Journal of Industrial Technology and Innovation 2(1) (2023) 247066

การศึกษาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักในโรงงานอุตสาหกรรม

A study on preventive maintenance of the main distribution board in an industrial factory

ปัญญา เข็มมุข[1,*], บัญชา ทรงศักดิ์ศรี[1], สุรกิจ ทองสุก[1]

Panya Khemmook[1,*], Bancha Songsaksri[1], Surakit Thongsuk[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ฉะเชิงเทรา ไทย 24000

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology,

Rajabhat Rajanagarindra University, Chachoengsao, Thailand, 24000

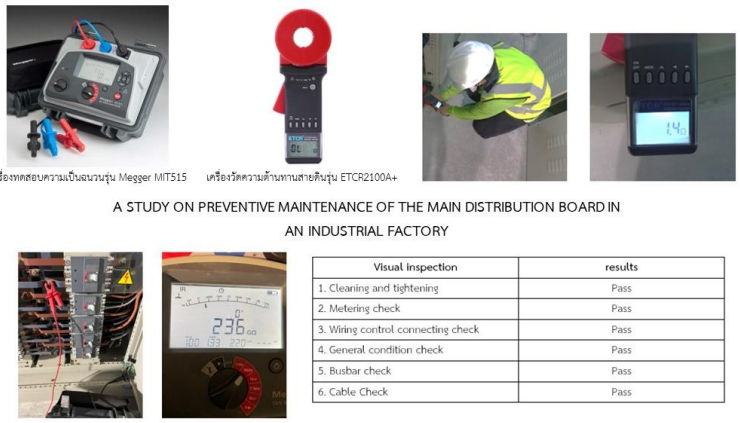
***Corresponding author:** panya.khe@rru.ac.th

https://doi.org/10.55674/snrujiti.v2i1.247066

Received: 7 Jul 2022	Revised: 21 Dec 2022	Accepted: 29 Dec 2022	Available online: 1 Jan 2023

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักในโรงงานอุตสาหกรรม โดยนำเสนอตัวอย่างกรณีศึกษาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มเสถียรภาพทางไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม เพิ่มความเชื่อมั่นในกระบวนการการผลิต และป้องกันความเสียหายและอันตรายที่จะเกิดขึ้นภายในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งหัวข้อในการศึกษาประกอบด้วย การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ การทดสอบความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสและระหว่างเฟสกับกราวด์ และการทดสอบค่าความต้านทานของสายดิน ผลการทดสอบที่ได้พบว่า ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานแห่งนี้ไม่มีความผิดปกติใด ๆ ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้เป็นไปตามมาตรฐานทางไฟฟ้า ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักมีความสะอาด อุปกรณ์ภายในตู้และสายไฟฟ้ามีการติดตั้งและจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ จุดเชื่อมต่อต่าง ๆ มีความความแน่นหนา อุปกรณ์แสดงผลและมิเตอร์ต่าง ๆ สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสและค่าความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสกับกราวด์เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60364-6 คือ มีค่ามากกว่า 1 MΩ และค่าความต้านทานของสายดินเป็นไปตามมาตรฐาน EIT 2001-56 คือ มีค่าน้อยกว่า 5 Ω



Visual inspection	results
1. Cleaning and tightening	Pass
2. Metering check	Pass
3. Wiring control connecting check	Pass
4. General condition check	Pass
5. Busbar check	Pass
6. Cable Check	Pass

คำสำคัญ: การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน, ตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก, ระบบไฟฟ้า, โรงงานอุตสาหกรรม

Abstract

This research paper presents a study on preventive maintenance of main distribution board (MDB) in an industrial factory. A case study is used to present the preventive maintenance of the MDB of a factory in Amata Nakorn Industrial Estate, Chonburi. The aim is to increase the electrical stability of industrial factories, increased confidence in the production process, and prevention of damage and hazards that occur within the industrial factory. The points of the study consisted of a physical examination, an insulation resistance test between phases and between phase and ground, and a test of the resistance of the grounding line. The results showed that the MDB of the factory has no malfunctions, and the measured values comply with the electrical standards. In addition, the MDB is tidy and the equipment and the electrical cables in the cabinet are properly installed and arranged. The connection points are tight, and the meters are functioning properly as well. The insulation resistance between phases and the insulation resistance between phase and ground are based on IEC 60364-6 and are greater than 1 MΩ, and the ground resistance is based on EIT 2001-56 and is less than 5 Ω.

Keywords: Preventive maintenance, Main distribution board, Electrical system, Industrial factory

© 2023 Faculty of Industrial Technology reserved

1. บทนำ

จากการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และนโยบายด้านการค้าและการลงทุนต่าง ๆ ของรัฐบาล ส่งผลให้ธุรกิจภาคอุตสาหกรรมขยายตัวอย่างต่อเนื่อง มีนิคมอุตสาหกรรมเกิดขึ้นหลายแห่ง และมีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก สำหรับปัญหาที่พบมากในภาคอุตสาหกรรม คือ ปัญหาเรื่องการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าไม่ตรงเวลา ล่าช้ากว่ากำหนด ปัญหาเรื่องคุณภาพของสินค้าไม่ได้มาตรฐาน ปัญหาเรื่องระบบการผลิตสินค้าเกิดความขัดข้อง ไม่สามารถผลิตสินค้าได้อย่างต่อเนื่อง หรือการเกิดความชำรุดเสียหายของอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

ปัญหาที่กล่าวมานี้ อาจมีหลายสาเหตุหรือหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาหรือมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตสินค้าของโรงงานอุตสาหกรรม การขัดข้องของระบบไฟฟ้าภายในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบอย่างมากต่อกระบวนการการผลิตสินค้า เช่น การเกิดไฟดับ การเกิดสัญญาณรบกวนในระบบไฟฟ้า การเกิดสภาวะแรงดันไฟฟ้าตก หรือสภาวะแรงดันไฟฟ้าเกิน เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุใดที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าย่อมทำให้กระบวนการการผลิตสินค้าหยุดลง เครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมไม่สามารถทำงานได้ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อธุรกิจเป็นมูลค่าอย่างมหาศาล [1 - 2]

โรงงานอุตสาหกรรมทุกโรงงานล้วนตระหนักถึงการซ่อมบำรุงเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า และมีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างสม่ำเสมอ [3] ไม่ว่าจะเป็นระบบไฟฟ้ารับเข้า (High voltage incoming) ชุดสวิตซ์เกียร์แรงสูง (High voltage switchgear) หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution transformer) ตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board) รวมถึงอุปกรณ์ภายในตู้จ่ายไฟฟ้าหลักด้วย

ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักถือว่าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งของโรงงานอุตสาหกรรม เพราะไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมด ได้แก่ ระบบแสงสว่าง ระบบทำความเย็น ระบบทำความร้อน ระบบควบคุม ระบบความปลอดภัย และการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ทุกส่วนเหล่านี้ล้วนแต่ได้รับไฟจากตู้จ่ายไฟฟ้าหลักทั้งสิ้น การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานอุตสาหกรรมนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มเสถียรภาพทางไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม เพิ่มความเชื่อมั่นในกระบวนการการผลิต และป้องกันความเสียหายและอันตรายที่จะเกิดขึ้นภายในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในบทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับกรณีศึกษาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานอุตสาหกรรมในเขตนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย การตรวจสอบทางกายภาพของตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก การทดสอบความต้านทานฉนวน และการวัดความต้านทานของสายดิน ซึ่งผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบจะถูกนำเสนอในลำดับถัดไป

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาวิธีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในระบบไฟฟ้าภายในอาคารหรือโรงงานอุตสาหกรรม

2.2 เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานและป้องกันอันตรายที่เกิดจากความชำรุดเสียหายของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานด้วยวิธีการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในหัวข้อนี้เป็นการอธิบายหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงาน และวิธีการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

การซ่อมบำรุง คือ การรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เครื่องมืออุปกรณ์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน มีสมรรถนะการทำงานที่สูง มีความน่าเชื่อถือ และเกิดความปลอดภัยในขณะใช้งาน [1 - 2, 4]

การซ่อมบำรุงในโรงงานอุตสาหกรรมมีทั้งหมด 4 ประเภท ประกอบด้วย การซ่อมบำรุงโดยการซ่อมแซมส่วนที่เสีย (Breakdown maintenance) การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) การซ่อมบำรุงแบบการคาดคะเน (Predictive maintenance) และการซ่อมบำรุงแบบป้องกันล่วงหน้า (Proactive maintenance) ในทางอุตสาหกรรมการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันถือว่าได้รับความนิยมมากที่สุดเมื่อเทียบกับการซ่อมบำรุงทั้ง 4 ประเภท ถึงแม้ว่าการซ่อมบำรุงแบบคาดคะเนและการซ่อมบำรุงแบบป้องกันล่วงหน้าจะมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ก็ตาม ซึ่งข้อดีของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน คือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ลดขั้นตอนและอุปกรณ์ในการตรวจสอบที่ไม่จำเป็น ช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้น และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าการซ่อมบำรุงแบบคาดคะเนและการซ่อมบำรุงแบบป้องกันล่วงหน้า เพราะไม่ต้องลงทุนเพิ่มในเรื่องของการติดตั้งอุปกรณ์พิเศษที่ใช้ในการตรวจจับความผิดปกติและไม่ต้องจ้างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเพื่อวิเคราะห์ผลที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติ [5 - 6]

การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามระยะเวลา และการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามปริมาณการใช้งาน โดยการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามระยะเวลา คือ การตรวจสอบชิ้นส่วนของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ส่วนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามปริมาณการใช้งาน คือ การซ่อมบำรุงหลังจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านการใช้งานไปในระยะหนึ่ง ซึ่งระยะเวลาในการซ่อมบำรุงอาจเร็วหรือช้าก็ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ [1, 5] ซึ่งการเลือกวิธีการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันควรเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะของการปฏิบัติงาน หรืออาจใช้ทั้ง 2 วิธีควบคู่กันก็ได้ทั้งการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามระยะเวลาและการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามปริมาณการใช้งาน เช่น การซ่อมบำรุงและการตรวจสภาพของรถยนต์ เป็นต้น

3.1.2 ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานอุตสาหกรรม

ตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก หรือ ตู้สวิทช์ประธาน (Main Distribution Board) เป็นแผงจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่สุดของโรงงานอุตสาหกรรมและเป็นจุดแรกที่รับไฟด้านแรงต่ำของการไฟฟ้าหลังจากผ่านการแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากขนาด 22 kV ให้มีค่าประมาณ 380 V – 400 V ด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า ดังนั้น ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานอุตสาหกรรมจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นจุดรับไฟฟ้าและแจกจ่ายไฟฟ้าไปยังส่วนต่าง ๆ ของโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากการทำหน้าที่การแจกจ่ายไฟฟ้าไปยังส่วนต่าง ๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักยังมีระบบป้องกันเพื่อตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นและป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม มีมิเตอร์เพื่อแสดงสถานะการทำงาน เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความถี่ไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้าเสมือน กำลังไฟฟ้าปรากฏ และสัญญาณรบกวนในระบบไฟฟ้า เป็นต้น และมีระบบสำรองพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดที่มีความสำคัญในยามที่ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าเกิดเหตุขัดข้อง [7 - 10]

3.2 วิธีการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก

วิธีการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก ประกอบด้วย การตรวจสอบทางกายภาพ การทดสอบความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสและระหว่างเฟสกับกราวด์ และการวัดความต้านทานของสายดิน ในการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักจะเริ่มจากอ่านและวิเคราะห์แบบ AS-Built One Line Diagram Drawing ของโรงงานอุตสาหกรรม ทำการสำรวจหน้างานและวางแผนเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบในการผลิตสินค้าของโรงงานหรือมีผลกระทบน้อยที่สุด เพราะในการซ่อมบำรุงจะต้องทำการ Shut Down ระบบไฟฟ้าทั้งโรงงาน เมื่อเริ่มทำการทดสอบจะทำการลัดวงจรระบบกราวด์และใช้อุปกรณ์ Voltage Alert ทดสอบก่อนเริ่มปฏิบัติงานเพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่วและความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน นำผลที่ได้จากการทดสอบมาตรวจสอบว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ หากค่าที่ได้ไม่เป็นไปตามมาตรฐานให้วิเคราะห์หาสาเหตุของความผิดปกติและดำเนินการแก้ไขเพื่อป้องกันความผิดพร่องที่จะเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบ คือ มาตรฐาน IEC 60364-6 ซึ่งเป็นมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นมาตรฐานสากล [11] และมาตรฐาน EIT 2001-56 ซึ่งเป็นมาตรฐานการต่อลงดิน [12] โดยทั้ง 2 มาตรฐานนี้ เป็นมาตรฐานสากลที่การไฟฟ้ายอมรับ

4. ผลการวิจัย

จากกรณีตัวอย่างการศึกษาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี ผลการทดสอบที่ได้สามารถแสดงได้ดัง หัวข้อที่ 4.1 ถึงหัวข้อที่ 4.3 โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความต้านทานฉนวนของตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก คือ เครื่องทดสอบความเป็นฉนวนรุ่น Megger MIT515 ส่วนเครื่องมือวัดความต้านทานสายดินของ ตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก คือ เครื่องวัดความต้านทานสายดินรุ่น ETCR2100A+ ดังแสดงในภาพที่ 1 และมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบ คือ มาตรฐาน IEC 60364-6 และมาตรฐาน EIT 2001-56 ซึ่ง เป็นมาตรฐานสากลที่การไฟฟ้ายอมรับ และเป็นมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยที่กำหนดโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบนมราชูปถัมภ์ (วสท.) สำหรับข้อมูลที่นำเสนอในบทความวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบในช่วงปี พ.ศ. 2564 ดังนั้น จึงใช้ 2 มาตรฐานนี้เป็นมาตรฐานอ้างอิงในการทดสอบ

เครื่องทดสอบความเป็นฉนวนรุ่น Megger MIT515

เครื่องวัดความต้านทานสายดินรุ่น ETCR2100A+

ภาพที่ 1 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ

4.1 การตรวจสอบทางกายภาพของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักในโรงงาน

ผลการตรวจสอบทางกายภาพของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 ได้แก่ การตรวจสอบความสะอาดและจัดอุปกรณ์หรือสายไฟฟ้าให้เป็นระเบียบพร้อมทั้งตรวจสอบความ แน่นหนาของอุปกรณ์ที่ติดตั้ง การตรวจสอบมิเตอร์ที่ใช้แสดงผล การตรวจสอบสายคอนโทรลและจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ การตรวจสอบบัสบาร์ และการตรวจสอบสายไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้พบว่า ลักษณะทางกายภาพของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานไม่มีความผิดปกติใด ๆ

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบทางกายภาพของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักในโรงงาน

Visual inspection	results
1. Cleaning and tightening	Pass
2. Metering check	Pass
3. Wiring control connecting check	Pass
4. General condition check	Pass
5. Busbar check	Pass
6. Cable Check	Pass

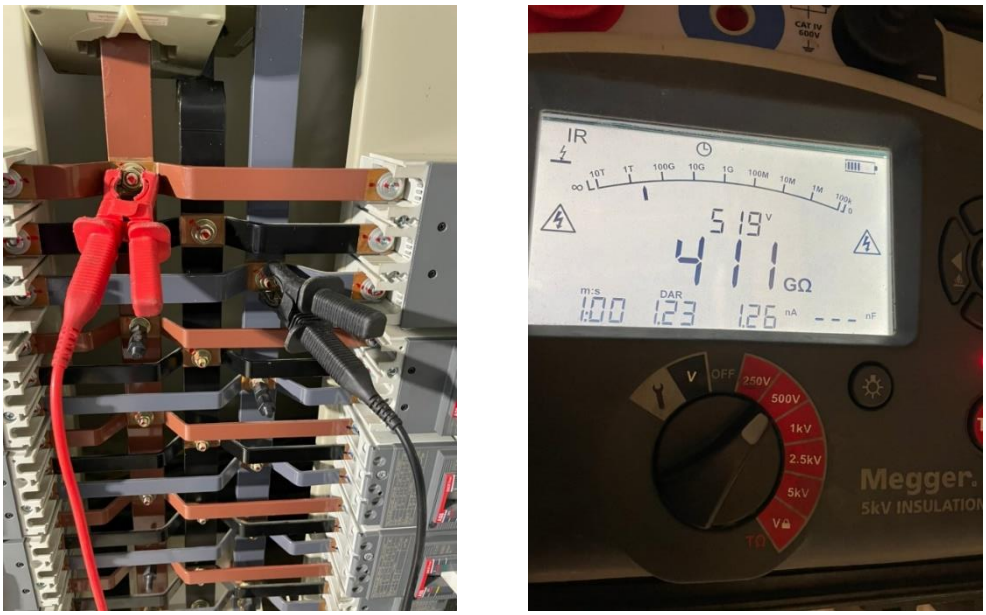
4.2 การทดสอบความต้านทานฉนวนของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงาน

ผลการทดสอบความต้านทานฉนวนของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2 โดยทำการวัดค่าความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสทั้ง 3 เฟส และทำการวัดค่าความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสกับกราวด์ของทั้ง 3 เฟส ซึ่งภาพในการปฏิบัติงานแสดงได้ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ตามลำดับ โดยพบว่า ค่าความ

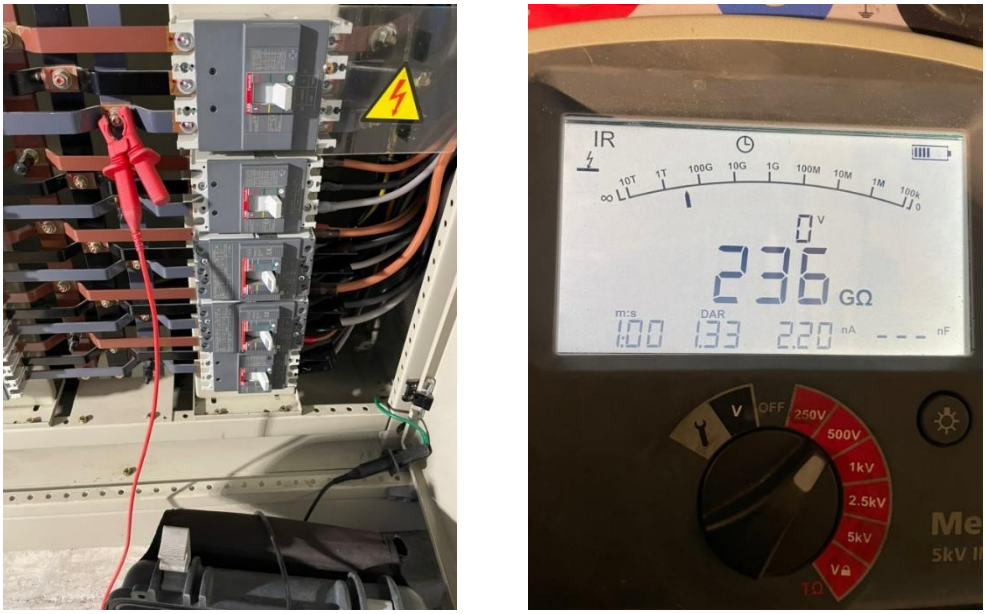
ต้านทานฉนวนระหว่างเฟส และค่าความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสกับกราวด์เป็นไปตามที่มาตรฐาน IEC 60364-6 กำหนด คือ ค่าความต้านทานฉนวนของทั้ง 2 กรณี ต้องมีค่ามากกว่า 1 MΩ

ตารางที่ 2 ค่าการทดสอบความต้านทานฉนวนของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงาน

Test connection	Test voltage (Vdc)	Insulation resistance (GΩ)
L1 – L2	500	315
L2 – L3	500	357
L1 – L3	500	411
L1 - GND	500	288
L2 - GND	500	125
L3 - GND	500	236



ภาพที่ 2 การทดสอบความต้านทานฉนวนระหว่างสายตัวนำของตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก



ภาพที่ 3 การทดสอบความต้านทานฉนวนระหว่างสายตัวนำกับกราวด์ของตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก

4.3 การวัดความต้านทานสายดินของตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก

สำหรับผลการวัดค่าความต้านทานสายดินของตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก พบว่า ค่าความต้านทานสายดินของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักมีค่าเท่ากับ 1.40 Ω ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EIT 2001-56 ที่กำหนดให้ความต้านทานสายดินจะต้องมีค่าน้อยกว่า 5 Ω ซึ่งภาพในการปฏิบัติงานสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 การวัดความต้านทานสายดินของตู้จ่ายไฟฟ้าหลัก

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากกรณีตัวอย่างการศึกษาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ภายในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันแบบการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา ประกอบด้วย การตรวจสอบทางกายภาพ การทดสอบความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสและระหว่างเฟสกับกราวด์ และการวัดความต้านทานของสายดิน สามารถสรุปได้ว่า ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของโรงงานแห่งนี้ไม่มีความผิดปกติใด ๆ ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้เป็นไปตามมาตรฐานทางไฟฟ้า จากการตรวจสอบทางกายภาพดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ตู้จ่ายไฟฟ้าหลักมีความสะอาด อุปกรณ์ภายในตู้และสายไฟฟ้ามีการติดตั้งและจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย อุปกรณ์และจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ มีความความแน่นหนา อุปกรณ์แสดงผลและมิเตอร์ต่าง ๆ สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี สำหรับค่าความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสและค่าความต้านทานฉนวนระหว่างเฟสกับกราวด์เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60364-6 คือ ค่าความต้านทานฉนวนของทั้ง 2 กรณี มีค่ามากกว่า 1 MΩ ดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนผลการทดสอบความต้านทานสายดินของตู้จ่ายไฟฟ้าหลักดังแสดงใน ตารางที่ 3 พบว่า ค่าที่ได้มีค่าเท่ากับ 1.40 Ω ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน EIT 2001-56 ที่กำหนดให้ความต้านทานสายดินต้องมีค่าน้อยกว่า 5 Ω สำหรับการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตู้จ่ายไฟฟ้าหลักเป็นการเพิ่มเสถียรภาพทางไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรม เพิ่มความเชื่อมั่นในกระบวนการผลิต และป้องกันความเสียหายและอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากระบบไฟฟ้าภายในโรงงานอุตสาหกรรม

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Zhu, Z., Xiang, Y. Li, M. Zhu, W. and Schneider, K. (2019). Preventive Maintenance Subject to Equipment Unavailability, **IEEE Transections on Reliability, vol.68** (3), September 2019, pp. 1009-1020.

[2] Jahromi, A.A., Firuzabad, M.F. and Parvania, M. (2012). Optimized Midterm Preventive Maintenance Outage Scheduling of Thermal Generating Units, **IEEE Transections on Power System, vol.37** (3), August 2012, pp. 1354-1365.

[3] Fu, J., Alfredo, N. and Schutter, B.D. (2021). A Short-Term Preventive Maintenance Scheduling Method for Distribution Networks With Distributed Generators and Batteries, **IEEE Transections on Power System, vol.33** (3), May 2021, pp. 2516-2531.

[4] Sun, Q., Zhi, S. and Peng, W. (2019). Scheduling Preventive Maintenance Considering the Saturation Effect, **IEEE Transactions on Reliability, vol.68** (2), June 2019, pp. 741-752.

[5] บริษัท ออยเซิร์ฟ จำกัด. (2565). **“ประเภทของการบำรุงรักษา”.** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.oilservethai.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539679359&Ntype=11 สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2565.

[6] บริษัท สุมิพล คอร์ปอเรชั่น จำกัด. (2564). **“Preventive maintenance คืออะไร ทำไมสายงานการผลิตต้องสนใจ”.** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.sumipol.com/knowledge/preventive-maintenance/ สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2565.

[7] Jose, A., Varghese, A.M., Jenson, F.E., Jacob, P., Anumod, D.M. and Thomas, D. (2020). Solid-State Circuit Breaker based Smart Distribution Board with IoT Integration, **2020 Third International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)**, Tirunelveli, India.

[8] Safesiri. (2564). **“ตู้ MDB Main Distribution Board คืออะไร”.** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.safesiri.com/main-distribution-board-mdb/ สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2565.

[9] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2565). **“ตู้ MDB (Main Distribution Board)”.** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://mall.factomart.com/power-distribution/mdb-main-distribution-board/ สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2565.

[10] Thanachot Global Co.,Ltd.. (2562). **“ตู้ MDB”.** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://tgthailand.com/category/sub/137/%E0%B8%95%E0%B8%B9%E0%B9%89-MDB.html สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2565.

[11] International Electrotechnical Commission. (2017). **“IEC 60364-6:2016 Low voltage electrical installations - Part 6: Verification”.** [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://webstore.iec.ch/publication/24656. สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2565.

[12] คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. (2556). มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.