การวิเคราะห์ระบบสายดินของเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรมเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า

Grounding System Analysis of Industrial Machines for Electrical Safety

วานิช ละครศรี[1*] และ ปานจิต ดำรงกุลกำจร[2]

Wanit Lakornsri[1*] and Panjit Damronggungamjohn[2]

[1*]*นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*

[2]*อาจารย์ประจำ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900*

[1*]*Graduate student in Master of Engineering (Safety Engineering) of Engineering Faculty, Kasetsart University, Ngam Wong Wan Rd., Ladyaow, Chatuchak, Bangkok, Thailand 10900*

[2]*Lecturer in Master of Engineering (Safety Engineering) of Engineering Faculty, Kasetsart University, Ngam Wong Wan Rd., Ladyaow, Chatuchak, Bangkok, Thailand 10900*

[*]*Corresponding author, E-mail: wanit_ku@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาวิเคราะห์ระบบสายดินของเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรมเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำหรับผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร ระบบสายดินมีไว้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทางไฟฟ้าโดยช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ารั่วทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ไฟฟ้ารั่วทำการคายประจุลงดิน โรงงานที่มีเครื่องจักรในการทำงานมาเป็นระยะเวลาหนึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจสอบและวิเคราะห์ระบบสายดินว่ายังคงอยู่ในสภาพดี และมีความปลอดภัยทางไฟฟ้าเพียงพอ โดยใช้มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (พ.ศ. 2556) เกี่ยวกับการต่อลงดิน ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) เป็นมาตรฐานอ้างอิงในการตรวจสอบระบบสายดิน การตรวจสอบระบบสายดินในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การตรวจสอบระบบสายดินของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการติดตั้งแล้ว มีทั้งหมด 3 โรงงาน ประกอบด้วย โรงงาน A โรงงาน B และโรงงาน C โดยเริ่มตั้งแต่ การตรวจสอบหลักดิน สายต่อหลักดิน การต่อลงดินของตู้ประธาน ตู้แผงย่อย ตัวเครื่องจักร และอุปกรณ์ประกอบเครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ตารางประกอบการตรวจสอบที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลที่สำคัญ โดยพิจารณาว่ามีการติดตั้งถูกต้องตามมาตรฐานที่อ้างอิงหรือไม่ ถ้าการติดตั้งไม่ได้ตามมาตรฐาน จะต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงระบบสายดิน ผลจากการวิจัยพบว่า ปัจจัยของการเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบสายดินเกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และความมักง่ายของผู้ประกอบการเนื่องจากเป็นโรงงานขนาดเล็กที่ไม่ได้มาตรฐาน มีการแก้ไขดัดแปลงจากอาคารที่อยู่อาศัยให้เป็นสถานประกอบการเพื่อใช้ในการทำงาน จึงทำให้มีการแก้ไขดัดแปลงระบบไฟฟ้าใหม่โดยไม่ได้มาตรฐาน และเครื่องจักรรุ่นใหม่ๆจะมีการต่อระบบสายดินมาให้ แต่เครื่องจักรรุ่นเก่าจะไม่มี และควร

จะมีการจัดทำแผนการซ่อมบำรุงหรือตรวจเช็คระบบสายดินประจำปีทุกปี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานของเครื่องจักร และถ้ามีการปรับปรุงระบบสายดินของเครื่องจักรในโรงงานควรมีการเก็บบันทึกข้อมูลทุกครั้ง

คำสำคัญ: *ระบบสายดิน ไฟฟ้าช็อต ไฟฟ้า*

Abstract

This thesis focuses on the analysis of grounding systems of electric machines in industrial factories in order to increase the safety of the workers. Grounding system is essential for electrical safety because it helps the residual current device (RCD) to operate effectively and it also helps discharging the leakage charges that may appear on the machine cases. For some operating factories, grounding systems need to be rechecked and analyzed in order to see that they are still in good condition and electrical safety is still provided. The analysis for grounding of the safety system is based on the Thai Electrical Code 2013, on the section of grounding system. In this paper, the analysis of grounding system is emphasized on factories that have been in operation. All three plants are composed of Plant A, Plant B and Plant C. The analysis of the whole grounding system starts from observation of ground rod, grounding electrode conductor, grounding of main distribution board, grounding of load center, and grounding of the machines and other connecting parts. The table operator has to check that the research is intended to be used to record important information, considering that it is installed correctly by a standard reference. If installation is not up to standards, the grounding system has to be improved. The findings revealed that factors that caused occurrence of ground problem were ignorance and negligence of the operator, as the small plant was not up to standards. The modification of residential buildings into site operation for work, modifications of electrical systems without standards and new machines are problematic to the grounding system. However, older machines are not problematic and maintenance of grounding system through observation must be done annually for the safe use of machinery. The modifications of grounding system for machinery of the plant should be recorded at all times.

Keywords: *Grounding System, Electric Shock, Electricity*

1. บทนำ

ในปัจจุบันการทำงานในโรงงานงานอุตสาหกรรมจะมีการนำเครื่องจักรเข้ามาใช้ในการผลิตเพื่อลดต้นทุนในการผลิตแทนการใช้แรงงานคน แต่จำเป็นที่จะต้องมีพนักงานปฏิบัติงานที่เครื่องจักรเพื่อควบคุมการทำงานจึงอาจทำให้เกิดอันตรายจากการรั่วของกระแสไฟฟ้าของเครื่องจักรได้ ที่ผ่านมาจากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในเรื่องเกี่ยวกับไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้ารั่วที่เครื่องจักร ไฟช็อต ไฟดูด เป็นต้น ล้วนเกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าทั้งสิ้น แต่คนส่วนใหญ่มองข้าม และไม่ค่อยให้ความสำคัญ ปัญหาของการเกิดไฟฟ้ารั่ว เกิดจากการไม่ทำตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า ถ้าเป็นการติดตั้งใหม่ก็ต้องมีการออกแบบที่ได้ตามมาตรฐานการต่อลงดิน แต่ถ้าเป็นการตรวจสอบในส่วนที่ได้ทำการติดตั้งมาแล้วส่วนไหนที่ไม่ได้ตามมาตรฐานการต่อลงดินควรทำการแก้ไขทันที และปัจจัยที่ทำเกิดการไฟฟ้า

รั่วของเครื่องจักร ไฟช็อต ไฟดูด ซึ่งเกิดจากการต่อลงดินที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน หรือเกิดจากการใช้งานมานานแล้วทำให้เกิดการชำรุด หลุด ขาด เกิดสนิมทำให้ไม่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า หรือเกิดจากการขาดการดูแลเอาใจใส่ของสถานประกอบการนั้นๆ การต่อลงดินที่ไม่สมบูรณ์ หรือเกิดการชำรุดไม่ว่าจะเกิดจากตัวอุปกรณ์เอง เกิดจากธรรมชาติ หรือเกิดจากตัวบุคคลล้วนแต่นำมาซึ่งความเสียหายทั้งต่อชีวิต และทรัพย์สิน ผู้วิจัยได้มองเห็นถึงปัญหาจึงทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้นมา

ระบบสายดินมีไว้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำหรับผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร โดยช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ารั่วทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ไฟฟ้ารั่วทำการคายประจุลงดินอย่างรวดเร็ว โรงงานที่มีเครื่องจักรในการทำงานจำเป็นต้องมีการทำการศึกษา และวิเคราะห์ระบบสายดินว่ายังคงมีความปลอดภัยเพียงพอ โดยอ้างอิงตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (พ.ศ. 2556) เกี่ยวกับการต่อลงดิน ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ในการตรวจสอบระบบสายดินของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการติดตั้งแล้ว การตรวจสอบระบบสายดินเริ่มตั้งแต่ หลักดิน สายต่อหลักดิน ตู้ประธาน ตู้แผงย่อย เครื่องจักร โดยมีตารางในการตรวจสอบตั้งแต่ ขนาดของสายดิน การเชื่อมสายต่อหลักดิน สายต่อฝากประธาน สายดินแผงย่อย สายต่อฝากแผงย่อย สายดินของเครื่องจักร และวัดค่าความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของเครื่องจักร เพื่อทำการบันทึกค่าว่าอุปกรณ์ตัวไหนที่วัดค่าแล้วได้ตามมาตรฐาน ถ้าไม่ได้ตามมาตรฐานจะทำการเสนอแนวทางการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

สุนทร ชนะชู (2552) การต่อลงดินมีไว้เพื่อให้มีความต้านทานดินมีค่าต่ำ ซึ่งมีการต่อได้หลายแบบขึ้นอยู่กับสถานการณ์และความสะดวกในการใช้ ส่วนใหญ่เมื่อพูดถึงการต่อลงดินมักนึกถึงรากสายดินแนวดิ่ง เพราะใช้กันบ่อยมากจนแทบไม่ทราบว่ามีการต่อลงดินของรากสายดินแบบอื่นๆ อีกหลายแบบการต่อลงดิน ไม่จำเป็นต้องเป็นแท่งโลหะยาวตอกในแนวดิ่งเท่านั้น แต่อาจอยู่ในรูปแบบต่างๆได้เพื่อให้ได้เป้าหมายเหมือนเดิม รากสายดินแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการต่อลงดินมีทั้งแบบรากสายดินแนวดิ่ง แนวรัศมี วงแหวน และฐานรากคอนกรีต

ดังนั้นในการทำวิจัยนี้ผู้วิจัยมีจุดประสงค์ให้วิศวกร ช่างซ่อมบำรุง หรือบุคคลที่เกี่ยวข้องในการทำงาน ได้รับรู้ถึงอันตรายที่เกิดจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าที่ไม่มีการต่อระบบสายดินตลอดจนแนวทางในการป้องกัน แก้ไข และปรับปรุงของระบบสายดินที่เป็นไปตามมาตรฐานทางไฟฟ้า เพื่อลดปัญหาการเกิดอุบัติเหตุกับพนักงาน ลดเวลาในการทำงาน ทำให้พนักงานมีความปลอดภัยในการทำงาน ลดเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน และเป็นการลดต้นทุน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1 เพื่อศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงระบบสายดินทางวิศวกรรมความปลอดภัยภายทางไฟฟ้าในเครื่องจักรสำหรับงานอุตสาหกรรม

2 เพื่อศึกษาถึงการแก้ปัญหาและการป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วของเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรม

2.3 เพื่อศึกษาวิธีการทำงานอย่างปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าที่รั่วโดยการต่อระบบสายดิน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมอุปกรณ์การพิมพ์

3.1.2 กล้องบันทึกภาพ ดิจิตอล

3.1.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft office, AutoCAD 2007

3.1.4 ดิจิตอล มัลติมิเตอร์ (FLUKE 337)

3.2 วิธีการ

3.2.1 ดำเนินการสำรวจระบบสายดินภายในโรงงาน และสำรวจระบบสายดินของเครื่องจักรในขบวนการผลิต สำหรับผลิตอะไหล่เครื่องจักรในงานอุตสาหกรรม

3.2.2 ทำการวัดค่าตามจุดต่างๆ และทำการวิเคราะห์ระบบสายดินของเครื่องจักรพร้อมทำการปรับปรุงแก้ไขในส่วนของระบบที่มีปัญหา

3.2.3 วิเคราะห์ และเสนอแนวทางด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร

3.2.4 การวัดความต้านทานทางไฟฟ้า หรือการวัดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ใช้ในอาคารผลิตชิ้นส่วนโลหะในงานอุตสาหกรรมเป็นการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วที่เครื่องจักรทำให้เกิดอันตรายต่อบุคคลที่ทำงานเกี่ยวข้อง ดังนั้นการวัดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของเครื่องจักรภายในโรงงานในที่นี้ได้ทำการเลือกเครื่องจักรทั้งหมดเพื่อมาทำการวิเคราะห์ และได้ทำการตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินภายในโรงงานอุตสาหกรรม

3.3 สร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสร้างตารางเพื่อใช้ในการตรวจสอบโดยใช้ตารางการตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้า และตารางการตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดิน และตารางการตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าเพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย

ตารางที่ 1 ตารางใช้วัดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ลำดับ	รายการ		ความต้านทาน (โอห์ม)	ผลการวิเคราะห์ความต้านทาน
	อุปกรณ์	อุปกรณ์		
1	A	B	X	X
2	A	C	X	X
3	A	D	X	X
4	A	E	X	X
5	A	F	X	X
6	A	G	X	X

จากตารางที่ 1 คือตารางที่ใช้วัดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้า เป็นการวัดค่าความต้านทานของอุปกรณ์ที่ต้องการเพื่อนำผลที่ได้มาทำการมาวิเคราะห์ และสามารถนำตารางมาใช้งานได้ เช่น ลำดับที่ 1 อุปกรณ์ A วัดเทียบกับ อุปกรณ์ B วัดความต้านทานได้ X โอห์ม ได้ผลการวิเคราะห์ความต้านทานเท่ากับ X เป็นต้น

ตารางที่ 2 ตารางการตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินถึงบริภัณฑ์ประธาน

การตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินถึงบริภัณฑ์ประธาน

1. **ข้อมูลทั่วไป**

สถานที่ติดตั้ง_____	ลักษณะสถานที่ติดตั้ง ☐ บ้าน ☐ อาคาร ☐ โรงงาน อื่นๆ ระบุ _____		
ผู้รับผิดชอบการติดตั้ง_____	วันรับมอบงานติดตั้ง _____	ผู้ตรวจสอบ_____	วันที่ตรวจสอบ_____
ระบบไฟฟ้า	☐ มิเตอร์ไฟฟ้า _____เฟส ขนาด_____แอมแปร์		
	☐ หม้อแปลงไฟฟ้า _____เฟส ขนาด_____กิโลโวลต์แอมแปร์		
	พิกัดแรงดัน _____ โวลต์ ขนาดบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำ _____ แอมแปร์ ขนาดของตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) _____ ตารางมิลลิเมตร		

2. **ข้อมูลการติดตั้งระบบสายดิน**

☐ การติดตั้งใหม่	☐ มีแบบเดิม ☐ ไม่มีแบบ
☐ การติดตั้งที่มีอยู่เดิม	☐ มีแบบเดิม ☐ ไม่มีแบบ
☐ มีการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวกับระบบสายดิน	☐ มีแบบหลังแก้ไข ☐ ไม่มีแบบหลังแก้ไข

3. **การตรวจสอบระบบสายดิน**

3.1 หลักดิน	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1. ชนิดของหลักดิน	☐ กรณีตรวจสอบไม่ได้ สาเหตุ _____ ☐ ได้มาตรฐาน ☐ กรณีตรวจสอบได้ ☐ แบบแท่งหลักดิน ☐ แบบหลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต ☐ แบบแผ่นโลหะ ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____ ☐ แบบวงแหวน ☐ แบบกริด ☐ อื่นๆ ระบุ _____	
2. วัดค่าความต้านทานระหว่างหลักดินกับดิน	☐ กรณีตรวจสอบไม่ได้ สาเหตุ _____ ☐ ได้มาตรฐาน ☐ กรณีตรวจสอบได้ ค่าที่วัดได้ _____โอห์ม ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____	

3.2 สายต่อหลักดิน	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1. ชนิด และขนาดของสายต่อหลักดิน	ชนิดสาย _____ วิธีการต่อฝาก ระบุ _____ ☐ ได้มาตรฐาน ขนาดสาย _____ (ดูตารางที่ 4 หน้า 54) ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____	
2. การต่อสายต่อหลักดินกับบัสนิวทรัล หรือบัสดิน	☐ กรณีตรวจสอบไม่ได้ สาเหตุ _____ ☐ ได้มาตรฐาน ☐ กรณีตรวจสอบได้ ☐ เชื่อมด้วยความร้อน ☐ แคลมป์ต่อสาย ☐ อื่นๆ ระบุ _____ ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____	
3. การต่อสายต่อหลักดินกับหลักดิน	☐ กรณีตรวจสอบไม่ได้ สาเหตุ _____ ☐ ได้มาตรฐาน ☐ กรณีตรวจสอบได้ ☐ เชื่อมด้วยความร้อน ☐ แคลมป์ต่อสาย ☐ อื่นๆ ระบุ _____ ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____	

3.3 สายดินของบริภัณฑ์ประธาน	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1. สายต่อฝากระหว่างบัสดินกับบัสนิวทรัล	ชนิดสาย _____ วิธีการต่อฝาก ระบุ _____ ☐ ได้มาตรฐาน ขนาดสาย _____ (ดูตารางที่ 4 หน้า 54) ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____	
2. สายต่อฝากระหว่างบัสนิวทรัลกับโครงโลหะ	ชนิดสาย _____ วิธีการต่อฝาก ระบุ _____ ☐ ได้มาตรฐาน ขนาดสาย _____ (ดูตารางที่ 4 หน้า 54) ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____	

จากตารางที่ 2 คือตารางที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลระบบสายดินของโรงงานนั้นๆที่ต้องการทำการตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินถึงบริภัณฑ์ประธาน

ตารางที่ 3 ตารางการตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

1. สายดินของแผงย่อย	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1.1 ชนิด และขนาดของสายดิน	พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน _____ แอมแปร์ ☐ ได้มาตรฐาน ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____ ชนิดสาย _____ ขนาดสาย _____ (ดูตารางที่ 5 หน้า 60) วิธีการต่อฝาก ระบุ _____	
1.2 สายต่อฝากระหว่างบัสดินกับโครงโลหะ	ชนิดสาย _____ ☐ ได้มาตรฐาน ขนาดสาย _____ (ดูตารางที่ 5 หน้า 60) ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____ วิธีการต่อฝาก ระบุ _____	

2. สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
2.1 ชนิด และขนาดของสายดิน	พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน _____ แอมแปร์ ☐ ได้มาตรฐาน ☐ ผิดมาตรฐาน สาเหตุ _____ ชนิดสาย _____ ขนาดสาย _____ (ดูตารางที่ 5 หน้า 60) วิธีการต่อฝาก ระบุ _____	

จากตารางที่ 3 คือตารางที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลระบบสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าของโรงงานนั้นๆที่ต้องการทำการตรวจสอบริภัณฑ์ไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ และทำการแก้ไขปรับปรุง

3.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ จะใช้โรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนโลหะในงานอุตสาหกรรม และเครื่องจักรในโรงงาน มีทั้งหมด 3 โรงงาน ประกอบด้วย โรงงาน A โรงงาน B และโรงงาน C ซึ่งเป็นโรงงานขนาดเล็กที่มีเครื่องจักรจำนวนไม่มาก ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับระบบสายดิน และความปลอดภัยในการทำงาน เก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบระบบสายดินในโรงงาน และเครื่องจักรทำการแก้ไขปรับปรุง จากข้อมูลประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย โรงงาน และเครื่องจักรที่ใช้ในอาคารผลิตชิ้นส่วนโลหะในงานอุตสาหกรรม มีทั้งหมด 3 โรงงาน ประกอบด้วย โรงงาน A โรงงาน B และโรงงาน C นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบระบบสายดินทั้งหมดมาทำการเปรียบเทียบ แล้วมาทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดอันตรายจากไฟรั่ว ว่าเกิดจากความผิดพลาดของตัวโรงงาน หรือเกิดจากการปล่อยปะละเลยไม่ใส่ใจของสถานประกอบการนั้นๆ โดยใช้มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (พ.ศ. 2556) เกี่ยวกับการต่อลงดิน ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) เป็นมาตรฐานอ้างอิงในการตรวจสอบระบบสายดิน แล้วทำการแก้ไขปรับปรุง ให้เป็นไปตามมาตรฐานทางไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทางไฟฟ้า

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยของของโรงงาน A

ผลการสำรวจระบบสายดินภายในโรงงาน โดยใช้ตารางในการตรวจสอบ พบว่าเป็นโรงงานขนาดเล็ก และที่มีการติดตั้งมาแล้ว และไม่มีวงจรระบบไฟฟ้าโรงงาน จึงต้องทำการเขียน Single Line Diagram ของตู้ไฟฟ้า MDB เพื่อให้ง่ายในการตรวจสอบระบบส่วนในระบบสายดินพบว่า มีปัญหาตรงจุด หลักดินเพราะไม่สามารถทำการตรวจสอบได้เนื่องจากมีการก่อสร้างต่อเติมกีดขวาง จึงไม่สามารถทำการตรวจสอบได้ และที่จุด ตู้ไฟฟ้า MDB ไม่มีสายต่อฝากที่ฝาตู้ไฟฟ้า จึงต้องทำการต่อฝาก เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ส่วนขนาดสายดิน และการการต่อที่จุดอื่นไม่พบปัญหา

ผลการตรวจสอบในส่วนของเครื่องจักรมีจำนวน 4 เครื่อง ประกอบไปด้วย เครื่องกัด CNC (CNC Machining Center) เครื่องกลึง CNC (CNC Lathe Machine Center) เครื่องกลึง (Lathe Machine) เครื่องกัด (Milling Machine) ที่เครื่องจักรมีการต่อระบบสานดินมาที่แผงย่อย แต่ที่ฝาตู้แผงย่อยไม่มีสายต่อฝาก จึงต้องทำการต่อฝาก และในส่วนที่ทำการต่อเติมเครื่องจักรเพื่อให้สะดวกต่อการทำงาน ส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องจักรบางตัวไม่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ควรทำการต่อให้ถูกต้อง เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางไฟฟ้า การวัดค่าความต้านทานตามจุดต่างๆ ของเครื่องจักรทำการเลือกจุดที่เสี่ยงต่อความไม่ต่อเนื่องทางไฟฟ้า ค่าความต้านทานที่ได้ต่ำ และแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เนื่องจากตัวเครื่องจักร

ชิ้นส่วนส่วนมากเป็นโลหะ จึงทำให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า

แนวทางด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสสายไฟฟ้าโดยตรง และเมื่อมีข้อสงสัยควรปรึกษาคนที่เกี่ยวข้อง และในส่วนของโรงงาน A กับเครื่องจักรทั้งหมดได้ทำการปรับปรุงแก้ไขให้เป็นไปตามมาตรฐาน

4.2 ข้อมูลการวิจัยของโรงงานอุตสาหกรรม B

ผลการวิจัยโรงงานอุตสาหกรรม B จะเป็นไปในลักษณะทำนองเดียวกันกับโรงงานอุตสาหกรรม A, ขั้นตอนการตรวจสอบระบบสายดิน วัดความต่อเนื่องทางไฟฟ้า แก้ปัญหาต่างๆ จะเหมือนกัน แต่แตกต่างแค่จำนวนของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม B เท่านั้น มีจำนวน 2 เครื่อง คือ เครื่องกลึง (Lathe Machine) เครื่องกัด (Milling Machine)

4.3 ข้อมูลการวิจัยของโรงงานอุตสาหกรรม C

ผลการวิจัยโรงงานอุตสาหกรรม C จะเป็นไปในลักษณะทำนองเดียวกันกับโรงงานอุตสาหกรรม A, B ขั้นตอนการตรวจสอบระบบสายดิน วัดความต่อเนื่องทางไฟฟ้า แก้ปัญหาต่างๆ จะเหมือนกัน แต่แตกต่างแค่จำนวนของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม C เท่านั้น มีจำนวน 2 เครื่อง คือ เครื่องกลึง (Lathe Machine) เครื่องกัด (Milling Machine) จำนวนเครื่องจักรโรงงานอุตสาหกรรม B จะเท่ากับเครื่องจักรโรงงานอุตสาหกรรม C

5. การอภิปรายผล

จากการการวิเคราะห์ระบบสายดินของเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรมเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบระบบสายดินของโรงงานทั้งหมด 3 โรงงานประกอบไปด้วยโรงงาน A โรงงาน B โรงงาน C ซึ่งเป็นโรงงานขนาดเล็กที่มีเครื่องจักรจำนวนไม่มาก ตรวจสอบตั้งแต่จุดเริ่มต้นที่มาจากการไฟฟ้าผ่านมายังมิเตอร์ไฟฟ้า (Watt-hour Meter) แล้วผ่านไปยังตู้ไฟ บริภัณฑ์ประธาน (MDB) แล้ว ซึ่งในส่วนโรงงานไม่มีวงจรไฟฟ้าให้จึงต้องทำการเขียนวงจร Single Line Diagram ของตู้ บริภัณฑ์ประธาน (MDB) ของแต่ละโรงงานใหม่ออกมาเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสะดวกต่อการตรวจสอบระบบสายดิน โดยใช้ตารางการตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินและการตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้าเพื่อทำการตรวจสอบ โดยใช้มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (พ.ศ. 2556) เกี่ยวกับการต่อลงดินเป็นตัวอ้างอิง การตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินประกอบด้วย

5.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน ทั้ง 3 โรงงาน จะมีโรงงาน A โรงงาน B ที่เหมือนกัน มีเพียงโรงงาน C ที่จะแตกต่าง คือ โรงงาน A โรงงาน B มีระบบไฟฟ้า 380 VAC. 3 เฟส มิเตอร์ไฟฟ้า 30(100) แอมป์ ตู้ไฟฟ้าบริภัณฑ์ประธานแรงดันต่ำ 100 แอมป์ แต่มีเพียงโรงงาน C ที่จะแตกต่าง ระบบไฟฟ้า 380 VAC. 3 เฟส มิเตอร์ไฟฟ้า 15(45) แอมป์ ตู้ไฟฟ้าบริภัณฑ์ประธานแรงดันต่ำ 50 แอมป์

5.2 ข้อมูลการติดตั้งระบบสายดิน จากการตรวจสอบพบว่าเป็นการติดตั้งที่มีอยู่เดิม โดยไม่มีแบบที่ทำไว้ ซึ่งทั้ง 3 โรงงาน จะเหมือนกันทั้งหมด

5.3 การตรวจสอบระบบสายดิน ในส่วนของหลักดินซึ่งชนิดของหลักดินไม่สามารถตรวจสอบได้ เพราะมีการก่อสร้างกีดขวางทางเกิดจากการต่อเติมของอาคาร จึงทำให้ไม่สามารถวัดค่าความต้านทานระหว่างหลักดินกับดินได้ และสายต่อหลักดิน ชนิด และขนาดของสายต่อหลักดินสามารถตรวจสอบ และดูได้จากตารางขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ จากขนาดตัวนำประธานแล้วทำการเทียบก็จะได้ขนาดของสายต่อหลักดิน ข้อมูลจากการวิจัยได้ค่า

ของขนาดของสายต่อหลักดินออกมาตามมาตรฐานทางไฟฟ้า ในการต่อสายต่อหลักดินกับบัสนิวทรัล หรือบัสดินทั้งหมดจะยึดด้วยนัท และในส่วนของการต่อสายต่อหลักดินกับหลักดินไม่สามารถตรวจสอบได้เพราะมีการก่อสร้างกีดขวางทาง เกิดจากการต่อเติมของอาคาร จึงทำให้ไม่สามารถทำการตรวจสอบได้

5.4 สายดินของบริภัณฑ์ประธาน สายต่อฝากระหว่างบัสดินกับบัสนิวทรัล และสายต่อฝากระหว่างบัสนิวทรัลกับโครงโลหะทั้งหมดของบริภัณฑ์ประธานจะใช้นัทเป็นตัวยึดเข้าด้วยกัน

5.5 การตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าประกอบด้วย

สายดินของแผงย่อย ชนิด และขนาดของสายดิน และสายต่อฝากระหว่าง บัสนิวทรัลกับโครงโลหะ จากข้อมูลการวิจัยจะเห็นว่าส่วนมากมีการต่อสายดินมาไว้ที่ตัวเบรกเกอร์ แต่จะไม่มีสายต่อฝากที่ฝาตู้ไฟฟ้า ขนาดของสายดิน และสายต่อฝากสามารถได้ดูจากตารางขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าโดยดูจากเครื่องป้องกันกระแสเกินแล้วทำการเทียบก็จะได้ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ชนิด และขนาดของสายดินสามารถดูจากตารางขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าโดยดูจากเครื่องป้องกันกระแสเกินแล้วทำการเทียบก็จะได้ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า จากข้อมูลการวิจัยเครื่องจักรส่วนมากจะมีสายดินมาทุกตัว แต่อยู่ที่เจ้าของสถานประกอบการที่ไหนจะให้ความสำคัญเกี่ยวกับการต่อสายดินหรือไม่ เครื่องจักรบางตัวก็มีการต่อสายดิน แต่ส่วนน้อยที่จะไม่ได้ต่อสายดิน

5.6 ความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของเครื่องจักรที่ทำการวิจัยจะเห็นว่าค่าความต้านทานที่ได้ออกมามีค่าความต้านทานที่ต่ำ เพราะเครื่องจักรชิ้นส่วนเป็นโลหะ จึงทำให้เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี แต่ก็มีบางส่วนของเครื่องจักรที่ไม่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า เพราะว่ามีการต่อเติมของเครื่องจักร จึงควรทำสายต่อฝากระหว่างเครื่องจักรกับส่วนที่ต่อเติม หรือแก้ไขในส่วนที่เกิดการชำรุด เสียหาย

ปัญหาเกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือความมักง่ายของผู้ประกอบการเนื่องจากเป็นโรงงานขนาดเล็กที่ไม่ได้มาตรฐาน มีการแก้ไขดัดแปลงจากอาคารที่อยู่อาศัยให้เป็นสถานประกอบการเพื่อใช้ในการทำงาน จึงทำให้มีการแก้ไขดัดแปลงระบบไฟฟ้าใหม่โดยไม่ได้มาตรฐาน คือตั้งแต่ไม่มีการเขียนวงจร Single Line Diagram ของตู้ บริภัณฑ์ประธาน (MDB) และวงจรไฟฟ้าภายในอาคารของแต่ละโรงงาน ขาดการดูแลระบบสายดิน หลักดินกับจุดต่อระหว่างหลักดินกับสายต่อหลักดิน และหลักดินที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ เนื่องจากมีการก่อสร้างกีดขวางจึงไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบได้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างตารางเพื่อใช้ในการตรวจสอบโดยใช้ตารางการตรวจสอบการติดตั้งระบบสายดิน และการตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้าในการตรวจสอบ โดยใช้มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (พ.ศ. 2556) เกี่ยวกับการต่อลงดินเป็นตัวอ้างอิง เพื่อใช้ในการตรวจสอบระบบ ดังนั้นควรจะมีการจัดทำแผนการซ่อมบำรุงหรือตรวจเช็คระบบสายดินประจำปีทุกปี เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานของเครื่องจักร และถ้ามีการปรับปรุงระบบสายดินของเครื่องจักรในโรงงาน และมีการเก็บบันทึกข้อมูลทุกครั้ง

6. บทสรุป

จากการวิเคราะห์ควรทำการปรับปรุงและแก้ไขระบบสายดินของโรงงาน และเครื่องจักรในขบวนการผลิตเมื่อเห็นว่าไม่ถูกต้อง และทำการตรวจสอบระบบสายดินโดยการใช้เอกสารการ

ตรวจสอบระบบสายดิน ตรวจสอบค่าต่างๆ ทางไฟฟ้าให้ได้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (2556) เกี่ยวกับการต่อลงดิน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานของเครื่องจักร และผู้ปฏิบัติงาน การตรวจสอบอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน และลดการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปานจิต ดำรงกุลกำจร ประธานกรรมการที่ปรึกษาหลักที่ได้ให้การช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้ทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมถึงพี่และเพื่อนที่ร่วมงานทุกคน ที่ให้คำปรึกษาให้แนวทางตลอดจนสถานที่ในการทำวิจัย และช่วยเหลือในด้านต่างๆให้สามารถทำวิทยานิพนธ์ สำเร็จลุล่วง ตลอดจนทุกท่านที่ได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์และมิได้กล่าวนามในที่นี้ด้วย จึงขอกราบขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

ชำนาญ ห่อเกียรติ, เทพกัญญา ขัติแสง, (2549). การต่อลงดิน. กรุงเทพฯ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2556). มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. กรุงเทพฯ. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 4-1 - 4-16.

ลือชัย ทองนิล. (2550). การตรวจความปลอดภัยระบบไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 75 - 93

ลือชัย ทองนิล. (2547). คู่มือวิศวกรไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 113 - 129.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี, วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, (2538). วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ. โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

Allison, William W., (1975). Ground Fault Circuit Interrupters. CSI, Professional safety.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (2000). IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding. IEEE Std. 86-109.