวจความต่อเนื่องของอุปกรณ์การเดินสายเช่น ท่อร้อยสาย รางเดินสาย และรางเคเบิล โดยการวัดความต้านทาน ตรวจสภาพจุดต่อฝากและสายต่อฝาก
	สายดิน	ตรวจสอบสภาพสาย และจุดต่อสาย
	อุปกรณ์ไฟฟ้า	ตรวจว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าได้มีการต่อลงดินถูกต้อง จุดต่อสายดินกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.15 (Main Distribution Board)

MDB (Main Distribution Board) หรือ ตู้สวิตช์บอร์ด **(Switchboards)** คือ ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก นิยมใช้ในอาคารที่มีขนาดกลาง และอาคารขนาดใหญ่ รวมไปถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไฟในปริมาณมาก โดยภายในตู้สวิตช์บอร์ด MDB จะประกอบไปด้วยแผงจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นแผงแรกที่รับไฟฟ้าเข้ามาจากหม้อแปลงจำหน่ายไฟฟ้า จากนั้นจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังแผงย่อยส่วนต่าง ๆ ภายในอาคารนั้น ๆโดยรูปแบบตู้ MDB เบื้องต้นแสดงดังในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ตู้ Main Distribution Board

ตู้สวิตช์บอร์ด MDB จะมีหน้าที่ควบคุมการจ่ายและรับไฟฟ้า จากระบบการไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือหม้อแปลงไฟฟ้าที่เข้ามาภายในอาคาร รวมถึงป้องกันความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดจากความผิดปกติของระบบไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าเกิน แรงดันไฟฟ้าตก กระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน

2.15.1 อุปกรณ์ ภายในตู้ MDB ประกอบด้วย

2.15.1.1 โครงตู้สวิตช์บอร์ด (Enclosure)

เป็นส่วนประกอบหลักซึ่งทำหน้าที่ยึดตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ภายในตู้ ป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่อาจทำให้เกิดความเสียหายให้กับอุปกรณ์ภายในได้ รวมถึงป้องกันไม่ให้ผู้ใช้งานสัมผัสส่วนที่มีกระแสไฟภายในตู้ วัสดุที่ใช้ประกอบโครงตู้นั้นทำขึ้นจากโลหะแผ่นนำมาประกอบขึ้นเป็นโครง ซึ่งฝาตู้สามารถเปิดได้ตามการออกแบบ และการใช้งานของผู้ใช้เป็นหลัก รวมถึงต้องมีความแข็งแรงทนทานจากแรงกระทำ ทนทานต่อการกัดกร่อน ทนต่อสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศ รวมถึงความผิดปกติที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบ โดยรูปแบบโครงตู้สวิตช์บอร์ดเบื้องต้นดังในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 โครงตู้ Main Distribution Board

2.15.1.2 บัสบาร์ (Busbar)

บัสบาร์เป็นโลหะตัวนำไฟฟ้าทำมาจากทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม โดยสถานีตู้ไฟฟ้าหรือ แผงสวิตช์ ทำหน้าที่รับและจ่ายกนะแสไฟฟ้า การเลือกใช้บัสบาร์ควรพิจรณาคุณสมบัติ ดังนี้ ควรมีความต้านทานต่ำ มีความแข็งแรงทางกลสูงโดยเฉพาะด้านแรงดึง แรงอัด และแรงฉีก มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนและแรงกระทำสูง ความต้านทานของพื้นผิวต่ำ สามารถตัดและต่อได้สะดวก โดยบัสบาร์ที่นิยมใช้ทั่วไปจะเป็นแบบ Flat ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยรูปบัสบาร์เบื้องต้นแสดงดังในรูปที่ 2.7

.

รูปที่ 2.7 บัสบาร์ (Busbar)

2.15.1.3 เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิต เบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ที่ไว้ป้องกันด้านความปลอดภัย ในกรณีเกิดความผิดปกติภายในระบบ โดยเซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนด หรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจร การเลือกใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์ ควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็น ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ควรเลือกความกว้าง ความยาว ความสูง ให้พอดีกับตู้เพื่อให้ติดตั้งได้อย่างเป็นระเบียบและสวยงาม รวมถึงควรพิจารณาค่าต่างๆไม่ว่าจะเป็น การตัดกระแสลัดวงจร (IC) ค่าพิกัดกระแส (AT) ค่าพิกัดกระแสโครงสร้าง (AF) ระยะเวลาในการตัดวงจร (Time) ขนาดพิกัดไฟรั่ว (IΔN) ให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน**โดยรูปแบบเบื้องต้นของเซอรกิตเบรกเกอร์แสดงดังในรูปที่** 2.8

รูปที่ 2.8 เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

2.15.1.4 เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)

เป็นเครื่องวัดพื้นฐานที่ใช้ในตู้ MDB โดยทั่วไป ประกอบด้วย โวลต์มิเตอร์ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าภายในวงจร ซึ่งพิกัดแรงดันของโวลต์มิเตอร์คือ 0-500V และแอมมิเตอร์ใช้วัดปริมาณ กระแสไฟฟ้าในวงจร กระแสของแอมมิเตอร์จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนเคอเรนส์ทรานฟอเมอร์ (Current Transformer) โดยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ จะใช้งานร่วมกับซีเล็คเตอร์สวิทช์ (Selector Switch) และหากตู้ MDB มีขนาดใหญ่จะมีอุปกรณ์เพิ่มเติมขึ้นอยู่กับการออกแบบ เช่น เพาเวอร์แฟคเตอร์ มิเตอร์ (P.F. Meter), วัตต์มิเตอร์ (Watt Meter), หรือวาร์มิเตอร์ (Varmeter)โดยรูปแบบเครื่องวัดไฟฟ้าเบื้องต้นแสดงดังในรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)

2.15.1.5 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

การใช้งานตู้ MDB ควรมีอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เพื่อเติมเพื่อความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งาน เช่น CT (Current Transformer) ใช้ต่อร่วมกับแอมป์มิเตอร์เพื่อใช้วัดค่าพิกัดกระแสแต่ละเฟส, Selector Switch ใช้ร่วมกับโวลต์มิเตอร์และแอมป์มิเตอร์ เพื่อวัดแรงดันและกระแสในแต่ละเฟส และควยคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ได้ตามทิศทางที่ต้องการ, Pilot Lamp หลอดไฟแสดงสถานะ เพื่อแสดงให้ทราบว่าตู้ MDB มีการทำงานอยู่หรือไม่, Fuse เป็นหลอดแก้วใช้ป้องกันกสรลัดวงจรเครื่องวัดไฟฟ้า รวมถึงตัดกระแสไฟออกจากวงจรเพื่อป้องกันอุปกรณ์เสียหาย

รูปที่ 2.10 Selector Switch

2.16 Automatic Transfer Switch (ATS)

ATS หรือ Automatic Transfer Switches คือ สวิตช์ที่ใช้เลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับ โดย ATS จะทำการส่งสัญญาณไปยังเจนเนอเรเตอร์ เพื่อทำการเริ่มการทำงานของเจนเนอเรเตอร์ และเมื่อเจนเนอเรเตอร์ทำงาน จนได้แรงดันและความถี่ที่เหมาะสมแล้ว ATS ก็จะทำการย้ายแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองจากเจนเนอเรเตอร์ (Reserve Power) และเมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้ากลับมาใช้งานได้ตามปกติ ATS ก็จะทำการหยุดการทำงานของเจนเนอเรเตอร์ และ ATS ก็จะทำการย้ายจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง กลับมายังแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main Power)

รูปที่ 2.11 Automatic Transfer Switch (ATS)

2.17 Uninterruptable Power Supply (UPS)

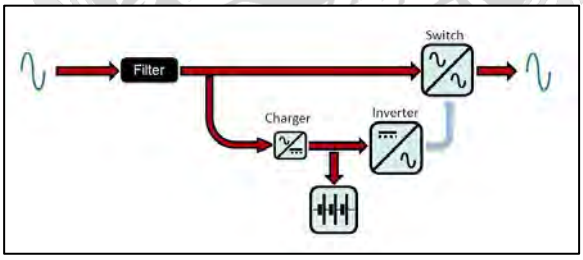
UPS ย่อมาจาก Uninterruptible Power Supply หรือเรียกว่า “เครื่องสำรองไฟฟ้าต่อเนื่อง” เป็นอุปกรณ์สำหรับจ่ายพลังงานไฟฟ้าประเภทหนึ่ง โดยไฟฟ้าที่ผลิตออกมาเป็นกระแสสลับ สำหรับจ่ายให้อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วๆไป เพียงแต่มีความพิเศษอยู่ที่ว่าในกรณีไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเกิดขัดข้อง UPS ที่ว่านี้จะยังสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่ได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ขาดช่วง โดยแบ่งเป็น 3 ประเภทโดยอ้างอิงตามมาตรฐานยุโรปและสากล EN50091-3/IEC 62040-3 ดังนี้

รูปที่ 2.12 Uninterruptable Power Supply (UPS)

2.17.1 VFD (Voltage Frequency Dependent) หรือ Off-line UPS

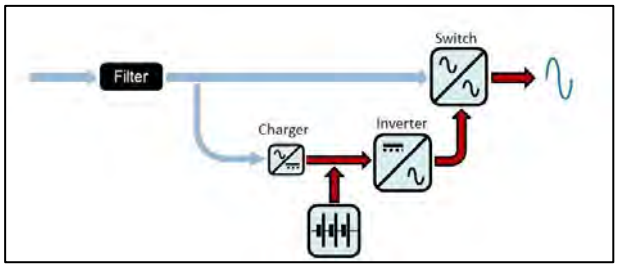
กรณีไฟฟ้าจากการไฟฟ้าผิดเพี้ยนไปจากปกติ จะส่งผลให้ไฟฟ้าที่ UPS ผลิตออกมาผิดเพี้ยนไปด้วย ซึ่ง UPS ประเภทนี้ เหมาะกับการใช้งานอุปกรณ์ทั่วๆไป ที่ไม่ต้องการคุณภาพไฟฟ้าที่สูงมากนักและเหมาะสำหรับใช้ในบริเวณที่ได้รับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าที่ค่อนข้างเสถียรและเกิดปัญหาไม่บ่อยมากนัก

Diagram ในขณะที่ UPS นั้นอยู่ในสภาวะที่ปกติแสดงดังในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะปกติ

Diagram ในขณะที่ UPS นั้นอยู่ในสภาวะไม่ปกติแสดงดังในรูปที่ 2.14

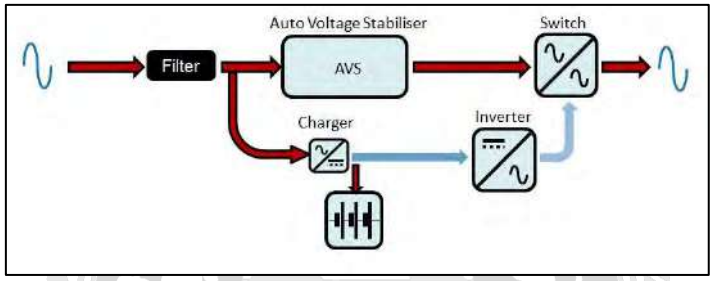


รูปที่ 2.14 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะไม่ปกติ

2.17.2 VI (Voltage Independent) หรือ Line interactive UPS

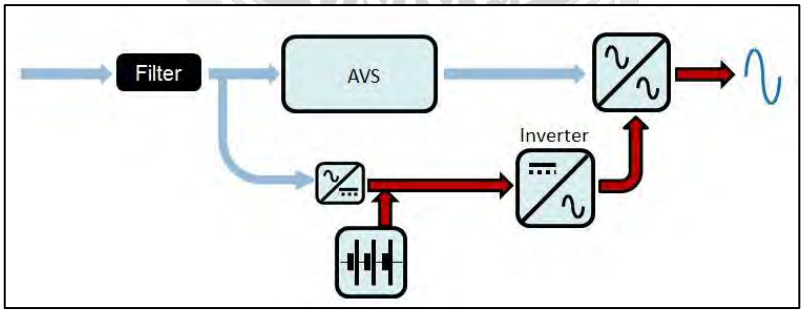
ถ้าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเกิดผิดเพี้ยนไปจากปกติ จะส่งผลให้ความถี่ทางไฟฟ้าที่ UPS ผลิตออกมาผิดเพี้ยนไปด้วย แต่จะไม่เป็นผลกับ ขนาดแรงดันไฟฟ้า ที่ผลิตออกมาแต่อย่างใด ซึ่ง UPS ประเภทนี้เหมาะกับการใช้งานกับอุปกรณ์ที่ต้องการคุณภาพไฟฟ้าที่สูงขึ้นโดยเฉพาะในเรื่องของแรงดันไฟฟ้าและใช้ในบริเวณที่ได้รับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าค่อนข้างเสถียรและไม่เกิดปัญหาบ่อยมากเช่นกัน

Diagram ในขณะที่ UPS นั้นอยู่ในสภาวะที่ปกติแสดงดังในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะปกติ

Diagram ในขณะที่ UPS นั้นอยู่ในสภาวะที่ไม่ปกติแสดงดังในรูปที่ 2.16



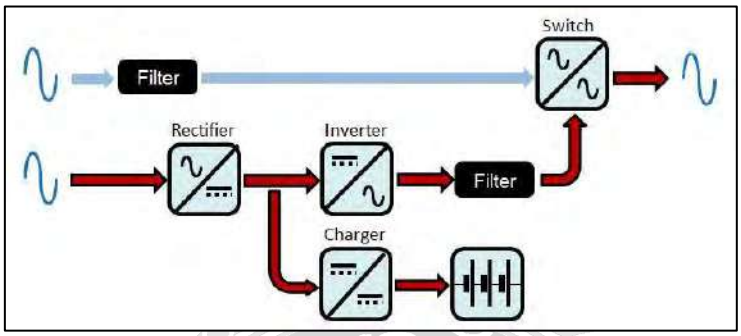
รูปที่ 2.16 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะผิดปกติ

2.17.3 VFI (Voltage Frequency Independent) หรือ On-line UPS

คุณภาพของไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจาก UPS ประเภทนี้ถือว่าสมบูรณ์ที่สุด โดยไฟฟ้าที่ UPS ผลิตออกมานั้นจะมี แรงดันและความถี่ทางไฟฟ้าคงที่ตลอดเวลา แม้ว่าสภาพของไฟฟ้าจากการ

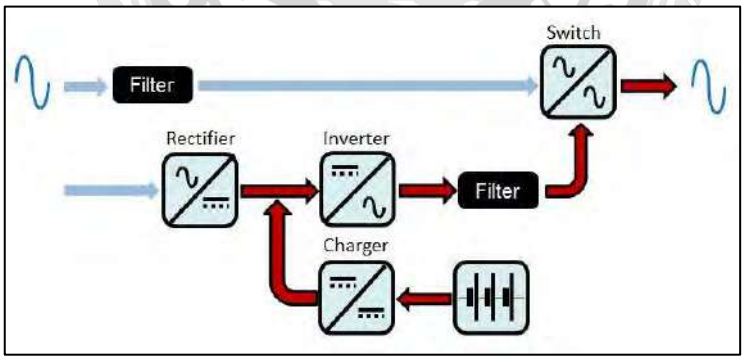
ไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่จะเป็นอย่างไรก็ตาม ซึ่ง UPSประเภทนี้ จึงเหมาะกับการใช้งานกับอุปกรณ์ที่ต้องการคุณภาพและเสถียรภาพของไฟฟ้าสูงมากๆ หรือใช้ในบริเวณที่พบปัญหาบ่อยในเรื่องคุณภาพไฟฟ้าจากการไฟฟ้า

Diagram ในขณะที่ UPS นั้นอยู่ในสภาวะที่ปกติแสดงดังในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะปกติ

Diagram ในขณะที่ UPS นั้นอยู่ในสภาวะที่ไม่ปกติแสดงดังในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 Diagram ในขณะที่ UPS สภาวะไม่ปกติ

2.17.4 ขนาดกำลังไฟฟ้าของ UPS

- **S** : Nominal apparent power (kVA) หรือ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ
- **P** : Nominal active power (kW) หรือ กำลังไฟฟ้าจริง
- **Q** : Reactive power (kVAR) หรือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย

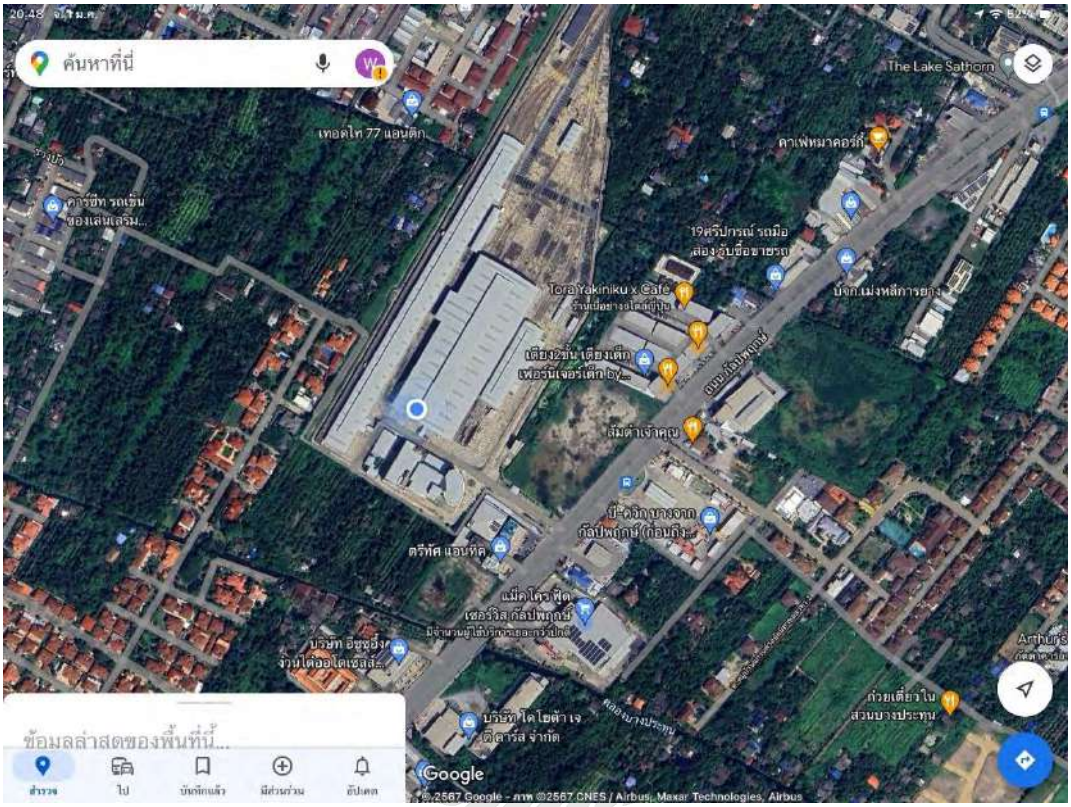
เปรียบเสมือนขนาดกำลังไฟฟ้าของ UPS เหมือนเบียร์ 1 แก้ว แสดงดังในรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 ขนาดกำลังไฟฟ้าของ UPS

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ฝ่ายซ่อมบำรุงไฟฟ้าแรงต่ำ อาคาร Main Work shop ตั้งอยู่ภายใน ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ส่วนต่อขยาย กัลปพฤกษ์) 10/6 ถนน กัลปพฤกษ์ แขวงบางขุนเทียน เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร 10150 แสดงดังในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ที่ตั้งของสถานประกอบการ

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร

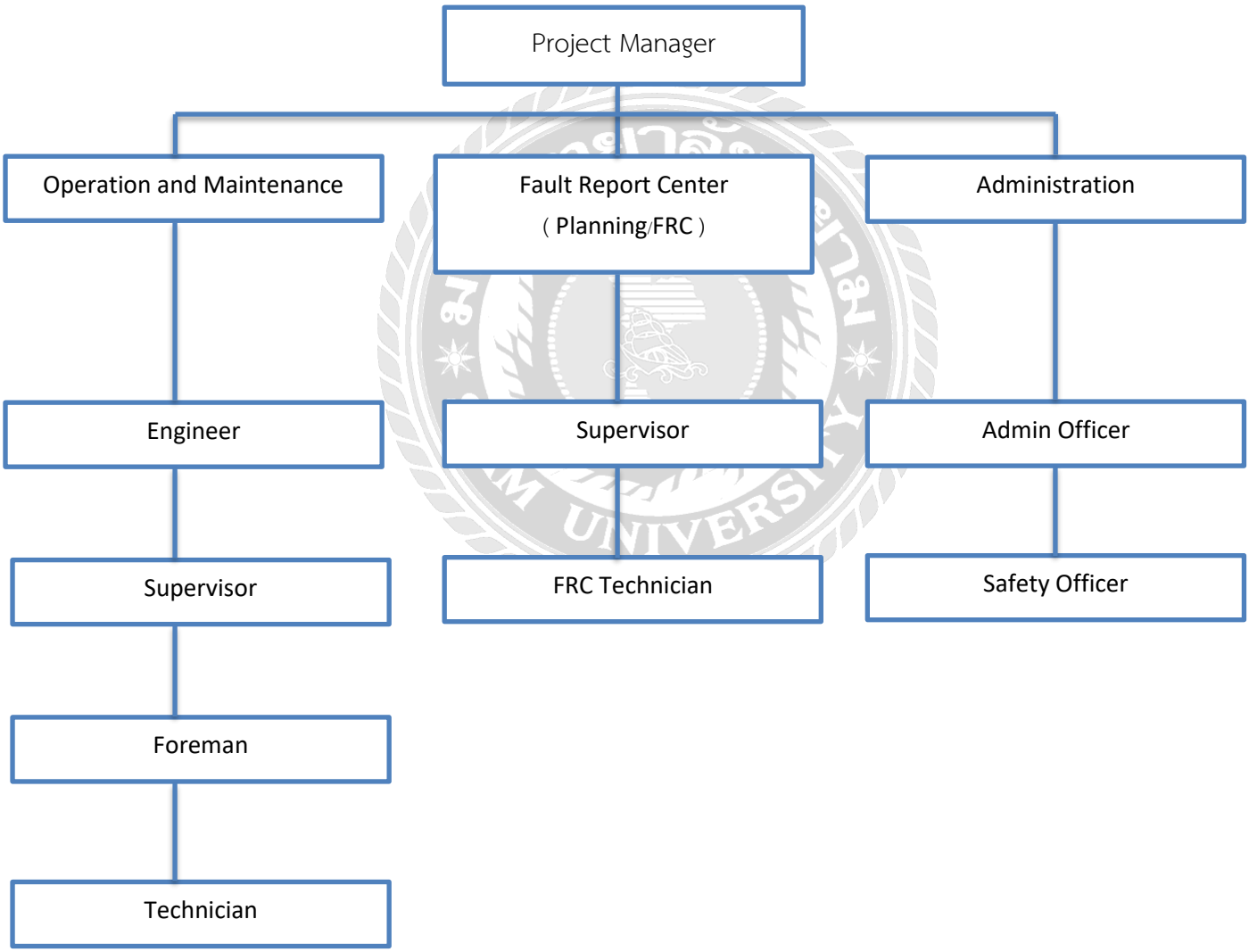
ฝ่ายบริหารงานโครงการรถไฟฟ้าฟ้าสายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน ส่วนต่อขยาย) มีหน้าที่ในการให้บริการด้านระบบประกอบอาคาร และระบบไฟฟ้าแรงต่ำอย่างครบวงจร ดูแลระบบบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้งานภายในศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า อาคารบริหาร จำนวน 2 อาคาร ดูแลระบบบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้งานภายในสถานีรถไฟฟ้าจำนวน 19 สถานี อาคารปล่องระบายอากาศจำนวน 4 อาคาร ดูแลระบบบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้งานภายในอาคาร Substation ที่เป็นแหล่งจ่ายไฟหลักให้กับโครงการรถไฟฟ้าสายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน ส่วนต่อขยาย) จำนวน 2 อาคาร ให้อยู่สภาพดี

พอเพียง พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา รวมทั้งติดตั้งบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้าแรงต่ำ อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ตรวจสอบ ทดสอบ ปรับปรุง ซ่อมบำรุงรักษา โดยแบ่งงานภายในเป็น 3 กลุ่มงาน ดังนี้

1. งานบำรุงงานรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance : CM)
2. งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM)
3. งาน Support ผู้รับเหมา (เป็นงานจัดจ้างผู้รับเหมานอกโครงการเข้าปฏิบัติงานแทน)

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน

Organization for MRT Blue Line Extension Project แสดงดังในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างองค์กร

3.3.1. แผนกการดำเนินงานและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance)

มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับงานซ่อมบำรุงบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้าแรงต่ำ และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้งานภายใน อาคารซ่อมบำรุงหลัก (Main work Shop) อาคารบริหาร (Operation Control Center) สถานีรถไฟฟ้าทั้ง 19 สถานี อาคารปล่องระบายอากาศ และอาคาร Substation มีหน้าที่ควบคุมงาน Support ผู้รับเหมาสัญญาจ้าง ผู้รับเหมานอกโครงการที่ได้ทำการจัดจ้างเข้าปฏิบัติงานชั่วคราวหรือตามสัญญางาน

3.3.2 แผนกติดต่อสื่อสาร และวางแผนงาน (Fault Report Center , Planning / FRC)

มีหน้าที่ความรับผิดชอบในการประสานงานระหว่างหน่วยงานลูกค้า บริษัทคู่สัญญาจ้าง และหน่วยงานอื่นๆภายนอกองค์กร รวมทั้งจัดการเอกสารงานซ่อมบำรุงทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นงาน CM หรือ PM ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารทั้งเอกสารงานธรรมดาและงานพิเศษ ทำหน้าที่ประสานงานกับทางแผนกการดำเนินงานและการบำรุงรักษา ในกรณีมีเหตุที่เร่งด่วนหรือมีผลกระทบต่อการให้บริการลูกค้าในระบบรถไฟฟ้า ทำหน้าที่บันทึกแผนงาน PM ในแต่ละเดือน โดยแผนงานบางวันจะมีการทำงานร่วมกันกับบริษัทอื่นที่อยู่ในระบบรถไฟฟ้า โดยการรับข้อมูลจากทาง Engineer แผนกการดำเนินงานและการบำรุงรักษา

3.3.3 แผนกติดต่อสื่อสารภายในและความปลอดภัย (Administration , Safety Officer)

Administration

ทำหน้าประสานงานกับพนักงานภายในแผนก ทำหน้าประสานงานกับแผนกต่างๆภายในบริษัทให้กับแผนกการดำเนินงานและการซ่อมบำรุง คอยจัดการงานต่างๆที่นอกเหนือจากงานวิศวกรรม

Safety Officer

ทำหน้าที่คอยตรวจสอบความปลอดภัยของพนักงานแผนกการดำเนินและการบำรุงรักษา จัดเก็บเบิกอุปกรณ์ PPE ส่วนตัว ทำหน้าที่จัดการอบรมพนักงานทางด้านความปลอดภัยทั้งทำหน้าที่อบรมเองหรือจัดจ้างเจ้าหน้าที่จากภายนอกองค์กร ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องในการปฏิบัติงานของพนักงานด้านความปลอดภัยต่างๆอาทิ เช่น งานที่สูง (Hight work) งานที่มีประกายไฟ (Hot work) งานพื้นที่อับอากาศ (Confined space)

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

3.4.1 ตำแหน่งที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นาย วีรภัทร วงศ์แสน Technician

3.4.2 ลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย คือ ให้บริการด้านระบบประกอบอาคาร ตรวจสอบ ซ่อมบำรุงรักษา ติดตั้ง ระบบบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์ทางไฟฟ้าให้กับสถานีรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ส่วนต่อขยาย ให้เพียงพอและสามารถใช้งานได้ตลอดเวลา

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

3.5.1 ชื่อพนักงานที่ปรึกษา นางสาว มัทวัน ประมูลวงศ์

3.5.2 ตำแหน่งพนักงาน วิศวกร

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

3.6.1 ระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 21 สิงหาคม ถึงวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2566

3.6.2 วันเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา เวลา 21.30 – 06.30 น.

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อการทำโครงงาน ขออนุมัติโครงงานและวางแผนการดำเนินงาน
2. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ดำเนินงานใช้เอกสาร ICL ในการเข้าปฏิบัติงาน PM มีการจัดทำเอกสาร WI และแก้ไขที่ตัวพนักงาน โดยมีการจัดอบรมเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานแต่ละระบบ (เอกสาร WI)
4. อธิปรายและสรุปผลการดำเนินการ

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ส.ค. 2566	ก.ย. 2566	ต.ค. 2565	พ.ย. 2566	ธ.ค. 2566
กำหนดหัวข้อการทำโครงงาน ขออนุมัติโครงงานและวางแผนการดำเนินงาน					
ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง					
. ดำเนินงานใช้เอกสาร ICL ในการเข้าปฏิบัติงาน PM มีการจัดทำเอกสาร WI และแก้ไขที่ตัวพนักงาน โดยมีการจัดอบรมเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานแต่ละระบบ (เอกสาร WI)					

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ส.ค. 2566	ก.ย. 2566	ต.ค. 2565	พ.ย. 2566	ธ.ค. 2566
สรุปผลการดำเนินการ					

3.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้

3.8.1 คอมพิวเตอร์

3.8.2 Software ระบบ Power point

3.8.3 เครื่องมือวัดทางวิศวกรรมไฟฟ้า

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงานตามโครงงาน

ในการแก้ไขปัญหาการเข้าทำงาน PM ให้ครบถ้วนและสมบูรณ์นั้น ได้จัดทำเอกสาร ICL ซึ่งเป็นเอกสารขั้นตอนการตรวจสอบบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า รวมทั้งมีการจัดอบรมขั้นตอนการทำงานและขั้นตอนการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ถูกต้องทั้งจากทางแผนกและจากทางผู้ผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถเข้าใจถึงการเข้าทำงาน PM ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

4.1 รูปแบบของเอกสาร ICL (Inspection Check List)

4.1.1 ส่วนประกอบของเอกสาร ICL ส่วนที่ 1 แสดงดังในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 รูปแบบส่วนแรกเอกสาร ICL

รายระเอียดส่วนแรกของเอกสาร Inspection Check List (ICL) มีดังนี้

System หมายถึง กลุ่มระบบการทำงานใหญ่ที่บริภัณฑ์ไฟฟ้าและเอกสาร ICL ถูกจัดเอาไว้ในระบบรถไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น LVS ย่อมาจาก Low Voltage System , GRS ย่อมาจาก Graphics and Signage System

Work Order หมายถึง หมายเลขเอกสารที่ถูกกำหนดออกมา แต่ละเอกสารจะมีเลข Work Order ของแต่ละใบโดยเลข Work Order จะถูกกำหนดมาจากทางลูกค้าโดยผ่านระบบ Sap เลขของแต่ละใบจะไม่สามารถซ้ำกันได้ ยกตัวอย่างเช่น 310255430 , 310255433 , 310255758

Sub System หมายถึง กลุ่มระบบการทำงานที่ย่อยลงมาจาก System ซึ่งจะถูกจัดย่อยลงมาตามลักษณะของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะถูกจากทางบริษัทและเสนอให้กับทางลูกค้า ยกตัวอย่างเช่น MDB ย่อมาจาก Main Distribution Board , LGT ย่อมาจาก Lighting & Illuminate , DBE ย่อมาจาก Distribution Board

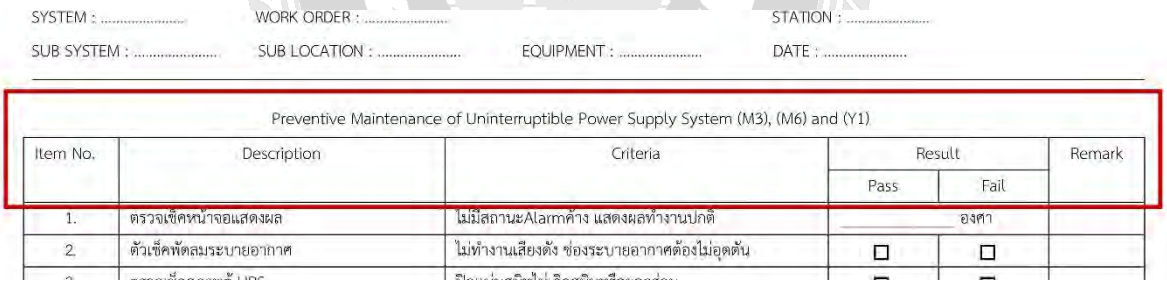
Sub Location หมายถึง พื้นที่การทำงานในระบบรถไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของสถานี หรือในส่วนของศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าโดยชื่อแต่ละพื้นที่จะถูกกำหนดออกมาโดยลูกค้า ยกตัวอย่างเช่น CONC ย่อมาจาก Concourse พื้นที่ให้บริการขายตั๋วเดินทาง , PF ย่อมากจาก Platform เป็นพื้นชั้นชานชะลาสถานี , SOR ย่อมาจาก Station Operations Room เป็นห้องที่เอาไว้จัดการต่างๆภายในสถานีและเป็นห้องประจำการของนายสถานี

Equipment หมายถึง ชื่อของอุปกรณ์นั้นๆโดยบางอุปกรณ์จะมีจำนวนมากภายในพื้นที่นั้น อาจจะมีการระบุตัวเลขหรือชื่อตู้เข้าไปด้วย ยกตัวอย่างเช่น LP-AD , LP-C , LP-B1 , ATS01 , ATS08 , UPS01 เป็นต้น หรือบางครั้งชื่ออุปกรณ์ที่ใช้เรียกอาจจะเรียกซ้ำกับชื่อ Sub System

Station หมายถึง ชื่อบ่งบอกของสถานี บ่งบอกว่าเอกสารหมายเลข Work order นี้เป็นของสถานีไหน เป็นสถานีใต้ดินหรือสถานียกระดับ ยกตัวอย่างเช่น BL01 สถานีน่าพระ , BL36 สถานีภาษีเจริญ , BL29 สถานีวัดมังกร , BL31 สถานีสนามไชย

Date หมายถึง วันที่ที่เข้าพื้นที่สถานีเข้าไปทำงาน โดยแต่ละวันที่จะถูกจัดแผนงานมาผ่านระบบ Sap กำหนดวันและระบบแผนงานเรียบร้อยแล้วว่าวันนั้นเป็นงาน PM ของอุปกรณ์อะไร

4.1.1 ส่วนประกอบของเอกสาร ICL ส่วนที่ 2 แสดงดังในรูปที่ 4.2



SYSTEM : ..... WORK ORDER : ..... STATION : .....

SUB SYSTEM : ..... SUB LOCATION : ..... EQUIPMENT : ..... DATE : .....

Preventive Maintenance of Uninterruptible Power Supply System (M3), (M6) and (Y1)

Item No.	Description	Criteria	Result		Remark
			Pass	Fail	
1.	ตรวจเช็คหน้าจอแสดงผล	ไม่มีสถานะAlarmค้าง แสดงผลทำงานปกติ	องศา		
2.	ตัวเช็คพัดลมระบายอากาศ	ไม่ทำงานเสียงดัง ช่องระบายอากาศต้องไม่อุดตัน	☐	☐	

รูปที่ 4.2 รูปแบบส่วนที่สองเอกสาร ICL

รายระเอียดส่วนที่สองของเอกสาร Inspection Check List (ICL) มีดังนี้

หัวข้อด้านบนสุดเป็นตัวบ่งบอกว่าเอกสาร Inspection Check List (ICL) เป็นของอุปกรณ์อะไร และเป็นตัวบ่งบอก Trak PM หรือ รอบในการตรวจ Check ซึ่งแต่ละอุปกรณ์มีรอบในการตรวจ Check อย่างเช่น รอบ M3 คือการตรวจ Check รอบ3เดือน , M6 คือการตรวจ Check รอบ 6 เดือน , Y1 คือการตรวจ Check รอบ 1 ปี

Item No เป็นหัวข้อที่บ่งบอกลำดับของหัวข้อเอกสาร Inspection Check List (ICL) โดยจะไล่ลำดับจาก 0 ไปจนถึงหัวข้อสุดท้ายของเอกสาร ICL

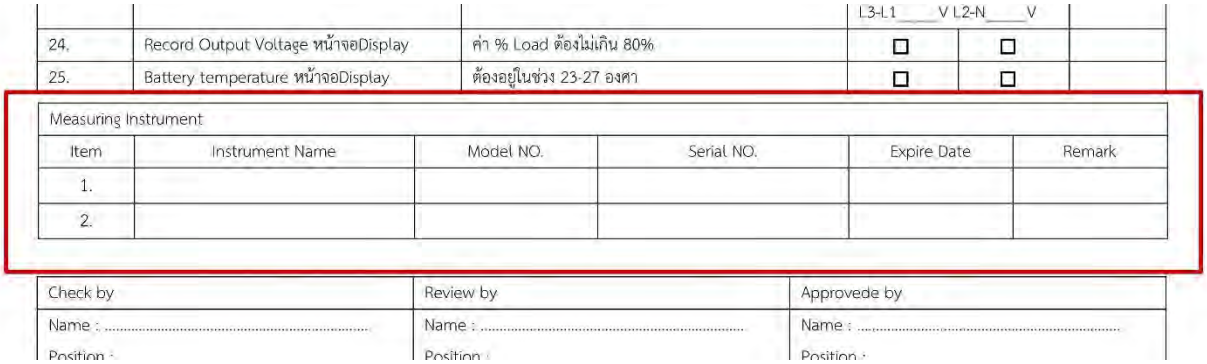
Description คือ คำอธิบายหรือตัวบ่งบอกว่าในหัวข้อนั้นต้องการให้ตรวจ Check ส่วนไหนของอุปกรณ์ โดยจะไล่ลำดับจากการตรวจ Check สภาพเบื้องต้นและกายภาพของอุปกรณ์ไปจนถึง สภาพของวงจรไฟฟ้า และการทำงานของระบบไฟฟ้าภายในอุปกรณ์นั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น เอกสาร ICL ของ Main Distribution Board (MDB) ในหัวข้อที่ 1 ตรวจเช็คการทำงานหลอดไฟสถานะของ L1 , L2 , L3 หรือในหัวข้อที่ 7 ตรวจสอบ น็อต , สลักยึด , มือจับ , ของประตู

Criteria คือ เกณฑ์ในการตรวจสอบของหัวข้อ Description โดยแต่ละหัวข้อของ Description จะมีเกณฑ์บอกแต่ละหัวข้อ ซึ่งแต่ละเกณฑ์นั้นอ้างอิงจากข้อมูลลูกค้า อ้างอิงจากข้อมูลทางผู้ผลิตอุปกรณ์ อ้างอิงจากมาตรฐาน IEC ยกตัวอย่างเช่น ในเอกสาร ICL ของ Main Distribution Board (MDB) ในหัวข้อที่ 5 Description คือ ตรวจวัดอุณหภูมิของ Terminal และขั้วต่อสายภายในตู้ Essentian Load และ Non-Essential Load ของสถานียกระดับลอยฟ้าและสถานีใต้ดิน Criteria คือ ต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส หรือในเอกสาร ICL ของ Distribution Board (DB) ในหัวข้อที่ 2 Description คือ ตรวจสอบทางกายภาพของสายไฟ Criteria คือ ฉนวนของสายไฟต้องไม่ชำรุด ต้องสะอาด ต้องไม่มีความเปียกชื้น ไม่มีรอยไหม้

Result คือ ผลลัพธ์ของการตรวจ Check ของหัวข้อแต่ละข้อ โดยจะแบ่งหัวข้อออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ Pass , Fail , N/A ยกตัวอย่างเช่น ในเอกสาร ICL ของ Distribution Board (DB) ในหัวข้อที่ 2 Description คือ ตรวจสอบทางกายภาพของสายไฟ Criteria คือ ฉนวนของสายไฟต้องไม่ชำรุด ต้องสะอาด ต้องไม่มีความเปียกชื้น ไม่มีรอยไหม้ เมื่อทำการตรวจ Check เป็นที่เรียบร้อยแล้วเมื่อตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ทำการติ๊กเครื่องหมายถูก ในช่องของหัวข้อย่อย Pass หรือถ้าหากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ให้ทำการติ๊กเครื่องหมายถูกในช่องของหัวข้อย่อย Fail

Remark คือ หัวข้อในการบันทึกความผิดพลาดของอุปกรณ์ หรือ อธิบายหัวข้อในการตรวจ Check เนื่องจากเอกสาร ICL ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องรวมถึงความปลดภัยในการทำงาน ในบางหัวข้อต้องมีการใส่ค่าแรงดันฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์นั้นซึ่งอุปกรณ์บางตัวสามารถดูค่าแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าผ่านหน้าจอ Power Meter ได้ แต่ในส่วนของความปลอดภัยผู้ตรวจสอบอาจไม่ทราบว่าอุปกรณ์บางตัวสามารถตรวจ Check ค่าแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าผ่านหน้าจอ Power meter ได้

4.1.1 ส่วนประกอบของเอกสาร ICL ส่วนที่ 3 แสดงดังในรูปที่ 4.3



			L3-L1 ____ V L2-N ____ V		
24.	Record Output Voltage หน้าจอDisplay	ค่า % Load ต้องไม่เกิน 80%	☐	☐	
25.	Battery temperature หน้าจอDisplay	ต้องอยู่ในช่วง 23-27 องศา	☐	☐	

Measuring Instrument

Item	Instrument Name	Model NO.	Serial NO.	Expire Date	Remark
1.					
2.					

Check by	Review by	Approvede by
Name :	Name :	Name : .....
Position :	Position :	Position :

รูปที่ 4.3 รูปแบบส่วนที่สามเอกสาร ICL

รายระเอียดส่วนที่สามของเอกสารคือส่วนสุดท้ายที่สำคัญของเอกสาร Inspection Check List (ICL) มีดังนี้

Measuring Instrument คือ หัวข้อในการใส่ชื่อของเครื่องมือวัดที่ได้นำไปใช้งาน ในการตรวจสอบของอุปกรณ์นั้น ซึ่งต้องมีการใส่ชื่อของเครื่องมือวัด Instrument Name , Model NO , Serial NO , Expire Date ยกตัวอย่างเช่น Instrument Name True RMS Themnal Multimeter with Clamp , Model NO 279 FC , Serial No 39600002 , Expire Date 27/06/24

4.2 ตัวอย่างของเอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Distribution Board (DB) แสดงดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างเอกสาร ICL Distribution Board (DB)

Inspection Check List Distribution Board

SYSTEM : ..... WORK ORDER : ..... STATION : .....

SUB SYSTEM : ..... SUB LOCATION : ..... EQUIPMENT : ..... DATE : .....

Inspection Check List Distribution Board (M6)

Item NO.	Description	Criteria	Result		Remark
			Pass	Fail	
1.	ตรวจสถานะของ Circuit Breaker	ต้องอยู่สภาพปกติ ไม่แตกหัก ไม่มีรอยไหม้	☐	☐	
		ต้องไม่เกิดการ Trip	☐	☐	
2.	โครงสร้างของตู้ Distribution Board	สีของตู้ต้องไม่ลอก	☐	☐	
		ต้องไม่มีน้ำขัง คราบน้ำ หรือน้ำมัน	☐	☐	
3.	ตรวจสอบทางกายภาพของสายไฟ	แห้งสนิท ต้องไม่มีความเปียกชื้น	☐	☐	
		ฉนวนของสายไฟต้องไม่ชำรุด			
4.	ตรวจเช็คอุณหภูมิของ Distribution Board	ต้องมีความร้อนไม่เกิน 65 องศา	ค่าที่วัดได้ _____ องศา		

Inspection Check List Distribution Board (Y1)

5.	ตรวจสอบภายในตู้ Distribution Board	ต้องไม่มีสัตว์อาศัย	☐	☐	
		ต้องแห้งสนิทไม่มีความชื้น ไม่มีน้ำขัง ต้องไม่มีคราบน้ำ	☐	☐	
		ต้องไม่มีความร้อนไม่เกิน 65 องศา	ค่าที่วัดได้ _____ องศา		
6.	ตรวจสอบบัสบาร์	ต้องขันยึดให้แน่นสนิท ต้องไม่หลุดหลวม ไม่แตกหัก	☐	☐	
7.	ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อของสายไฟ	ต้องเชื่อมต่อถึงกัน ต้องไม่หลุดหลวม ไม่แตกหัก	☐	☐	
8.	ตรวจเช็คการ Test Trip	ต้องทำการกด Test Trip ได้ปกติ	☐	☐	
9.	ตรวจสอบด้ามจับ Hamdle	ต้องไม่แตกหัก สภาพปกติ	☐	☐	
10.	ตรวจเช็คค่าแรงดันหลังคืนระบบ	Phase to Phase 380-400	L1-L2 _____ V L1-N _____ V		
		Phase to Neutron 220-240	L2-L3 _____ V L2-N _____ V		
			L3-L1 _____ V L3-N _____ V		
11.	ตรวจสอบค่ากระแสหลังคืนระบบ	วัดกระแสทั้ง 3 Phase	ค่าที่วัดได้ L1 _____ A		
			ค่าที่วัดได้ L2 _____ A		
			ค่าที่วัดได้ L3 _____ A		
		ค่าขนาดของ Main Circuit Breaker	ค่า Main CB _____ A		

Measuring Instrument					
Item	Instrument Name	Model NO.	Serial NO.	Expire Date	Remark
1.					
2.					

Check by	Review by	Approvede by
Name :	Name :	Name : .....
Position :	Position :	Position : .....
Date :	Date :	Date : .....

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างอุปกรณ์ Distribution Board (DB)

4.2.1 ตัวอย่างการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Distribution Board (DB)

หัวข้อที่ได้ทำการยกตัวอย่างในการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Distribution Board (DB) คือหัวข้อที่ 6 ของรอบการตรวจ Check Y1 รอบ 1 ปี รายละเอียดของDescription ที่ระบุการตรวจสอบเอาไว้คือ ตรวจเช็คค่าแรงดันหลังคืนระบบด้วยเครื่องมือวัด เกณฑ์ในการวัดผล (Criteria) ที่ระบุเอาไว้คือ Phase to Phase (380-400 V) , Phase to Neutron (220-240 V) โดยเกณฑ์ในข้างต้นนั้นได้อ้างอิงข้อมูลมาจากมาตรฐาน IEC60038 ได้นิยามระดับแรงดันไฟฟ้าแรงดันต่ำระบบไฟสลับ (AC low voltage) หรือค่าแรงดันต่ำหมายถึงค่าแรงดันไฟสลับที่มีค่าอยู่ระหว่าง 100 V ถึง 1000 V สำหรับประเทศไทยจะนิยามค่าแรงดันที่ระบุ (Nominal voltage) ที่อ้างอิงค่าจากตารางมาตรฐาน IEC 60038 ที่ค่าแรงดันต่ำความถี่ 50 Hz ระบบ 1 เฟสที่ค่า 230 โวลต์ และระบบ 3 เฟสที่ค่า 230/400 โวลต์ โดยตัวเลขแรก 230 โวลต์ คือค่าแรงดันเฟส หรือแรงดันเทียบดิน และตัวเลขที่สอง 400 โวลต์ คือค่าแรงดันไลน์ หรือแรงดันเทียบระหว่างสายเส้นไฟ (L1 เทียบกับ L2, L2 เทียบกับ L3 และ L3 เทียบกับ L1) โดยระดับค่ามาตรฐานแรงดันต่ำหรือแรงดันไฟฟ้าระบุที่ค่า 230 โวลต์ หรือ 230/400 โวลต์นี้จะถูกใช้ในการออกแบบและอ้างอิงในการคำนวณค่าต่างๆทางไฟฟ้าไม่ว่าจะอยู่ในใดของระบบหรือวงจรไฟฟ้า

4.3 ตัวอย่างของเอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ UPS (Uninterruptible Power Supply) แสดงดังในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างเอกสาร ICL UPS (Uninterruptible Power Supply)

Inspection Check List Uninterruptible Power Supply System

SYSTEM : ..... WORK ORDER : ..... STATION : .....

SUB SYSTEM : ..... SUB LOCATION : ..... EQUIPMENT : ..... DATE : .....

Preventive Maintenance of Uninterruptible Power Supply System (M3), (M6) and (Y1)

Item No.	Description	Criteria	Result		Remark
			Pass	Fail	
1.	ตรวจเช็คหน้าจอแสดงผล	ไม่มีสถานะAlarmค้าง แสดงผลทำงานปกติ	_____ องศา		
2.	ตัวเช็คพัดลมระบายอากาศ	ไม่ทำงานเสียงดัง ช่องระบายอากาศต้องไม่อุดตัน	☐	☐	
3.	ตรวจเช็คสภาพตู้ UPS	ปิดแน่นสนิทไม่เกิดสนิมหรือผลุกร่อน	☐	☐	
4.	ตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้อง UPS และ Battery	ต้องอยู่ในช่วง 23-27องศา	☐	☐	
5.	ตรวจเช็คบริเวณพื้นห้อง	ต้องไม่มีคราบน้ำและคราบสารเหม็นที่รั่วไหลจากBattery	☐	☐	
6.	ตรวจเช็คชั้นวางBattery	ต้องยึดแน่นมั่นคงแข็งแรงและไม่เป็นสนิม	☐	☐	
7.	ตรวจเช็คสภาพของBattery	ต้องไม่มีการบวมหรือแตก ไม่มีความชื้นและหยดน้ำเกาะ	☐	☐	

Preventive Maintenance of Uninterruptible Power Supply System (M6) and (Y1)

8.	ตรวจเช็คCircuit breakerของBattery	ต้องอยู่สถานะ Close	☐	☐	
9.	Main input from supply A	ต้องอยู่สถานะ Close	☐	☐	
10.	Main input from supply B	ต้องอยู่สถานะ Close	☐	☐	
11.	Bypass input from supply A	ต้องอยู่สถานะ Close	☐	☐	
12.	Bypass input from supply B	ต้องอยู่สถานะ Close	☐	☐	
13.	ตรวจวัดอุณหภูมิของ UPS	ต้องอยู่ในช่วง 30-45 องศา	☐	☐	
14.	ตรวจเช็ค Capacitor ของ UPS	ต้องไม่มีรอยไหม้ บวมหรือแตก	☐	☐	
15.	ตรวจเช็คสถานะเครื่องBattery	ต้องไม่มี Alarm ค้างที่หน้าจอ	☐	☐	

Preventive Maintenance of Uninterruptible Power Supply System (Y1)

16.	ตรวจเช็คแหล่งจ่าย ATS	ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าปกติ	☐	☐	
17.	ตรวจสอบความสะอาดภายในตู้และนอกตู้	ต้องสะอาด ไม่มีฝุ่นหรือคราบสกปรก	☐	☐	
18.	ตรวจเช็คStatic Switch	ไม่มีรอยไหม้ บอร์ดควบคุมต้องยึดแน่นสนิท	☐	☐	
19.	ตรวจเช็คบอร์ด Rectifier	ไม่มีรอยไหม้ บอร์ดควบคุมต้องยึดแน่นสนิท	☐	☐	
20.	ตรวจเช็คบอร์ด Inverter	ไม่มีรอยไหม้ บอร์ดควบคุมต้องยึดแน่นสนิท	☐	☐	
21.	UPS Input Voltage หน้าจอDisplay	1.เฟส กับ เฟส ค่าอยู่ระหว่าง 360-440 V 2.เฟส กับ นิวตรอน ค่าอยู่ระหว่าง 207-253 V	L1-L2 ___ V L1-N ___ V L2-L3 ___ V L2-N ___ V L3-L1 ___ V L2-N ___ V		
22.	Rectifier Input Voltage หน้าจอDisplay	1.เฟส กับ เฟส ค่าอยู่ระหว่าง 360-440 V 2.เฟส กับ นิวตรอน ค่าอยู่ระหว่าง 207-253 V	L1-L2 ___ V L1-N ___ V L2-L3 ___ V L2-N ___ V L3-L1 ___ V L2-N ___ V		
23.	Inverter Input Voltage หน้าจอDisplay	1.เฟส กับ เฟส ค่าอยู่ระหว่าง 360-440 V 2.เฟส กับ นิวตรอน ค่าอยู่ระหว่าง 207-253 V	L1-L2 ___ V L1-N ___ V L2-L3 ___ V L2-N ___ V L3-L1 ___ V L2-N ___ V		
24.	Record Output Voltage หน้าจอDisplay	ค่า % Load ต้องไม่เกิน 80%	☐	☐	
25.	Battery temperature หน้าจอDisplay	ต้องอยู่ในช่วง 23-27 องศา	☐	☐	

Measuring Instrument					
Item	Instrument Name	Model NO.	Serial NO.	Expire Date	Remark
1.					
2.					

Check by	Review by	Approvede by
Name :	Name :	Name : .....
Position :	Position :	Position : .....
Date :	Date :	Date : .....

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างอุปกรณ์ Uninterruptible Power Supply (UPS)

4.3.1 ตัวอย่างการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Uninterruptible Power Supply (UPS)

Uninterruptible Power Supply (UPS) ที่ใช้ในระบบรถไฟฟ้าของสถานียกระดับลอยฟ้าสัญญาที่ 4 เป็นของบริษัท Schneider Electric Product Model : Galaxy 5500 Serial No : 3NDR18021001 Rate : 30 KVA Type : Parallel 1/2 หัวข้อที่ได้ทำการยกตัวอย่างในการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Uninterruptible Power Supply (UPS) คือหัวข้อที่ 22 ของรอบการตรวจ Check Y1 รอบ 1 ปี รายละเอียดของDescription ที่ระบุการตรวจสอบเอาไว้คือ Rectifier Input Voltage หน้าจอ Display เกณฑ์ในการวัดผล (Criteria) ที่ระบุเอาไว้คือ Phase to Phase (360-440 V) , Phase to Neutron (207-253 V) โดยเกณฑ์ในข้างต้นนั้นได้อ้างอิงข้อมูลมาจากมาตรฐาน IEC60038 โดยระดับค่ามาตรฐานแรงดันต่ำหรือแรงดันไฟฟ้าระบุที่ค่า 230 โวลต์ หรือ 230/400 โวลต์นี้จะถูกใช้ในได้นิยามระดับแรงดันไฟฟ้าแรงดันต่ำระบบไฟสลับ (AC low voltage) หรือค่าแรงดันต่ำ หมายถึงค่าแรงดันไฟสลับที่มีค่าอยู่ระหว่าง 100 V ถึง 1000 V สำหรับประเทศไทยจะนิยามค่าแรงดันที่ระบุ (Nominal voltage) ที่อ้างอิงค่าจากตารางมาตรฐาน IEC 60038 ที่ค่าแรงดันต่ำความถี่ 50 Hz ระบบ 1 เฟสที่ค่า 230 โวลต์ และระบบ 3 เฟสที่ค่า 230/400 โวลต์ โดยตัวเลขแรก 230 โวลต์ คือค่าแรงดันเฟส หรือแรงดันเทียบดินและตัวเลขที่สอง 400 โวลต์ คือค่าแรงดันไลน์ หรือแรงดันเทียบระหว่างสายเส้นไฟ (L1 เทียบกับ L2, L2 เทียบกับ L3 และ L3 เทียบกับ L1) การออกแบบและอ้างอิงในการคำนวณค่าต่างๆทางไฟฟ้าไม่ว่าจะอยู่ในใดของระบบหรือวงจรไฟฟ้า แต่ในเกณฑ์ของเอกสาร ICL ค่าแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส อยู่ที่ 360-

440 เนื่องจากค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดและค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดจะมีการบวกลบค่ามาตรฐานไม่เกิน 10% ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน IEC60038 เช่นเดียวกัน

หัวข้อที่ได้ทำการยกตัวอย่างในการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Uninterruptible Power Supply (UPS) คือหัวข้อที่ 9 ของรอบการตรวจ Check M6 รอบ 6 เดือน รายละเอียดของ Description ที่ระบุการตรวจสอบเอาไว้คือ ตรวจวัดอุณหภูมิของ UPS เกณฑ์ในการวัดผล (Criteria) ที่ระบุเอาไว้คือ ต้องอยู่ในช่วง 30-45 องศา โดยเกณฑ์ในการวัดนี้อ้างอิงจากข้อมูลตัวอุปกรณ์ที่ทางผู้ผลิตได้กำหนดเอาไว้ คืออุณหภูมิของอุปกรณ์จะต้องอยู่ในช่วง 30-45 องศา หากอุณหภูมิเกินเกณฑ์ที่กำหนดอาจจะทำให้อุปกรณ์ภายในตัว UPS เสียหายได้ เช่นเดียวกับหากอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดก็สามารถทำให้อุปกรณ์ภายในตัว UPS ชำรุดและเสียหายได้เช่นกัน

4.4 ตัวอย่างของเอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Main Distribution Board (MDB) แสดงดังในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างเอกสาร ICL MDB (Main Distribution Board)

Inspection Check
Main Distribution Board (MDB)

System : ..... WORK ODER : ..... STATION : .....

SUB SYSTEM : ..... SUB LOCATION : ..... EQUIPMENT : ..... DATE : .....

Preventive Maintenance of Main Distribution Board (MDB) (M6)

Item No.	Description	Criteria	Result		Remark
			Pass	Fail	
1.	ตรวจเช็คการทำงานหลอดไฟแสดงสถานะ L1 , L2 , L3	ต้องติดสว่างทุกหลอด L1 , L2 , L3	☐	☐	
2.	ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆ Volt meter , Ammeter	ตัวเลขตัวอักษรสีไม่ซีดจาง , จอแสดงผลไม่มีรอยแตกร้าว	☐	☐	
3.	จดบันทึกค่ากระแสและแรงดันที่แสดงตาม Digital Meter	ค่าที่ต้องบันทึก 1.เฟส กับ เฟส ค่าอยู่ระหว่าง (360-440) 2.เฟส กับ นิวตรอน ค่าอยู่ระหว่าง (207-253) 3.ค่ากระแสตามการใช้งานของโหลด ของสถานี วัดมังกร-อิสรภาพ ไม่เกิน 3200A ของสถานี จรัญ13-บางโพ ท่าพระ-หลักสอง ไม่เกิน 1280A	L1-L2 : _____ V , L1-N : _____ L2-L3 : _____ V , L2-N : _____ L3-L1 : _____ V , L3-N : _____ L1 : _____ A L2 : _____ A L3 : _____ A		
4.	ตรวจการจ่ายโหลด ตู้ Main Distribution Board (MDA & MDB)	เบรกเกอร์ต้องอยู่ในตำแหน่ง Close ทุกตัว	☐	☐	
5.	ตรวจวัดอุณหภูมิของ Terminal และขั้วต่อสายไฟภายในตู้ Essentian Load และ Non-Essentian Load สถานีจรัญ 13 - บางโพ	ต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส	ค่าอุณหภูมิสูงสุด ตู้ Non-Essentian Load _____ องศา	☐	
			ค่าอุณหภูมิสูงสุด ตู้ Essentian Load _____ องศา	☐	
6.	ตรวจสอบ น็อต , สลักยึด , มือจับของประตู	ต้องแน่นสนิท ไม่หลุดหรือหลวม	☐	☐	
7.	ตรวจสอบสภาพสายภายในตู้ MDB	สายไฟเฉวนวนหุ้มต้องไม่ฉีกขาด ต้องไม่เปลี่ยนสีจากความร้อน	☐	☐	
8.	ตรวจสอบความสะอาดภายนอกตู้ MDB	ต้องสะอาด ไม่มีฝุ่นจับ	☐	☐	
9.	ตรวจสอบสภาพตู้ MDB	ต้องไม่มีคราบน้ำ หยดน้ำ ไอน้ำ จับที่ตู้	☐	☐	

Preventive Maintenance of Main Distribution Board (MDB) (Y1)

10.	ตรวจสอบภายในตู้ต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอมภายในตู้	ไม่มีสิ่งแปลกปลอม สัตว์ วัสดุ	☐	☐	
11.	ตรวจเช็คสายไฟและจุดเชื่อมต่อต่างๆ	ต้องแน่นสนิท ไม่มีรอยไหม้	☐	☐	
12.	ตรวจสอบฉนวนกั้นระหว่างเฟส	ต้องแน่นสนิท ไม่มีรอยแตกร้าว	☐	☐	
13.	ตรวจสอบสภาพ Bus Bar ด้านแรงดำสามเฟส	ต้องไม่มีคราบเขม่า การแตกร้าว การไหม้ การหลอมละลาย	☐	☐	
14.	ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ยึด Bus Bar	ยึดแน่น ไม่มีรอยแตกร้าว	☐	☐	
15.	ทดสอบการเคลื่อนชุด ACB ออกจาก Rack โดยการหมุน Crank Handle	ไม่มีการติดขัดขณะทำงาน	☐	☐	

Measuring Instrument

Item	Instrument Name	Model NO.	Serial NO.	Expire Date	Remark
1.					
2.					

Check by	Review by	Approvede by
Name :	Name :	Name : .....
Position :	Position :	Position : .....
Date :	Date :	Date : .....

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างอุปกรณ์ MDB (Main Distribution Board)

4.4.1 ตัวอย่างการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Main Distribution Board (MDB)

ภายใน Board ของ MDB นั้นประกอบไปด้วย AIR Circuit Breaker (ACB) , Molded Case Circuit Breaker (MCCB) , Circuit Breaker (CB) หัวข้อที่ได้ทำการยกตัวอย่างในการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Main Distribution Board (MDB) คือหัวข้อที่ 5 ของรอบการตรวจ Check M6 รอบ 6 เดือน รายละเอียดของDescription ที่ระบุการตรวจสอบเอาไว้คือ ตรวจวัดอุณหภูมิของ Terminal และขั้วต่อสายไฟภายในตู้ Essential Load และ Non – Essential Load เกณฑ์ในการวัดผล (Criteria) ที่ระบุเอาไว้คือ ต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 65 องศา โดยเกณฑ์ในการวัดนี้อ้างอิงจากมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2553 ระบุเอาไว้ว่า แรงดันไฟฟ้า สายไฟฟ้าตามมาตรฐานใหม่กำหนดแรงดันไฟฟ้าใช้งานเป็นค่า U_0/U ไว้ไม่เกิน 450/750 โวลต์แรงดัน U_0 หมายถึงแรงดันไฟฟ้าวัดเทียบ กับดิน เป็นค่ารากของกำลังสองเฉลี่ย (r.m.s.) และ U หมายถึงแรงดันไฟฟ้าระหว่างตัวนำ เป็น ค่ารากของกำลังสองเฉลี่ย เช่นกัน อุณหภูมิ สายไฟฟ้าตามมาตรฐานเดิมกำหนด อุณหภูมิใช้งานไว้ที่ 70°C ค่าเดียว แต่สายตาม มาตรฐานใหม่นี้กำหนดอุณหภูมิใช้งานของสาย ไว้สองค่าคือ 70°C และ 90°C ชนิดของฉนวนยังคงเป็นพีวีซี ฉนวนของสายไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 11-2553 เป็นพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) ทั้งชนิดที่มีอุณหภูมิใช้งาน 70 °C และ 90 °C

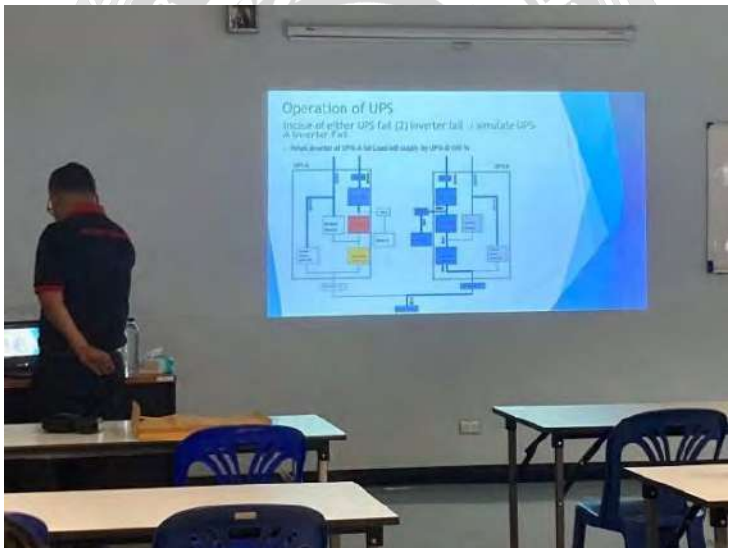
4.5 การอบรมพนักงานเกี่ยวกับเอกสาร Inspection Check List (ICL)

สืบเนื่องหลังจากได้ทำการออกแบบเอกสาร ICL ให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานของพนักงานแล้ว จึงต้องมีการอบรมให้ความรู้และความเข้าใจในระบบและเอกสาร ICL รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ ให้ถูกต้องตรงกัน รวมถึงรายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์ โดยผู้ที่อบรมเป็นวิศวกรภายในบริษัทที่มีประสบการณ์ เชี่ยวชาญ และวิศวกรจากบริษัทที่เป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรง ทำให้การทำงานและการใช้เอกสาร ICL ไปยังแนวทางเดียวกันและได้มาตรฐานตามวัตถุประสงค์ของการจัดการอบรมและจัดทำเอกสาร ICL

รูปที่ 4.7 การอบรมของอุปกรณ์ Uninterruptible Power Supply (UPS)

รูปที่ 4.8 การอบรมของอุปกรณ์ Uninterruptible Power Supply (UPS)

รูปที่ 4.9 การอบรมของอุปกรณ์ Uninterruptible Power Supply (UPS)



รูปที่ 4.10 การอบรมของอุปกรณ์ Uninterruptible Power Supply (UPS)

โดยรูปภาพตั้งแต่ 4.9 - 4.10 เป็นการอบรมของอุปกรณ์ Uninterruptible Power Supply (UPS) เป็นการอบรมที่วิทยากร เป็นวิศวกรจากบริษัทผลิตภัณฑ์โดยตรง ได้เข้ามาให้ความรู้หลักการทำงานต่างๆ ของระบบภายใน UPS เบื้องต้น และได้อบรมการใช้เอกสาร ICL ควบคู่กันไปถึงการตรวจ Check UPS เบื้องต้นเพื่อให้พร้อมต่อการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง

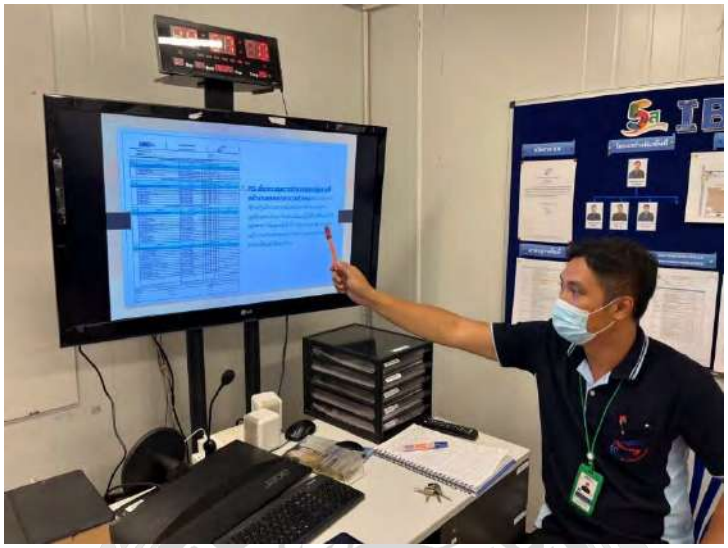
รูปที่ 4.11 การอบรมขั้นตอนการทำงาน

รูปที่ 4.11 เป็นการอบรมถึงขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้องและปลอดภัย ผู้ที่ทำการอบรม เป็นวิศวกรที่มีประสบการณ์ทำงาน และเชี่ยวชาญจากทางบริษัท จากการอบรมนี้ทำให้กระบวนการและขั้นตอนการทำงานของพนักงานเป็นระเบียบเรียบร้อยและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น และการปฏิบัติงานของพนักงานไปในแนวทางเดียวกัน มีการทำงานการตรวจ Check ที่ถูกต้อง ทำให้ลดปัญหาที่ทำให้อุปกรณ์ติดขัดระหว่างการทำงานได้มากยิ่งขึ้น

รูปที่ 4.12 การอบรมถึงการบริหารและการซ่อมบำรุงของอุปกรณ์ต่างๆ

รูปที่ 4.12 เป็นการอบรมถึงการบริหารและการซ่อมบำรุงของอุปกรณ์ต่างๆ โดย วิศวกรที่มีประสบการณ์ เชี่ยวชาญ เพื่อให้การทำงานราบรื่นเพราะการทำงานซ่อมบำรุงในแต่ละคืน ไม่ได้มีการ

ทำงานเพียงสถานีเดียว จะมีการเข้าซ่อมบำรุงหลายสถานีภายในระยะเวลา 1 คืน จึงต้องมีการจัดระเบียบการเข้าทำงาน เพื่องานที่ประสบผลสำเร็จและลุล่วงตามแผนงานที่ได้กำหนดเอาไว้



รูปที่ 4.13 การอบรมของเอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Main Distribution Board (MDB)

รูปที่ 4.13 เป็นการอบรมของเอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Main Distribution Board (MDB) โดยวิทยากรอบรมเป็น วิศวกรภายในบริษัทที่มีประสบการณ์เชี่ยวชาญ โดยการอบรมนี้เพื่อให้การปฏิบัติงานในการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ของ Main Distribution Board (MDB) ถูกต้องและไปในแนวทางเดียวกัน

รูปที่ 4.14 การอบรม Distribution Board (DB)

รูปที่ 4.14 เป็นการอบรมอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ Distribution Board (DB) โดยวิทยากรอบรมเป็น วิศวกรภายในบริษัทที่มีประสบการณ์ เชี่ยวชาญ โดยการอบรมนี้เพื่อให้พนักงานมีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์และการปฏิบัติงานในการตรวจ Check เอกสาร Inspection Check List (ICL) ถูกต้องและไปในแนวทางเดียวกัน

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานที่ บริษัท ไบนารี่ เพาเวอร์เอ็นจิเนียร์ริ่ง จำกัด ตั้งแต่วันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ.2566 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย โดยได้รับตำแหน่งช่างเทคนิค 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 ได้รู้จักขั้นตอนการทำงาน PM อย่างถูกต้อง

5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.4.1 ไม่สามารถทำงานตามขั้นตอน WI ได้ครบตามหัวข้อ
5.4.2 ไม่สามารถใช้งานเครื่องมือวัดได้ทั้งหมดในการปฏิบัติงาน

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

5.5.1 จัดการอบรมเพิ่มเติมในส่วนของขั้นตอนการทำงาน
5.5.2 มีการจัดอบรมการใช้เครื่องมือวัดและได้ลงหน้างานปฏิบัติงานจริง

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.6.1 หลังจากอบรมขั้นตอนการทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ควรมีการทดลองโดยมีอุปกรณ์จำลอง ให้ลองปฏิบัติงานจริง ก่อนที่จะลงหน้างานปฏิบัติงานจริง

5.6.2 ควรมีการจัดอบรมเพื่อทบทวนความจำอยู่บ่อยครั้ง

บรรณานุกรม

electricalroomthailand.com . (ม.ป.ป.). *หลักการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า* .
https://shorturl.asia/YgyWT

factomart. (ม.ป.ป.). *Automatic Transfer Switch (ATS)*
https://shorturl.asia/h1BDE

LNW SHOP. (2654). *เซอร์กิจ เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)*.
https://shorturl.asia/N8Gep

Sangchai Group. (ม.ป.ป.). *โครงตู้สวิทช์บอร์ด (Enclosure)*.
https://sangchaigroup.com/what-is-main-distribution-board/

Sangchai Group. (ม.ป.ป.). *MDB (Main Distribution Board).*
https://sangchaigroup.com/what-is-main-distribution-board/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การนิเทศงานสหกิจศึกษา

ชื่ออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

1.ผศ. ดร. ยงยุทธ นาราษฎร์

2.ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

3.อ. จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ชื่อ-นามสกุล วีรภัทร วงศ์แสน รหัสนักศึกษา 6423200012

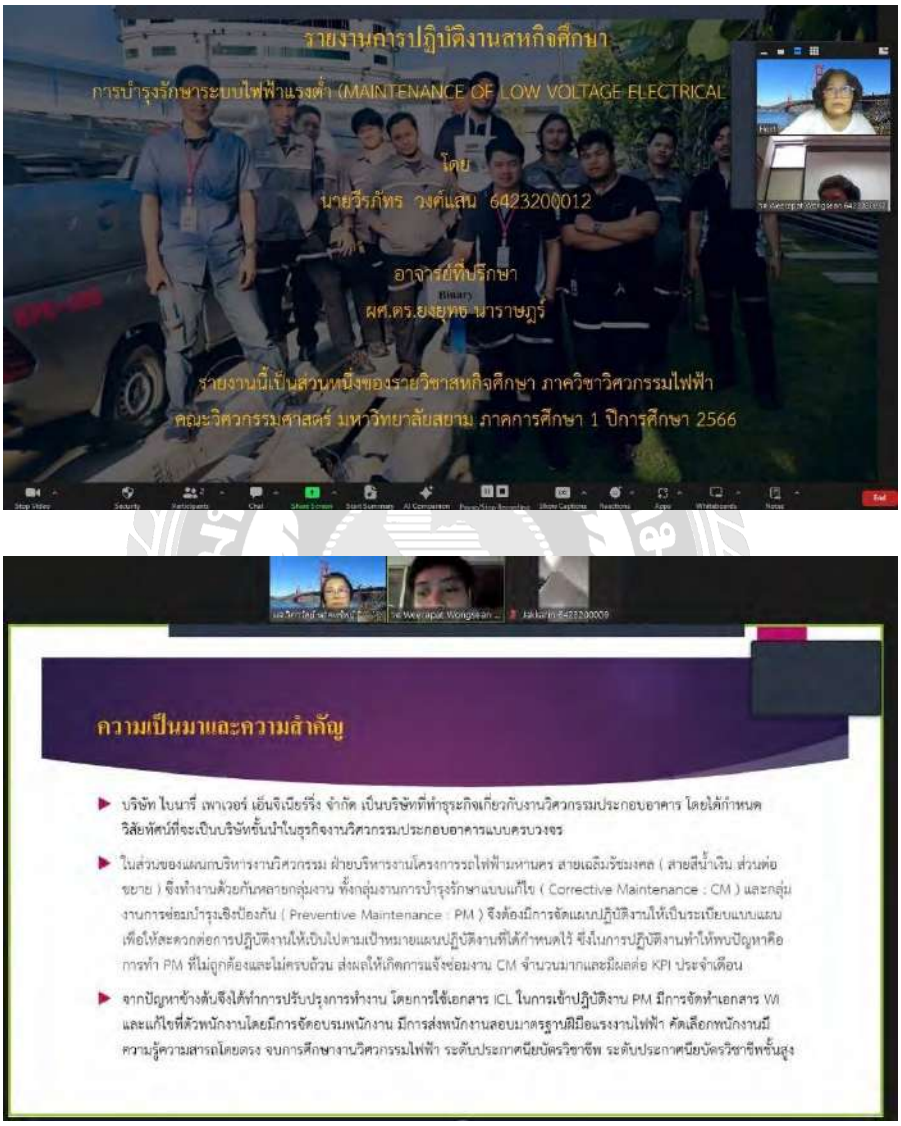
นิเทศงานสหกิจศึกษา ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ส่วนต่อขยาย)

รูปที่ ก-1 การนิเทศงานศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ส่วนต่อขยาย)

ภาคผนวก ข

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา สอบวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2567



รูปที่ ก-2 การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3749825	May 20, 2024 at 15:35 PM	weerapat.won@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	หน้าปก_merged (2).pdf	Completed	3.72 %

รูปที่ ก-3 การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล นายวีรภัทร วงศ์แสน
รหัสนักศึกษา 6423200012
เกิด 13 มิถุนายน 2543
ที่อยู่ 52 ซอย บางนา-ตราด5 ถนน บางนา
เขต บางนา อำเภอ บางนา
กรุงเทพมหานคร
10260
โทรศัพท์ 099-258-8704
E-mail weerapat.won@siam.edu

ประวัติการศึกษา

ปวช. วิทยาลัยเทคโนโลยีดอนบอสโก
ปวส. วิทยาลัยเทคโนโลยีดอนบอสโก
ปริญญาตรี วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรมมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม