บทที่ 2
สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการบำรุงรักษาอุปกรณ์

การบำรุงรักษาอุปกรณ์นั้น ถือเป็นการปฏิบัติงานอย่างหนึ่งที่ความสำคัญ และ ต้องอาศัยหลักการทั้งในด้านเทคนิคและการจัดการมาผสมผสานกัน เนื่องจากว่าในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจถึงลักษณะทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์เป็นอย่างดี ตลอดจนมีการจัดการการบำรุงรักษาที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้อุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่นั้นคงสภาพการใช้งานที่ดีอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยปกติ การบำรุงรักษาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) และ การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance)

ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้น มีลักษณะคือ ต้องทำการตรวจสอบอุปกรณ์อย่างเป็นประจำและสม่ำเสมอ ตลอดจนมีการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่แทนที่อุปกรณ์เดิมที่ถึงเวลา หรือครบกำหนดที่จะต้องทำการเปลี่ยนอย่างเป็นประจำด้วยเช่นกัน ดังที่ Paul Gill (2541) ได้อธิบายถึงจุดประสงค์ของการศึกษาเรื่องการบำรุงรักษาอุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Electrical Equipment Maintenance :EEM) ไว้ว่า เป็นการศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในอันที่จะก่อให้เกิดความเสียหายได้ ซึ่งการทำการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าเชิงป้องกัน จะช่วยลดความเสียหายและอันตรายต่าง ๆ ที่จะเกิดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและชีวิตมนุษย์ กล่าวคือ การบำรุงรักษาที่ดี จะส่งผลให้จำนวนครั้งในการเกิดอุบัติเหตุ, เวลาที่ไม่สามารถใช้งานอุปกรณ์ ตลอดจนลดระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างที่เกิดความเสียหาย (Mean Time Between Failure:MTBF) ลดลงได้ นอกจากนี้ยังมีผลดีทางตรงที่เกิดขึ้น คือ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อม รวมทั้งก่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และผลดีทางอ้อม คือ มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ เพิ่มผลผลิต และค้นพบจุดอ่อนต่าง ๆ ของระบบ/อุปกรณ์ ซึ่งจะนำไปสู่การปรับแก้ไข ในกรณีที่จะมีการออกแบบสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาใหม่ในภายหลัง

สำหรับการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขหรือการซ่อมนั้น ถือเป็นการบำรุงรักษาที่จะต้องปฏิบัติทันทีหรือเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เมื่อเกิดการชำรุดเสียหายหรือเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ขึ้น โดยอุปกรณ์นั้น ๆ ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งในบางครั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นนอกจากจะเกิดต่อตัวอุปกรณ์ ระบบที่อุปกรณ์ติดตั้งแล้วยังอาจส่งผลต่อความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินของผู้ที่เกี่ยวข้องหรืออยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกับอุปกรณ์นั้นได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ความจำเป็นของการบำรุงรักษาที่มีต่ออุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้า

ในประเทศไทย ระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ทำการจ่ายไฟให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือนที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ ตลอดจนชุมชนต่าง ๆ นั้น มีลักษณะการจ่ายไฟในลักษณะทางเดียว (Radial Line) โดยที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย คือ รีโคลสเซอร์ ดังรูปที่ 2.1 เพื่อใช้ในการป้องกันระบบไฟฟ้า จากกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้นในระบบไฟฟ้า เช่น กรณีเกิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้า (Fault) ได้ ไม่ว่าจะมาจากสาเหตุของธรรมชาติหรือคน เช่น ฝนตกฟ้าคะนอง ฟ้าผ่า ต้นไม้ล้มทับสายไฟ กิ่งไม้ถูกลมพัดมาแตะสายไฟ รถชนเสาไฟฟ้า สัตว์ หรือแม้กระทั่งมลภาวะที่เกิดขึ้น เช่น ฝุ่นละออง ควันไฟ ไอเกลือ ก็ตาม ซึ่งสาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลให้เกิดความเสียหายโดยรวมต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าได้ ดังรูปที่ 2.2 เป็นภาพระบบจำหน่ายที่มีกิ่งไม้อยู่ใกล้กับสายไฟมาก ซึ่งเมื่อเกิดพายุฝนลมแรงอาจเกิดการพัดไปแตะกับสายไฟฟ้าแรงสูงด้านบนได้ กล่าวคือ เมื่อเกิดความผิดปกติ หรือ เกิดการลัดวงจรขึ้น รีโคลสเซอร์จะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ที่ทำการตัดวงจรออกชั่วคราว แล้วทำการปิดกลับวงจรจ่ายไฟกลับมาอีกครั้งหนึ่งโดยอัตโนมัติ ซึ่งในการทำงานนี้ รีโคลสเซอร์จะทำงานร่วมกันกับชุดควบคุมรีโคลสเซอร์ ถ้าหากว่าความผิดปกตินั้นได้ถูกกำจัดออกไปแล้ว เช่น ต้นไม้ถูกลมพัดมาแตะสายไฟฟ้าแรงสูงแล้วในเวลาต่อมาก็พัดออกไปจากสายไฟฟ้าแรงสูง ดังนั้นรีโคลสเซอร์ซึ่งปิดกลับวงจรกลับเข้ามาก็จะสามารถจ่ายไฟคืนสภาพให้กับระบบไฟฟ้าได้ทันที ซึ่งลักษณะการเกิดความผิดปกติเช่นนี้จะเรียกว่าเป็นความผิดปกติแบบชั่วคราว (Temporary Fault) แต่ในกรณีที่รีโคลสเซอร์ปิดกลับวงจรแล้ว ความผิดปกติที่เกิดขึ้นนั้น เป็นความผิดปกติแบบถาวร (Permanent Fault) เช่น กรณีรถยนต์ชนเสาไฟฟ้าหัก รีโคลสเซอร์และชุดควบคุมรีโคลสเซอร์ก็จะทำงานโดยทำการเปิดปิดวงจรอัตโนมัติตามจำนวนครั้ง(Shot) ที่ทำการตั้งปรับค่าเอาไว้จนครบ ซึ่งหมายความว่า จะเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องหรือไฟดับในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลังจากที่รีโคลสเซอร์ทำงานครบจำนวนครั้งแล้ว ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผู้ใช้ไฟฟ้าได้

รูป 2.1 ลักษณะทางกายภาพของรีโคลสเซอร์

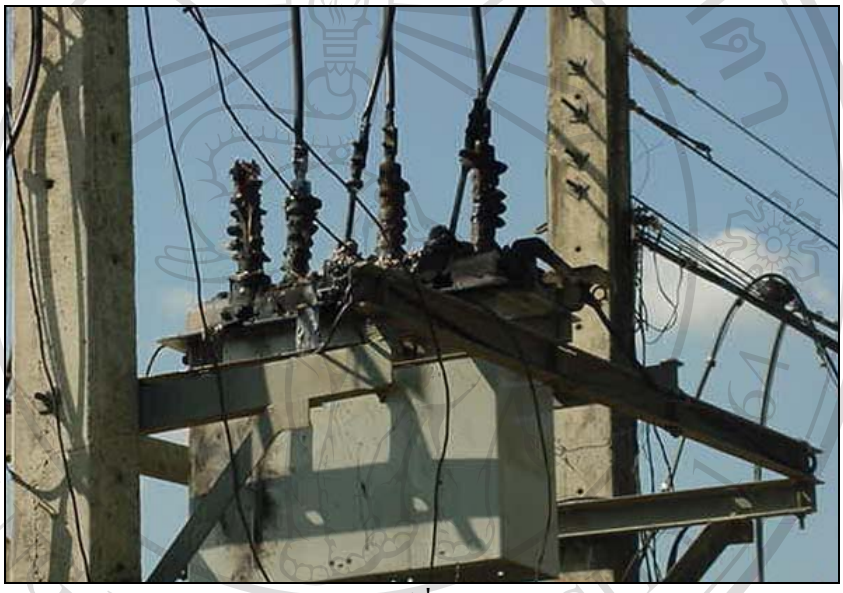
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 2.2 ลักษณะระบบจำหน่ายที่มีกิ่งไม้เลื้อยขึ้นตามเสา
ซึ่งมีโอกาสเกิดการลัดวงจรขึ้นได้เมื่อมีพายุฝนลมแรง

ในกรณีที่รีโคลสเซอร์และชุดควบคุมการทำงานรีโคลสเซอร์ได้รับการบำรุงรักษาที่ดีมีประสิทธิภาพอยู่อย่างสม่ำเสมอ จะส่งผลให้รีโคลสเซอร์และชุดควบคุมฯมีการทำงานที่ถูกต้องและแน่นอน ทำให้ปัญหาการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องจำกัดอยู่ในบริเวณแคบ ๆ ซึ่งเป็นบริเวณที่รีโคลสเซอร์นั้น ๆ จ่ายไฟให้ แต่ในกรณีที่รีโคลสเซอร์ไม่ได้รับการบำรุงรักษาที่เหมาะสมและเพียงพอ จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ กล่าวคือ ในบางวงจร(Feeder) ที่เกิดความผิดปกติขึ้นบ่อยครั้ง ย่อมส่งผลให้รีโคลสเซอร์ทำงานบ่อยครั้งด้วยเช่นกัน โดยปกติรีโคลสเซอร์จะมีโครงสร้างเป็นอุปกรณ์สวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงที่มีการเปิดปิดวงจรในฉนวนน้ำมันซึ่งเป็นองค์ประกอบภายในของรีโคลสเซอร์ ในการทำงานของรีโคลสเซอร์แต่ละครั้งนั้น จะส่งผลต่อค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของน้ำมันที่อยู่ภายในรีโคลสเซอร์ เช่น เกิดคราบเขม่าคาร์บอนขึ้นภายในสะสมมากขึ้นทีละเล็กละน้อย เมื่อมีการทำงานบ่อยครั้งมากขึ้นเรื่อย ๆ จะส่งผลให้ฉนวนน้ำมันนั้น เสียสภาพความเป็นฉนวนทางไฟฟ้าลงไปเรื่อย ๆ และหากมีการทำงานของรีโคลสเซอร์ในขณะที่ฉนวนน้ำมันที่เสื่อมสภาพ จะทำให้รีโคลสเซอร์ไม่สามารถตัดวงจรหรืออาร์ก(Arc)ที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้เกิดการลัดวงจรลงที่ตัวถังของรีโคลสเซอร์จนรีโคลสเซอร์เกิดการระเบิดชำรุดได้ ดังรูปที่ 2.3 ในการบำรุงรักษารีโคลสเซอร์นั้น ส่วนใหญ่จะทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยมีช่วงเวลาการบำรุงรักษาตามวาระเป็นแบบรายปี คือทำการบำรุงรักษาปีละ 1 ครั้ง แต่จากที่กล่าวมาข้างต้น ในบางครั้งรีโคลสเซอร์อาจมีการทำงานที่บ่อยครั้งมาก ๆ ได้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการบำรุงรักษารีโคลสเซอร์ก่อนวาระด้วยเช่นกัน โดยเงื่อนไขตรวจสอบการบำรุงรักษานั้น จะตรวจสอบจากจำนวนการทำงานของรีโคลสเซอร์ ซึ่งกำหนดจากผู้ผลิต โดยกำหนดไว้ที่ 40 ครั้ง กล่าวคือ ภายในระยะเวลา 1 ปี หลังจากที่ได้มีการบำรุงรักษาครั้งล่าสุด ถ้ารีโคลสเซอร์มีการทำงานครบ 40 ครั้ง จะต้องออกไปทำการบำรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รักษาก่อนวาระนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการในมาตรฐาน IEEE std321-1973 ซึ่งเป็นมาตรฐานของการประยุกต์ใช้, การปฏิบัติงาน และบำรุงรักษาอุปกรณ์ปิดกลับวงจรอัตโนมัติ ได้กล่าวถึงการบำรุงรักษา ในเรื่องของความถี่ในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (Frequency of Maintenance) ว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ปิดกลับวงจรได้โดยอัตโนมัติทุกชนิด ควรจะได้รับการบำรุงรักษาหลังจากที่จำนวนครั้งการทำงานถึงค่าที่เหมาะสมสอดคล้องกับคู่มือแนะนำการใช้งานของผู้ผลิต หรือประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน



รูป 2.3 รีโคลสเซอร์ที่เกิดการระเบิดชำรุด

รูป 2.4 สภาพพื้นที่บริเวณใกล้เคียงซึ่งเกิดการลุกไหม้จากน้ำมันที่ระเบิดทะลักออกมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ขั้นตอนวิธีการบำรุงรักษารีโคลสเซอร์และชุดควบคุมโดยละเอียดนั้น ได้กล่าวไว้ในเอกสารคุณภาพ ของกฟภ.ตามมาตรฐาน ISO9002 จากเรื่องวิธีการปฏิบัติงาน WI-ปร-001 (Work Instruction) โดยสรุปมี 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.5

รูป 2.5 ขั้นตอนวิธีการบำรุงรักษารีโคลสเซอร์และชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยมีรายละเอียด ของขั้นตอนในรูปที่ 2.5 ดังนี้

1) นำรีโคลสเซอร์ออกจากระบบ
   - เปิดตู้ควบคุมการทำงานตั้ง Ground-Trip Switch ให้อยู่ในตำแหน่ง Block
   - สับสวิทช์บายพาสเข้าทั้ง 3 เฟส
   - Trip รีโคลสเซอร์ออกจากระบบ
   - ปลดสวิทช์ด้าน Source และ ด้าน Load ออกทั้งหมด

2) บำรุงรักษารีโคลสเซอร์

- ปลดและห้อยถังที่บรรจุน้ำมันของรีโคลสเซอร์ออกจากชุดกลไก
- ถ่ายน้ำมันเก่าที่อยู่ภายในถังออกและทำความสะอาดภายในถังให้สะอาด
- ล้างและทำความสะอาดคราบเขม่าที่ติดอยู่กับชุดกลไกให้สะอาด พร้อมตรวจสอบความผิดปกติของชุดกลไก
- ทำความสะอาดและตรวจสอบความสึกกร่อนของหน้าสัมผัสแบบ Fixed Contact และ Moving Contact
- วัดค่าความต้านทานระหว่างหน้าสัมผัส (Contact) ด้วยเครื่องมือวัด Contact Resistance
- เติมน้ำมันใหม่ที่ผ่านการทดสอบแล้ว ลงในถังบรรจุนั้นให้อยู่ในระดับที่พอดี
- นำถังบรรจุน้ำมันแล้วติดตั้งประกอบเข้ากับชุดรีโคลสเซอร์และตรวจสอบความเรียบร้อย
- เช็ดทำความสะอาดตัวถังภายนอกของรีโคลสเซอร์ให้สะอาด
- ตรวจสอบ Bushing เพื่อหาจุดชำรุดและเช็ดทำความสะอาด

3) ตรวจสอบชุดควบคุมรีโคลสเซอร์

- ตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ และกระแสตรง ภายในตู้
- ตรวจสอบสภาพภายนอก และ ทดสอบแบตเตอรี่ภายใน
- ตรวจสอบค่าการทำงาน (Setting) ของรีโคลสเซอร์ให้ถูกต้อง
- ทำความสะอาดภายในตู้และป้องกันไม่ให้มีมดและแมลงเข้าไปภายใน

4) ตรวจสอบระบบการต่อลงดิน (Grounding System)

- วัดค่าความต้านทานดินจุดต่อลงดินของรีโคลสเซอร์ ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม
- ตรวจสอบจุดต่อสายกราวด์ และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งต่าง ๆ

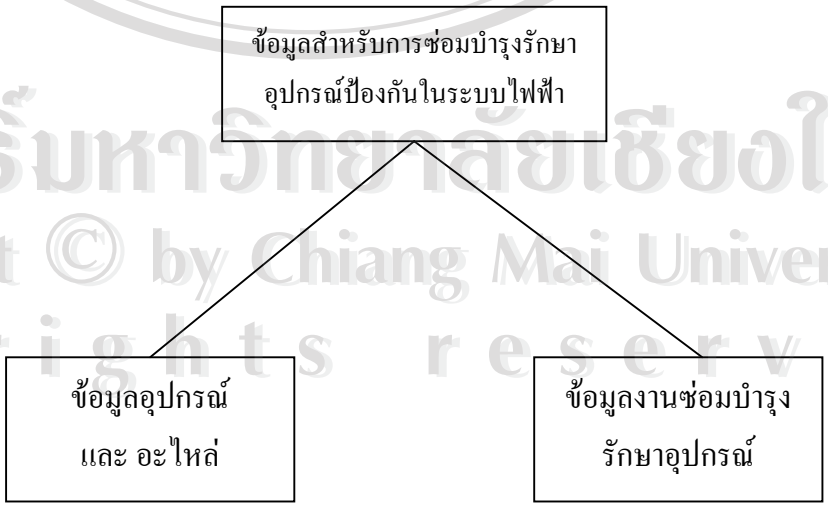
5) นำรีโคลสเซอร์เข้าระบบ

- สับสวิทช์ทางด้าน Source และด้าน Load ทั้งหมดให้เรียบร้อย
- ทำการจ่ายรีโคลสเซอร์เข้าระบบ (Close)
- ปลดสวิทช์บายพาสออกทั้ง 3 เฟส
- เปิดตู้ควบคุมการทำงานตั้ง Ground-Trip Switch ให้อยู่ในตำแหน่งปกติ
- จดบันทึกเคาน์เตอร์การทำงานรวม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 ข้อมูลที่มีความสำคัญในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้า

ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งทำการจ่ายไฟแบบทางเดียวนั้น ค่ากระแสลัดวงจรในแต่ละวงจร(Feeder)จะมีค่าแปรเปลี่ยนลดลงจากตำแหน่งต้นทางที่ทำการจ่ายไฟจนถึงปลายสายของวงจรนั้น ๆ โดยที่อุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งในระบบจำหน่าย จะมีลักษณะการทำงานในแบบกราฟกระแส-เวลา (Time-Current Characteristic Curve:TCC) กล่าวคือ เมื่อตำแหน่งที่ห่างไกลออกไปมาก ๆ ค่ากระแสลัดวงจรก็จะยิ่งลดต่ำลงไปเรื่อย ๆ ดังนั้น ในวงจรที่มีการติดตั้งรีโคลสเซอร์เพื่อทำการจ่ายไฟและป้องกันระบบจำหน่าย ต้องมีการจัดการทำงานให้สัมพันธ์กัน (Line Coordination)กับรีโคลสเซอร์ตัวอื่น ๆ หรือ ฟิวส์แรงสูง ดังนั้น ข้อมูลการทำงานของรีโคลสเซอร์ ได้แก่ ค่ากระแสทริป กราฟที่ใช้ เวลาหน่วง ฯลฯ จึงมีความสำคัญ โดยที่ข้อมูลนี้จะถูกเรียกโดยรวมว่า ข้อมูลค่าการทำงาน (Setting Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถทำการบันทึกลงในชุดควบคุมรีโคลสเซอร์ เพื่อให้สามารถสั่งการทำงานไปยังรีโคลสเซอร์ให้ทำการ เปิด ปิด หรือปิดกลับวงจรได้ตามค่าการทำงานที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ สำหรับรีโคลสเซอร์แล้ว ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดและการไฟฟ้าที่ติดตั้งซึ่งรับผิดชอบดูแลใช้งานรีโคลสเซอร์แต่ละตัวก็มีความสำคัญด้วยเช่นกัน เนื่องจากต้องมีการติดต่อประสานงานกันกับแผนกบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าของสำนักงานเขต ในกรณีที่มีการชำรุดหรือการขัดข้องของอุปกรณ์อย่างฉับพลัน สำหรับการซ่อมบำรุงรักษานั้น ข้อมูลที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง คือ ข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษาในแต่ละครั้ง ข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงรักษา ตลอดจนข้อมูลอะไหล่ที่ต้องการใช้งาน ด้วยเช่นกัน โดยสรุป สามารถจำแนกชนิดของข้อมูลได้เป็น 2 ประเภท ดังรูปที่ 2.6



รูป 2.6 ข้อมูลสำหรับการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น จากลักษณะของข้อมูลดังกล่าวข้างต้น มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบฐานข้อมูล เพื่อทำการจัดเก็บ จัดการประมวลผล และ พิมพ์รายงานของอุปกรณ์ตลอดจนงานซ่อมบำรุงรักษาต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้การซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้า เป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว มีประสิทธิภาพสูงเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมที่ไม่ได้มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปของระบบฐานข้อมูล โดยที่นอกจากจะช่วยให้ลดโอกาสการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องจากการขาดการบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานกับรีโคลสเซอร์ ไม่ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเกิดความเสียหายจากการเกิดไฟฟ้าดับ แล้วยังช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไม่ให้ชำรุดก่อนถึงเวลาอันสมควรอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved