สารบัญ

	หน้า
1. ระบบไฟฟ้าที่ดี	1
2. ความหมายของการบำรุงรักษา	2
3. วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา	3
4. ประโยชน์ที่ได้จากการบำรุงรักษา	3
5. เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษา	4
6. เทคนิคการบำรุงรักษาแบบต่างๆ	5
7. ลักษณะการเสื่อมสภาพของบริภัณฑ์ไฟฟ้า	6
8. สาเหตุของการชำรุด	7
9. การหาอายุการใช้งานของบริภัณฑ์	8
10. แผนการบำรุงรักษา	8
11. การเตรียมการก่อนการบำรุงรักษา (การเตรียมข้อมูล)	9
12. ขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบและบำรุงรักษา	10
13. การจัดการหลังการตรวจสอบ	12
14. บทสรุป	12
15. ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า	13

หลักการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้า (หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า) ต้องสามารถใช้งานได้ดีตามที่ต้องการ ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ และมีความเชื่อถือได้ วิศวกรไฟฟ้าและผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องให้ความสนใจและให้ความสำคัญในทุกขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การเลือกบริภัณฑ์ไฟฟ้า การติดตั้ง การตรวจรับงาน การใช้งาน และการบำรุงรักษาดังนั้นการที่จะให้ได้ระบบไฟฟ้าที่ดีจึงไม่ใช่เพียงการซ่อมบำรุงหรือการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเท่านั้น

ในบทความนี้เป็นการแนะนำถึงหลักการบำรุงรักษา และแนวทางการจัดทำระบบการบำรุงรักษา โดยไม่ได้ลงในรายละเอียดถึงวิธีการบำรุงรักษาบริภัณฑ์ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาเพิ่มเติม

1. ระบบไฟฟ้าที่ดี

รูปที่ 1 องค์ประกอบของระบบไฟฟ้าที่ดี

การที่จะให้ได้ระบบไฟฟ้าที่ดีนั้นต้องประกอบด้วยหลายส่วนด้วยกัน ดังนี้

1. **การออกแบบ** ต้องสอดคล้องและตรงกับความต้องการใช้งาน เป็นไปตามมาตรฐานฯ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และ มาตรฐานและข้อกำหนดของบริภัณฑ์ที่จะใช้งาน เป็นต้น ผู้ออกแบบต้องศึกษารายละเอียดทั้งหมดและดำเนินการให้ถูกต้อง โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมด้วย

การเลือกระบบไฟฟ้า ต้องมีความมั่นคงเชื่อถือได้ และมีความปลอกภัย โดยคำนึงถึงความสำคัญของการผลิตและค่าใช้จ่ายประกอบกัน ระบบที่มีความเชื่อถือได้สูงก็มักจะต้องมีค่าใช้จ่ายลงทุนสูงตามไปด้วย บางระบบอาจจำเป็นต้องมีระบบสำรองด้วย หรือบางระบบจะต้องคำนึงถึงการรบกวนด้วย เป็นต้น

2. การเลือกบริภัณฑ์ไฟฟ้า บริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับความต้องการใช้งาน ทั้งชนิดและขนาด รวมถึงสายไฟฟ้าและวิธีเดินสายด้วยเช่น บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้งานในบริเวณที่มีฝุ่น ละอองน้ำ การกัดกร่อน สารไวไฟ ก็ต้องเลือกให้เหมาะสมด้วย หรือถ้าเป็นการเดินสายฝังดินสายไฟฟ้าและวิธีการเดินสายก็ต้องเหมาะสมด้วยเช่นกัน

3. การติดตั้งระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้า การติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งที่เกี่ยวข้อง ตามข้อแนะนำของผู้ผลิตบริภัณฑ์ไฟฟ้า และติดตั้งด้วยความประณีตระมัดระวัง ไม่ทำให้บริภัณฑ์ชำรุดเสียหายระหว่างการติดตั้ง

4. การตรวจรับงาน เป็นขั้นตอนที่ทำให้มั่นใจว่าการเลือกใช้บริภัณฑ์และการติดตั้งตรงตามความต้องการและข้อกำหนด ผู้ที่ทำหน้าที่ตรวจรับงานจึงต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในจุดประสงค์ของงาน และที่สำคัญคือต้องมีจรรยาบัญในวิชาชีพด้วย

5. การใช้งาน เมื่อขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาข้างต้นถูกต้อง สมบูรณ์ การใช้งานก็เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ให้ถูกต้อง ไม่ใช้งานนอกเหนือหรือเลยจากที่ได้ออกแบบไว้ ผู้ใช้งานต้องศึกษาวิธีการใช้งานและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดด้วย

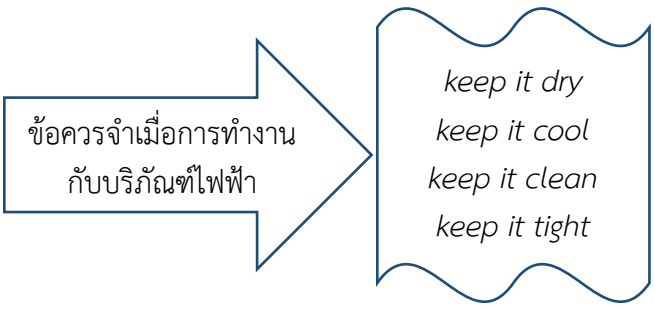
6. การตรวจสอบและบำรุงรักษา ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากบริภัณฑ์ไฟฟ้าย่อมมีการเสื่อมสภาพและชำรุด จึงจำเป็นต้องบำรุงรักษา ปกติจะทำทั้งในขณะที่ใช้งานและเมื่อชำรุด รวมถึงการตรวจสอบและตรวจวัดค่าต่าง ๆ ด้วยเพื่อประกอบการวางแผนการบำรุงรักษา

2. ความหมายของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา หมายถึงการพยายามรักษาสภาพของระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้มีสภาพที่พร้อมจะใช้งานตลอดเวลา การบำรุงรักษาจะครอบคลุมการซ่อมบำรุงด้วย ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงมีความหมายกว้างและครอบคลุมหลายเรื่อง แต่พอสรุปความหมายของการบำรุงรักษาได้ว่า

“การบำรุงรักษาเป็นการกระทำที่ผสมผสานกันทั้งด้านเทคนิคและการจัดการในอันที่จะคงไว้ซึ่งสภาพหรือเพื่อฟื้นฟูระบบและบริภัณฑ์ให้อยู่ในสภาพที่จะทำงานได้ตามที่ต้องการ”

การบำรุงรักษาตามความหมายที่กล่าว จึงมิใช่เป็นเพียงการซ่อมเมื่อพบว่าบริภัณฑ์เสียหรือชำรุดเท่านั้น การจัดการเรื่องการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญซึ่งมีหลายเทคนิคและหลายทฤษฎีด้วยกันเช่นเดียวกับการบริหารจัดการทั่วไป ผู้ที่เกี่ยวข้องจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม



3. วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษามีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าทำงานอย่างมีประสิทธิผล (effectiveness) เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ สามารถใช้งานได้เต็มกำลังความสามารถและตรงกับความต้องการที่ติดตั้งมากที่สุด

2. เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีสมรรถนะการทำงานสูง (performance) การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีขีดความสมารถสูง อายุการใช้งานยาวนาน ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าถ้าใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง จะเกิดความชำรุด สึกหรอ ถ้าหากไม่มีการปรับแต่งหรือทำการซ่อมบำรุงแล้วอาจเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหาย ทำงานผิดพลาด และขีดความสามารถในการใช้งานลดลง

3. เพื่อให้ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีความเชื่อถือได้ (reliability) ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้านอกจากจะต้องมีคุณภาพที่ดีแล้ว จะต้องมีความเชื่อถือได้สูง ทำงานได้ต่อเนื่อง เที่ยงตรง แม่นยำ ไม่มีความคลาดเคลื่อนใด ๆ ซึ่งต้องมีโปรแกรมการบำรุงรักษาที่ดีด้วย

4. มีความปลอดภัย (safety) ปัจจุบันความปลอดภัยถือเป็นหัวใจสำคัญและเป็นเป้าหมายที่สำคัญของสถานประกอบการที่จะรักษาไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ การจัดการความปลอดภัยปัจจุบันนี้ถือว่า อุบัติเหตุเป็นความสูญเสียของสถานประกอบการดังนั้นระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งานและผู้ปฏิบัติงานใกล้เคียง การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยคงสภาพความปลอดภัยที่มีอยู่เดิมได้ หรืออาจสามารถเพิ่มระดับความปลอดภัยในสูงขึ้นได้

4. ประโยชน์ที่ได้จากการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาที่ดีจะให้ประโยชน์กับสถานประกอบการหลายเรื่องด้วยกัน ดังนี้

1. ปริมาณการผลิตได้ตามต้องการ (Production) ถ้าระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้งานได้ดี ไม่ชำรุดระหว่างการผลิต ผลผลิตก็จะได้ปริมาณตามที่วางแผนไว้

2. สินค้าคุณภาพตามต้องการ (Quality) ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีส่วนสำคัญกับคุณภาพของผลผลิต สินค้าจำนวนไม่น้อยที่แม้เพียงไฟฟ้ากระพริบก็จะผลให้คุณภาพของสินค้าเสีย หรือสินค้าอาจใช้ไม่ได้เลย ตัวอย่างเช่นการทอผ้า ถ้าไฟฟ้ากระพริบจะทำให้เส้นด้ายขาด ผ้าที่ได้ก็มีตำหนิ ไม่ได้คุณภาพตามต้องการ

3. ผลิตสินค้าได้ตามเวลาที่กำหนด (Delivery) ปัจจุบันการวางแผนการผลิตมีความแม่นยำและไม่เผื่อเวลาไว้มาก แต่ถ้าระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าไม่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง หรือต้องหยุดเพื่อซ่อมแซมบ่อยแผนที่วางไว้ก็อาจผิดพลาดไม่ได้ตามที่กำหนดไว้ มีผลกระทบถึงกำหนดการส่งของที่อาจทำให้คลาดเคลื่อนไปได้ ซึ่งจะมีผลถึงความเชื่อมั่น หรือสูญเสียลูกค้าได้

4. มีค่าใช้จ่ายในการผลิตเหมาะสม (Cost) ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีผลโดยตรงกับค่าใช้จ่ายในการผลิต โดยปกติค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจะต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อม และถ้าการผลิตหยุดลงเนื่องจากระบบหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้งานไม่ได้ อาจจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลาเพื่อให้สินค้าเสร็จตามกำหนด ค่าใช้จ่ายในการผลิตจึงสูงขึ้น

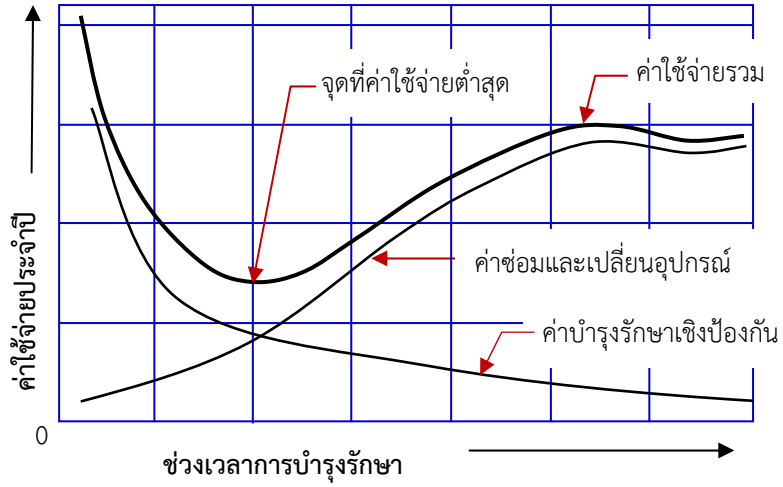
5. มีความปลอดภัยในระหว่างการใช้งาน (Safety) เนื่องจากไฟฟ้ามีอันตรายสูง ระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ชำรุดจึงอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายกับผู้ที่เกี่ยวข้องได้เช่น เกิดไฟรั่วและไฟดูด เป็นต้น ความปลอดภัยนี้หมายความรวมถึงความปลอดภัยของทรัพย์สินด้วย ทรัพย์สินอาจเสียหายจากเพลิงไหม้ที่มีเหตุจากไฟฟ้าได้ การบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยลดสาเหตุดังกล่าวได้

6. พนักงานมีขวัญและกำลังใจดี (Morale) เกี่ยวข้องกับหลายเรื่อง ที่เกี่ยวข้องโดยตรงคือความปลอดภัย ถ้าเคยเกิดอุบัติเหตุไฟฟ้าดูดพนักงานจนเสียชีวิต พนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ก็อาจขวัญเสีย เพราะกลัวจะเกิดอันตราย เพราะไฟฟ้ามองไม่เห็นการป้องกันอันตรายจึงยาก

7. ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (Environment) ตัวอย่างที่เห็นได้ง่าย เช่น หม้อแปลงไฟฟ้ารั่วมีน้ำมันไหลลงที่สาธารณะซึ่งเป็นการทำลายสภาพแวดล้อม เป็นต้น

5. เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษา

ถึงแม้การบำรุงรักษาเป็นเรื่องจำเป็นตามที่กล่าวแล้วในตอนต้น แต่การบำรุงรักษาก็มีค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษาเชิงป้องกันอาจต้องเปลี่ยนอุปกรณ์บางรายการก่อนที่จะชำรุดเช่นตามคาบเวลาที่ผู้ผลิตกำหนด ซึ่งในความเป็นจริงอุปกรณ์นั้นยังสามารถใช้งานได้อยู่ จึงเป็นค่าใช้จ่ายของสถานประกอบการ กรณีนี้เศรษฐศาสตร์กับการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญ เป็นการพิจารณาเรื่องความจำเป็นในการบำรุงรักษาเพื่อหาจุดคุ้มทุน หรือจุดที่ค่าใช้จ่ายต่ำสุด เป็นไปตามที่แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายกับช่วงเวลาการบำรุงรักษา

จากรูปที่ 2 กำหนดให้แกน X แทนช่วงเวลาการบำรุงรักษา และแกน Y แทนค่าใช้จ่ายประจำปี ถ้าดูที่กราฟเส้นค่าบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เมื่อช่วงเวลาการบำรุงรักษาสั้นหมายถึงมีความถี่ในการบำรุงรักษาสูงหรือบ่อย ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งประกอบด้วยค่าอุปกรณ์และแรงงานก็จะสูง และจะลดลงถ้าความถี่ในการบำรุงรักษาห่างออกไป สำหรับค่าใช้จ่ายในการซ่อมและเปลี่ยนอุปกรณ์จะเป็นไปในทางตรงข้าม หมายถึง ถ้าความถี่ในการบำรุงรักษาน้อยอุปกรณ์ก็มีโอกาสชำรุดหรือเสียหายมาก ค่าใช้จ่ายในการซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์จะมากขึ้นตามด้วย ผลรวมของค่าใช้จ่ายทั้งสองเส้นคือค่าใช้จ่ายรวม จุดที่ดีที่สุดคือจุดที่ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องพยายามหาจุดต่ำสุดนี้ให้ได้

หลายครั้งพบว่าผู้บริหารบางท่านไม่ได้ให้ความสำคัญกับค่าซ่อมและค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ และไม่ได้ศึกษาถึงจุดที่เหมาะสม จึงไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมได้ เพราะว่าถ้าความถี่ของการบำรุงรักษาสูงค่าใช้จ่ายก็จะสูงตามไปด้วย ถึงแม้ว่าอุปกรณ์จะชำรุดเสียหายน้อยก็ตาม อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายจะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายหรือค่าสูญเสียโอกาสจากการหยุดเครื่องจักร

ด้วย และในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายนี้ จะต้องมีการจัดเก็บข้อมูลที่ดีด้วยการเก็บข้อมูลการบำรุงรักษาจึงเป็นเรื่องสำคัญและใช้ประโยชน์ได้มาก

6. เทคนิคการบำรุงรักษาแบบต่างๆ

เทคนิคการบำรุงรักษามีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกับการจัดการ แต่ละสถานประกอบการอาจเลือกใช้เทคนิคต่างกันเนื่องจากสภาพแวดล้อมต่างกัน ตัวอย่างของเทคนิคการบำรุงรักษามีดังนี้

การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Break – down Maintenance) คือ การบำรุงรักษาเมื่อระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการชำรุดและต้องหยุดใช้งานฉุกเฉิน หรือเรียกอีกอย่างว่า ซ่อมเมื่อพบว่าชำรุด วิธีการนี้ถึงแม้จะเป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษาแต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากอุปกรณ์ทั้งหลายแม้ว่าจะได้รับการบำรุงรักษาป้องกันดีเยี่ยมเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุขัดข้องต้องหยุดเพื่อซ่อมฉุกเฉินได้ตลอดเวลา แต่ควรต้องให้มีน้อยที่สุด

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ การบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันเหตุขัดข้องหรือการหยุดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าแบบฉุกเฉิน สามารถทำได้ด้วยการตรวจวัดและสภาพบริภัณฑ์ การทำความสะอาด และหล่อลื่นโดยถูกวิธี การปรับแต่งให้อุปกรณ์ทำงานที่จุดทำงานตามคำแนะนำของคู่มือ รวมทั้งการบำรุงและเปลี่ยนชิ้นส่วนตามกำหนดเวลา

การตรวจวัด เป็นวิธีหนึ่งในการตรวจสภาพบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น การวัดค่าความเป็นฉนวน และการวัดความร้อน เป็นต้น ค่าที่ได้จากการตรวจวัดจะนำมาวิเคราะห์หาการเสื่อมสภาพและวางแผนการบำรุงรักษาต่อไป

การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) คือ การดำเนินการเพื่อการดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์หรือส่วนของอุปกรณ์เพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังให้หมดไปโดยสิ้นเชิง

การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive) คือ การดำเนินการใด ๆ ก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งอุปกรณ์ที่ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา หรือถ้ามีก็ต้องน้อยที่สุด สามารถดำเนินการได้โดยการออกแบบระบบและบริภัณฑ์ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการใช้งาน รวมทั้งติดตั้งถูกต้องได้มาตรฐาน และในระหว่างใช้งานก็มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอีกด้วย

การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance) คือ กรรมวิธีการบำรุงรักษาที่นำเอาการบำรุงรักษาที่กล่าวข้างต้น มาประกอบเข้าด้วยกัน การบำรุงรักษาที่ดี ย่อมจะไม่อาศัยการบำรุงรักษาชนิดหนึ่งชนิดใดเพียงอย่างเดียว แต่ควรที่จะใช้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการ “ทวีผล” และมีประสิทธิผลสูงสุด

การบำรุงรักษาทวีผลรวม (Total Productive Maintenance) คือ การบำรุงรักษาที่นำเอาวิธีการข้างต้นมาประยุกต์ใช้ และเพิ่มเติมเทคนิคบางอย่างเข้าไปด้วยเช่น การระดมคนทุกคนที่ทำงานอยู่ตามสายการผลิตต่าง ๆ และผู้ทำหน้าที่บำรุงรักษาโดยตรงให้มีส่วนรับผิดชอบในการบำรุงรักษาอุปกรณ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีผลผลิตตามที่ได้ออกแบบหรือตามที่กำหนดไว้ ตัวอย่างหลักคิดของการบำรุงรักษาทวีผลรวม 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

7. ลักษณะการเสื่อมสภาพของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ลักษณะการเสื่อมสภาพของระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. แบบค่อย ๆ เสื่อมสภาพลงไปตามอายุการใช้งานพบว่าอัตราการเสื่อมสภาพของระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น การออกแบบ การเลือกวัสดุ และการติดตั้งเป็นต้น การเสื่อมสภาพเช่นนี้ มักจะมีอาการแสดงบอกล่วงหน้า ในระยะแรกค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงอาจไม่สูง แต่ต่อไปยิ่งนานวันเข้าค่าใช้จ่ายจะสูงมากขึ้นตามลำดับจนถึงจุดที่ไม่คุ้มค่าใช้จ่าย หรือไม่สามารถใช้งานต่อได้ จำเป็นต้องเลิกใช้งานไป

ลักษณะการเสื่อมสภาพแบบนี้ เราสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้จากการวัด การทดสอบ และการดูอัตราการชำรุดของอุปกรณ์ (failure rate) ซึ่งบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะมีอายุการใช้งานและการเสื่อมสภาพแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการออกแบบ คุณภาพของบริภัณฑ์ และการใช้งาน อัตราการชำรุดสามารถแยกออกเป็นหลายระยะ ดังที่แสดงในรูปที่ 3

2. การเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใดการชำรุดเสื่อมสภาพเช่นนี้อาจจะไม่มีอาการแสดงออกมาให้เห็นและไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ประสิทธิภาพไม่ได้ตกต่ำก่อน เช่น อุปกรณ์ภายในชำรุด แตกหัก ฉนวนชำรุดหรือเสื่อมสภาพลงก่อนถึงเวลาอันสมควรเช่น หลอดไฟขาด สายพานขาด หน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้าละลาย หรือเกิดอุบัติเหตุหรือ Fault จนอุปกรณ์ได้รับความเสียหาย จะทราบเหตุก็ต่อเมื่อบริภัณฑ์หยุดทำงานแล้วซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ จำเป็นต้องเตรียมพร้อมสำหรับการซ่อมบำรุง

ในการวางแผนการบำรุงรักษา จำเป็นต้องทราบลักษณะการเสื่อมสภาพของบริภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะได้เตรียมการได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการบันทึกประวัติการบำรุงรักษา ศึกษาธรรมชาติของบริภัณฑ์ต่าง ๆ และการวิเคราะห์สาเหตุการชำรุด จึงมีความสำคัญมาก

จากลักษณะของการเสื่อมสภาพจะสามารถวางกลยุทธการบำรุงรักษาที่เหมาะสม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 วิธีด้วยกัน ดังนี้

1. ใช้งานจนกว่าชำรุดจึงซ่อมบำรุง เหมาะกับอุปกรณ์ที่โอกาสชำรุดไม่แน่นอน มีลักษณะการเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด หรือการชำรุดมีผลกระทบต่อการทำงานน้อย
2. บำรุงรักษาตามเวลาที่กำหนด เหมาะกับอุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดหรือมีอายุการใช้งานที่แน่นอน และใช้กับอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพแบบทันทีทันใดได้ด้วย
3. บำรุงรักษาเมื่อเสื่อมสภาพ เหมาะกับอุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดหรือมีอายุการใช้งานทั้งที่แน่นอนที่ไม่แน่นอน และใช้กับอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพแบบทันทีทันใดได้ด้วย
4. การออกแบบที่ไม่ต้องบำรุงรักษา ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาจะเข้ามามีส่วนร่วมกับการออกแบบ กำหนดรายละเอียดของบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์ เพื่อให้ได้บริภัณฑ์ที่คุณภาพดี ตรงตามความต้องการใช้งาน เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ซึ่งทำให้ลดการบำรุงรักษาลง และถ้าต้องบำรุงรักษาก็ทำได้ง่าย

8. สาเหตุของการชำรุด

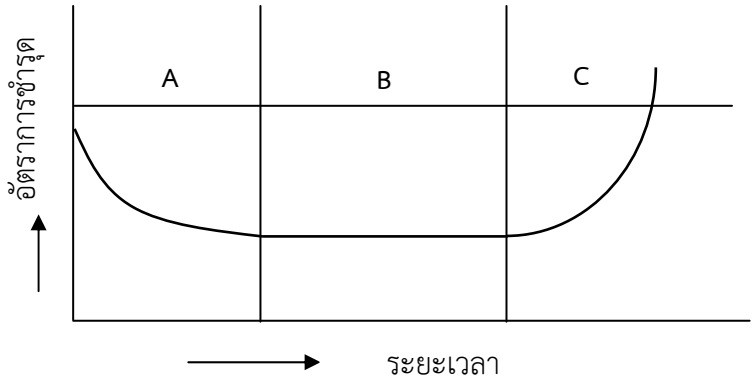
การทราบสาเหตุการชำรุดจะทำให้สามารถหาวิธีแก้ไขและป้องกันได้ โดยทั่วไปสาเหตุการชำรุดมี 4 ประการ ดังนี้

1. จากการติดตั้ง
2. จากการใช้งาน
3. จากตัวบริภัณฑ์เอง(การผลิต)
4. ตามสภาพ

การชำรุดจากการติดตั้ง สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากผู้ติดตั้งขาดความรู้ ความชำนาญ และผู้ควบคุมงานไม่ดูแลเอาใจใส่อย่างจริงจัง

การชำรุดจากการใช้งาน แบ่งเป็นสาเหตุชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งานและขณะใช้งาน

1. สาเหตุการชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งาน สาเหตุหลักเกิดจากกรณีดังต่อไปนี้
    - ก. การออกแบบไม่ถูกต้อง
    - ข. วัสดุไม่มีคุณภาพ
    - ค. การประกอบไม่เหมาะสม
    - ค. การติดตั้งไม่ถูกต้อง เหมาะสม
    - ง. ใช้งานไม่ถูกต้อง หรือใช้งานไม่เป็น
2. สาเหตุการชำรุดระหว่างการใช้งานสาเหตุหลักเกิดจากกรณีดังต่อไปนี้
    - ก. ใช้งานไม่ถูกต้อง / เกินหรือผิดจากที่ได้ออกแบบไว้
    - ข. ขาดการบำรุงรักษาที่เหมาะสม
    - ค. จากสภาพแวดล้อม
    - ง. ข้อบกพร่องของอุปกรณ์/เครื่องจักร



รูปที่ 3 อัตราการชำรุดของบริภัณฑ์ในระยะต่าง ๆ

จากรูปที่ 3 ซึ่งแสดงถึงอัตราการชำรุดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ช่วงระยะเวลา A แสดงการชำรุดเมื่อเริ่มต้นใช้งาน มีสาเหตุตามที่กล่าวข้างต้น เทคนิคการบำรุงรักษาที่ใช้คือ การป้องกันการบำรุงรักษา

การชำรุดในในย่าน B เป็นการชำรุดจากการใช้งาน เทคนิคที่ใช้คือการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การชำรุดในย่าน C เป็นการชำรุดเนื่องจากบริภัณฑ์หมดอายุหรือเป็นการชำรุดตามสภาพ เทคนิคที่ใช้คือการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง

การทราบอัตราชำรุดตามช่วงระยะเวลาการใช้งานดังกล่าว เราก็จะทราบว่าจุดที่อุปกรณ์เริ่มเสื่อมคุณภาพซึ่งจะได้นำมาใช้เตรียมการซ่อมบำรุงรักษาต่อไป ซึ่งการพยากรณ์จำเป็นต้องมีข้อมูลที่เพียงพอและผู้ทำการพยากรณ์ทราบถึงวิธีการพยากรณ์ด้วย

9. การหาอายุการใช้งานของบริภัณฑ์

ถ้าเราสามารถทราบอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ไฟฟ้าได้ ก็จะสามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับค่าใช้จ่าย แต่เนื่องจากอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ไฟฟ้าอาจเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยต่าง ๆ การหาอายุการใช้งานจึงเป็นการประมาณการเพื่อหาอายุเฉลี่ย หรืออัตราการชำรุด ดังนี้

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

อายุเฉลี่ย (meantime between failure หรือ MTBF) ของบริภัณฑ์ไฟฟ้าคือส่วนกลับของอัตราการชำรุดได้ดังนี้

Meantime between failure (MTBF) $= 1 / \lambda$

ตัวอย่าง ในการใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเครื่องจักรชนิดหนึ่งในช่วงเวลา 10,000 ชั่วโมง พบว่าขดลวดของมอเตอร์มีการชำรุด 10 ครั้ง จะหาอัตราการชำรุดได้ ดังนี้

อัตราการชำรุด = 10/10,000 = 0.001 ครั้งต่อชั่วโมง

หรือ MTBF = 1/0.001 = 1,000 ชั่วโมงต่อครั้ง

จากตัวอย่างจะเห็นว่าอายุการใช้งานของขดลวดมีค่าประมาณ 1,000 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้สามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้ อย่างไรก็ตาม มอเตอร์ยังมีชิ้นส่วนอื่นอีกที่ชำรุด เช่น แบริ่ง จำเป็นต้องหาอายุการใช้งานด้วยเช่นเดียวกัน การหาอายุเฉลี่ยจะประสบความสำเร็จได้จึงต้องมีการบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงที่ถูกต้องและยาวนาน ระยะเวลาและจำนวนตัวอย่างยิ่งมากข้อมูลที่ได้ก็จะมีความแม่นยำยิ่งขึ้น

10. แผนการบำรุงรักษา

ในการบำรุงรักษาจะมีวิธีการเข้าไปบำรุงรักษาแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้มีหน้าที่ควบคุมดูแล ดังนี้

1. การบำรุงรักษาตามปกติ (routine maintenance) หมายถึง การทำการบำรุงรักษาหรือตรวจสอบอุปกรณ์ประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน หรือ ประจำปี ซึ่งตามลักษณะงานนั้นผู้ปฏิบัติงานในฝ่ายซ่อมบำรุงจะเป็นผู้ทำเอง เป็นงานที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากหรือสลับซับซ้อนมากเกินไป เช่น การสังเกต เช็ดถู ทำความสะอาดอุปกรณ์ การจดบันทึกค่า การตรวจสอบหาสิ่งผิดปกติเช่น สี เสียง ความร้อน การหล่อลื่นอุปกรณ์ การปรับแต่งตามความจำเป็น การแก้ไขเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่น เปลี่ยนฟิวส์ เปลี่ยนหลอดไฟ เป็นต้น

2. การบำรุงรักษาหรือตรวจซ่อมตามแผนที่กำหนด (periodic schedule repair) หมายถึง การบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมตามกำหนดเวลาที่วางไว้ อันเนื่องมาจากสภาพอายุการใช้งานของอุปกรณ์หรือตามกำหนดวันว่างของอุปกรณ์เช่น การบำรุงรักษาหม้อแปลง และการบำรุงรักษาแผงสวิตช์ เป็นต้น การบำรุงรักษาแบบนี้อาจต้องทำการตรวจวัดเพื่อประมาณอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ หรือตามข้อแนะนำของผู้ผลิตบริภัณฑ์นั้น

11. การเตรียมการก่อนการบำรุงรักษา (การเตรียมข้อมูล)

การบำรุงรักษาที่ดีจำเป็นต้องมีระบบฐานข้อมูลที่พร้อมและเพียงพอ การที่จะประสบความสำเร็จได้นั้นจะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกคนที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่สำคัญมีดังนี้

1. วิธีตรวจสอบและทดสอบบริภัณฑ์ทั้งหมดเนื่องจากบริภัณฑ์ไฟฟ้าแต่ละรายการจะมีวิธีการตรวจสอบและบำรุงรักษาต่างกัน บางรายการอาจมีความซับซ้อนและยุ่งยาก สถานประกอบการจึงควรจัดทำวิธีการในการตรวจสอบและบำรุงรักษาเก็บไว้ด้วยเพื่อใช้อ้างอิงในเวลาที่ต้องการและเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้อ้างอิงและปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

2. สำเนารายงานการตรวจสอบครั้งก่อน เนื่องจากการตรวจสอบต้องมีการจดบันทึกค่าต่าง ๆ มาใช้วิเคราะห์หาความต้องการในการบำรุงรักษา และในการวิเคราะห์ผลบางอย่างจำเป็นต้องใช้ข้อมูลย้อนหลังมาประกอบด้วย การเก็บประวัติรายงานการตวจสอบจึงจำเป็น การเก็บควรจัดระบบการเก็บเอกสารให้สามารถค้นหาได้สะดวกด้วย

3. Single Line & Schematic Diagram คือ แบบไฟฟ้าทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง แบบไฟฟ้าจะต้องเป็นแบบที่ทันสมัย ตรงตามความเป็นจริง หลายสถานประกอบการอาจไม่มีเก็บไว้หรือที่มีก็ไม่ได้แก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องตามความเป็นจริง จำเป็นต้องจัดทำขึ้นใหม่

4. บันทึก Name Plate ที่สมบูรณ์ทั้งหมด ข้อมูลนี้มีความสำคัญและจำเป็น เนื่องจากพบว่าหลายครั้งที่เมื่อต้องการเปลี่ยนบริภัณฑ์บางรายการแต่หารายละเอียดไม่ได้เพราะ Name Plate เดิมหลุดหาย

5. แค๊ตตาล็อกของผู้ขาย เมื่อติดตั้งบริภัณฑ์เสร็จแล้วควรเก็บแค๊ตตาลอกไว้ด้วย เนื่องจากมีข้อมูลที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้

6. แบบการทำรายงาน เป็นรายงานสรุปผลการตรวจสอบและบำรุงรักษาที่หลายสถานประกอบการใช้ในการนำเสนอให้ผู้บังคับบัญชาทราบว่าได้ดำเนินการอะไรไปบ้าง ข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาประกอบการวิเคราะห์ และวางแผนการบำรุงรักษาครั้งต่อไป

7. คู่มือการบำรุงรักษา บริภัณฑ์หลายรายการจะมีคู่มือการบำรุงรักษาให้มาด้วย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก กรณีไม่มีอาจต้อจัดทำขึ้นเองโดยอาศัยประสบการณ์จากบุคลากรในหน่วยงาน

8. ทะเบียนประวัติบริภัณฑ์ไฟฟ้า การทำทะเบียนประวัติบริภัณฑ์ไฟฟ้าก็เหมือนกับประวัติผู้ป่วยของโรงพยาบาล จะทราบว่าได้เคยทำการบำรุงรักษาอะไรไปบ้าง เปลี่ยนชิ้นส่วนใดไปแล้วบ้าง

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

รูปที่ 4 ตัวอย่างการ์ดประวัติการบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้า

12. ขั้นตอนการดำเนินการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ในแผนการบำรุงรักษาสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนแรกเป็นการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามคาบเวลาที่กำหนด ถึงแม้ว่าบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์จะยังสามารถใช้งานได้ก็ตาม เป็นการป้องกันบริภัณฑ์ชำรุดระหว่างการใช้งานที่อาจเกิดผลกระทบสูง และอีกส่วนหนึ่งคือการตรวจสอบเพื่อการบำรุงรักษา เป็นการดำเนินการตรวจสอบและตรวจวัดก่อน เมื่อพบข้อบกพร่องก็ค่อยทำการบำรุงรักษา โดยอาจดำเนินการบำรุงรักษาในเวลานั้นเลยหรือภายหลังก็ได้ตามความจำเป็น ในการตรวจสอบและบำรุงรักษาจะแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. สำรวจและจัดทำรายชื่อบริภัณฑ์ไฟฟ้าทั้งหมดเป็นการจัดทำประวัติเพื่อให้ทราบว่าในสถานประกอบการนั้น มีบริภัณฑ์ไฟฟ้าอะไรบ้างที่ต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

2. แบ่งกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญของบริภัณฑ์ นำรายการบริภัณฑ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่มีมาเรียงลำดับความสำคัญ โดยเรียงลำดับจากบริภัณฑ์ที่มีผลกระทบสูงต่อผลผลิต ความปลอดภัย และการจัดหาอะหลั่ย สาเหตุที่ต้องเรียงลำดับความสำคัญนั้นเนื่องจากทรัพยากรในการตรวจสอบและบำรุงรักษามีจำกัด รวมทั้งจะต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายด้ายเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย โดยพิจารณาองค์ประกอบเพิ่มเติมดังนี้

ก. ถ้ามีอุปกรณ์สำรอง ความจำเป็นในการทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาอาจลดลง แต่ถ้าเมื่อเกิดbreakdown แล้วค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงก็อาจต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ข. ถ้าค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงจนไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ หรือไม่สามารถลดปัญหาการสึกหรอและการชำรุดได้ก็ไม่จำเป็นต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ค. ถ้าอุปกรณ์จะล้าสมัยก่อนเวลาชำรุด ก็อาจไม่ต้องทำการตรวจสอบและบำรุงรักษา

3. **จัดทำรายที่ต้องตรวจสอบและวิธีการตรวจสอบและบำรุงรักษา** วิธีที่ดีคือจัดทำในลักษณะของ Checklists แสดงรายการที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดของแต่ละบริภัณฑ์ รวมทั้งวิธีการตรวจสอบโดยย่อ เพื่อผู้ที่จะทำการตรวจสอบจะได้ดำเนินการได้โดยไม่หลงลืม ตัวอย่างส่วนหนึ่งของ Checklists การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนน้ำมันเป็นไปตามรูปที่ 5

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

ตัวอย่าง

รูปที่ 5 ตัวอย่าง “ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน”

4. **จัดทำใบรายการบำรุงรักษาและตารางเวลาการบำรุงรักษา**เนื่องจากรายการตรวจสอบและบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น หม้อแปลงไฟฟ้าตามที่แสดงข้างบนนั้น บางรายการไม่ได้ทำในคาบเวลาเดียวกัน โดยบางการทำทุกวันเช่น การจดค่าอุณหภูมิน้ำมัน แต่บางรายการปีละครั้ง เช่น การวัดค่าความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลง หรือบางรายการจะทำหลังเกิดเหตุ เช่น กับดักฟ้าผ่าจะทำหลังจากเกิดเหตุฝนฟ้าคะนอง หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำหลังเกิดการลัดวงจรที่รุนแรง เป็นต้น ดังนั้น จากตารางการตรวจอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงดังกล่าว จึงสามารถแยกออกเป็นหลายใบตามคาบเวลา เพื่อให้สามารถจ่ายงานได้สะดวกขึ้น

5. **เตรียมความรู้ให้พนักงาน** ผู้ที่จะทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาจำเป็นต้องมีความรู้อย่างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิผล และมีความปลอดภัย ความรู้พื้นฐานที่ต้องทราบเป็นอย่างน้อย มีดังนี้

ก. โครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์

ข. วิธีเฉพาะสำหรับการทำงาน (ถ้ามี)

ค. อันตรายจากไฟฟ้าที่อาจเกิดได้จากตัวอุปกรณ์หรือจากการทำงาน

ง. การระมัดระวังเป็นพิเศษการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE) การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือฉนวน และการใช้เครื่องมือทดสอบ

จ. เทคนิคและความชำนาญที่จำเป็นในการแยกแยะส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง

ฉ. เทคนิคและความชำนาญที่จำเป็น ที่จะทราบถึงระดับแรงดันของส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่ง

ช. กระบวนการที่จำเป็นในการหาระดับอันตรายและการขยายตัวของอันตราย

ซ. การวางแผนการทำงานที่จำเป็นเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

6. จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือจากใบรายการบำรุงรักษานำมากำหนดแผนการใช้ทรัพยากรได้ดังรายการต่อไปนี้

ก. แรงงานที่ต้องการใช้

ข. เครื่องมือที่ต้องใช้

ค. อะไหล่และอุปกรณ์อื่นๆ เช่นเครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคล

ง. กำหนดเป็นงบประมาณค่าใช้จ่ายได้

7. ทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาโดยใช้ Checklists

8. สรุปผล วิเคราะห์และรายงานรวมทั้งแก้ไขปรับปรุง เมื่อทำการตรวจสอบแล้ว สิ่งสำคัญคือต้องสามารถวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบได้ ว่ายังสามารถใช้งานต่อได้หรือไม่อย่างไร และบางรายการสามารถประมาณอายุการใช้งานได้ เช่น ฉนวนไฟฟ้า เพื่อจะได้นำมาประกอบการวางแผนการบำรุงรักษาต่อไป และบันทึกรายการอุปกรณ์ที่ทำการเปลี่ยนไปแล้วด้วย (ตามคาบเวลาที่ผู้ผลิตแนะนำหรือจากการตรวจพบ)

9. บำรุงรักษาตามความจำเป็น การบำรุงรักษาอาจทำไปพร้อมกันกับการตรวจสอบ หรือภายหลังก็ได้ โดยพิจารณาถึงความจำเป็น ความรุนแรง และทรัพยากรที่มีประกอบด้วย

13. การจัดการหลังการตรวจสอบ

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวสสอบและการตรวจวัดนั้นมีความสำคัญมาก อุปกรณ์บางอย่างอาจจำเป็นต้องตรวจวัดในรายละเอียดเพิ่มเติมอีกเพื่อความชัดเจนและเพิ่มความมั่นใจ รายละเอียดการวิเคราะห์ผลนั้นจะไม่กล่าวในที่นี้ ผู้อ่านจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมต่างหาก

หลังการตรวจสอบและตรวจวัดค่าต่าง ๆ และนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่าจำเป็นต้องทำการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ จะต้องวางแผนการซ่อมบำรุงตามความจำเป็นเร่งด่วน โดยจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต ความพร้อมของบุคลากรและอะหลั่ย

14. บทสรุป

หลักการตรวจสอบและบำรุงรักษาตามที่กล่าวข้างต้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดระบบการบำรุงรักษาให้ทำได้อย่างเป็นระบบ ที่สำคัญคือผู้ที่ทำหน้าที่จะต้องเป็นผู้ที่ความรู้เรื่องการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเป็นอย่างดี ให้ความสำคัญกับระบบการจัดเก็บและการวิเคราะห์ข้อมูล และใฝ่หาความรู้ตลอดเวลาด้วย เพราะเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

15. ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าต่อไปนี้เป็นเพียงตัวอย่างที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ โดยสามารถปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพของสถานประกอบการ

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงน้ำมัน

✓	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
	อุปกรณป้องกันต่าง ๆ	ตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงาน และสภาพทั่วไป
	วัดค่าความต้านทานฉนวน	วัดค่าความต้านทานฉนวนระหว่างขดลวดแรงสูงกับแรงต่ำ และความต้านทานระหว่างขดลวดกับตัวถังหม้อแปลงด้วยเมกโอห์มมิเตอร์
	วัดค่าความต้านทานของขดลวดหม้อแปลง	วัดค่าความต้านทานของขดลวด กรณีที่แช่ในน้ำมันต้องจดอุณหภูมิของน้ำมันไว้ด้วย
	วัดค่า Exciting current	วัดค่า Exciting current ของหม้อแปลงขณะที่ไม่มีโหลด
	วัดเพาเวอร์แฟกเตอร์	วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ด้วยเครื่องมือวัดฯ เพื่อหาค่าพลังงานสูญเสียในฉนวน

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงชนิดแห้ง

✓	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. ระบบการเดินสายไฟฟ้า

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาสายไฟฟ้าและการเดินสายทั่วไป

✓	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

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบการเดินสายอากาศ

✓	รายการ	การดำเนินการ
	เสาไฟฟ้า	ตรวจสภาพเสาว่าเอนเอียงแตกหักคอดินร้าว หรือปักอยู่ในที่ล่อแหลมต่อการเกิดอันตราย ถ้าพบต้องแก้ไข
	ลูกถ้วย	ตรวจสภาพแตกบิ่นมีรอยคราบที่ผิวความมันของผิวลูกถ้วย
	คอนสาย	แตกผุหักร้าว 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 คอมเปาด์ว แคล้มป์เปลี่ยนสีเป็นน้ำตาลหรือดำ เป็นต้นและวัดความร้อน
	การต่อลงดิน	สภาพสาย จุดต่อสายดินหลุด หลวม วัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน

3. การตรวจสอบ Switchgear และแผงสวิตช์

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้ LV & MV Switchgear

✓	รายการ	การดำเนินการ
	สภาพสถานที่ติดตั้ง	มีสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องและเป็นเชื้อเพลิงหรือไม่ ฐานเอียงหรือทรุด กรณีติดตั้งในห้องต้องตรวจการระบายอากาศว่าใช้ได้ดีหรือไม่
	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 การต่อลงดินของชิลด์
	สายไฟฟ้า	ตรวจสภาพสายไฟฟ้า และอุปกรณ์การเดินสายในตู้และส่วนที่เข้าตู้
	บัสบาร์	การจับยึด ความร้อน การต่อกับสายและอุปกรณ์
	ลูกถ้วยรองรับบัสบาร์	ตรวจความสกปรก ตรวจว่าหลุด หลวม ร่องรอยชำรุด (Tracing) การเปลี่ยนสี รอยแตกบิ่น พร้อมทำความสะอาด
	CT & PT	รอยแตกร้าว การต่อสาย
	ความเป็นฉนวนไฟฟ้าและ Power Factor	หลังจากทำความสะอาดแล้ว วัดค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าต่าง ๆ และ Power Factor ตามวิธีที่กำหนด (CB ใหม่จะมี PF 1-2&)
	การต่อลงดินและการต่อฝาก	สภาพจุดต่อลงดินที่ตู้และที่หลักดิน การต่อฝากของฝาตู้ วัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน สภาพสายดินและสายต่อฝาก และขันจุดต่อสายให้แน่นอีกครั้ง
	Heater	ตรวจสอบการทำงาน และระบบควบคุมการทำงาน
	เครื่องวัดต่าง ๆ	ตรวจสภาพทั่วไป การชำรุด แตกหัก และการทำงาน
	หลอดไฟ (Indicator lamp)	ตรวจว่ายังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ หลอดไม่หลุด ไม่แตก
	Protective relay	ตรวจสอบการทำงานด้วยเครื่องมือทดอสอบ
	สวิตช์ควบคุมต่าง ๆ	ตรวจสภาพและการทำงาน
	ชุด draw out	ดึงเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด draw out ออก ตรวจหน้าสัมผัสและทำความสะอาด ตรวจการ draw out ว่าคล่องตัวหรือไม่ ใส่สารหล่อลื่น ตรวจกลไกและการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
	เซอร์กิตเบรกเกอร์	ตรวจการทำงานและระบบ interlock ทำการทดสอบตามวิธีที่กำหนด
	ทดสอบการทำงาน	ตรวจการทำงานทางไฟฟ้า และระบบอินเตอร์ล็อกอีกครั้ง
	ตรวจแผ่นป้ายประจำเครื่อง	ตรวจแผ่นป้ายประจำเครื่องว่าตรงกับที่ระบุในแบบไฟฟ้าหรือไม่ ถ้าพบว่าไม่ตรงให้ระบุลงในรายงานการตรวจสอบ
	ตรวจ mimic diagram	ตรวจวงจรการต่อสายว่าตรงกับ mimic diagram หรือไม่ ถ้าไม่ตรงให้ระบุลงในรายงานการตรวจสอบ
	ทำความสะอาด	ตรวจตัวตู้และทำความสะอาดอีกครั้ง

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษา 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

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษา 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

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงสูง

✓	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 และขันใหม่ให้แน่น
	ไส้ฟิวส์	ตรวจสภาพไส้ฟิวส์ กรณีเป็น power fuse ตรวจชุด renewable ว่ามีการผุกร่อน ร่องรอยการเกิด tracking และความสกปรกต่าง ๆ ถ้าพบร่องรอยชำรุดต้องเปลี่ยนใหม่

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาฟิวส์แรงต่ำ

✓	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 และขันใหม่ให้แน่น
	ตัวฟิวส์	ตรวจร่องรอยการเสื่อมสภาพ เปลี่ยนสี ชำรุด ถ้าพบควรเปลี่ยนใหม่ วัดค่าความต้านทานฟิวส์ ตรวจพิกัดแรงดันกระแส และพิกัดตัดกระแสลัดวงจร ให้ถูกต้องและเป็นแบบที่ได้กำหนดไว้เดิม

4. มอเตอร์

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษามอเตอร์

✓	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

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาหน้าสัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้า

✓	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

5. บริภัณฑ์อื่น ๆ

ตารางการตรวจสอบและบำรุงรักษาบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่นๆ

✓	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

6. การต่อลงดิน

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

ผู้เขียน

- นายลือชัย ทองนิล
- กรรมการสภาวิศวกร (สมัยที่ 5)
- ประธานสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วสท. (พ.ศ. 254-2556)
- ประธานคณะอนุกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สภาวิศวกร
- อนุกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมระดับสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สภาวิศวกร

บรรณานุกรม

1. ลือชัย ทองนิล. **การตรวจความปลอดภัยระบบไฟฟ้า**, พิมพ์ครั้งที่ 13, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร : 2556.

2. ลือชัย ทองนิล. **คู่มือความปลอดภัยทางไฟฟ้า ในสถานประกอบการ**, พิมพ์ครั้งที่ 3, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร : 2555.

3. ลือชัย ทองนิล. **การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าอย่างมืออาชีพ,** เอกสารประกอบการบรรยาย, 2557.

4. สุรพล ราษฎร์นุ้ย. **วิศวกรรมการบำรุงรักษา**, พิมพ์ครั้งที่ 1, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร : 2545.

5. IEEE Std 43-2000.**IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery,** 2000, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, 2000.

6. NFPA 70B.**Recommendation Practice for Electrical Equipment Maintenance,** 2006 Edition, National Fire Protection Association, Massachusetts : 2006.

7. Paul Gill.**Electrical Power Equipment Maintenance and Testing,** 1998 Edition, Marcel Dekker, Inc, New York, 1998.