รายงานปฏิบัติการสหกิจ

ความสมดุลค่ากราวด์และความชื้น

กรณีศึกษา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองจังหวัดนครราชสีมา

นายธวัชชัย วิลัยจิตร รหัส 6340703107

ปริญญานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ ไฟฟ้าอุตสาหกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหการ

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา พ.ศ 2567

Ground and Moisture Levels

Mr. Thawatchai Wilaijit Code 6340703107

Graduate dissertations are part of the engineering curriculum.

industrial electricity

Department of Industrial Electrical Engineering

Faculty of Industrial Technology

Nakhon Ratchasima Rajabhat University 2023

หัวข้อปริญญานิพนธ์ **ความสมดุลค่ากราวด์และความชื้น**

ชื่อนักศึกษา **นายธวัชชัย วิลัยจิตร รหัสประจำตัว 6340703107**

ปริญญาตรี **วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต**

สาขาวิชา **วิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม**

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ **อาจารย์เสกสิทธิ์ กมลชัย**

บทคัดย่อ

การปฏิบัติงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้เพิ่มความรู้ ความสามารถ ทักษะในการใช้อุปกรณ์และศึกษาสภาพการทำงานจริง เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานในอนาคตต่อไป เพื่อให้ได้เรียนรู้ลักษณะการทำงานให้ถูกต้องตาม ข้อกำหนด รายละเอียดของงาน และความปลอดภัยในการทำงาน

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการใช้เครื่อง Eart Tester ในการหาค่าความต้านทาน สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยการให้ความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำให้คำปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก อาจารย์เสกสิทธิ์ กมลชัย และ นายสุเมธ แก้วกิ่ง(พี่ปรึกษาการฝึกสหกิจ) ถ้ามีของบงพร่องประการใด ก็ขออภัย อาจาร์ทุกท่าน ไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

นายธวัชชัย วิลัยจิตร

นักศึกษาผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.6 แผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสายกราวหรือสายดิน	3
2.3 ลวดเหล็กตีเกลียว	4
2.4 กราวด์ร็อดมะเฟือง	4
2.5 เครื่องวัดความต้านทานดิน	5
2.6 เครื่องวัดความชื้นในดิน	7
2.7 วิธีการวัดความชื้นในดิน 3 วิธี	9
2.8 หม้อแปลง	9
2.9 ชนิดของหม้อแปลง	11
2.10 การหาขั้วของหม้อแปลง	12
2.11 แท่งเหล็ก	13
2.12 ค้อนเหล็ก	13
2.13 หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง	
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	15
3.1 หม้อแปลงแต่ละยี่ห้อที่แตกต่างกัน	16
3.2 ขั้นตอนการวัดค่ากราวด์โดยใช้เครื่อง Eart Tester	17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง 20

4.1 สรุปผลการทดลอง 26

บทที่ 5 สรุปงานวิจัย 27

5.1 สรุป 27

5.2 อุปสรรคในการทำงาน 27

เอสารอ้างอิง 26

ภาคผนวก 27

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	2
4.1 หม้อแปลงขนาดที่ 30 KVA	20
4.2 หม้อแปลงขนาดที่ 50 KVA	21
4.3 หม้อแปลงขนาดที่ 100 KVA	22
4.4 หม้อแปลงขนาดที่ 160 KVA	23
4.5 หม้อแปลงขนาดที่ 30 KVA	24

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ลวดเหล็กตีเกลียว	4
2.2 กราวด์ร็อดมะเฟือง	5
2.3 กราวด์จุดเดียว	6
2.4 กราวด์หลาดจุด	6
2.5 การวัดและทดสอบค่าความต้านทาน	6
2.6 การวัดค่าความต้านทานดินแบบใช้แคล้มป์	7
2.7 เครื่องวัดค่าความต้านทานดินแบบเข็มมิเตอร์	8
2.8 เครื่องวัดค่าความต้านทานดินแบบดิจิตอล	9
2.9 หม้อแปลง	12
2.10 แท่งเหล็ก	13
2.11 ค้อน	13
3.1 หม้อแปลง 30 KVA เอกรัฐ	16
3.2 หม้อแปลง 50 KVA CC Transformer	16
3.3 หม้อแปลง 100 KVA Precise	16
3.4 หม้อแปลง 160 KVA ETERNITY	16
3.5 หม้อแปลง 250 KVA TEN	17
3.6 เครื่อง Eart Tester	17
3.7 การปักแท่งเหล็กลงดิน	18
3.8 ขั้นตอนการต่อสาย	18
3.9 ขั้นตอนการหาค่ากราด์	19
3.10 ขั้นตอนการวัดความชื้นของพื้นดิน	19
3.11 วิธีการปักแท่งกราวด์เพิ่ม	20

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากการที่ได้ไปฝึกสหกิจปฏิบัติงานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมืองจังหวัดนครราชสีมาและได้รับมอบหมายให้ฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับงานในแผนกก่อสร้างและแผนกมิเตอร์(หม้อแปลง) ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญสำหรับวิศวะไฟฟ้าจึงได้นำประสบการณ์การทำงานมาเสนอในรายงานฉบับนี้

ดังนั้น เพื่อให้การปฏิบัติหน้าที่ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อข้อมูลอ้างอิงแก่บุคคลที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการสักค่าสานกราวด์รวมทั้งการหาค่าความต้านทานดินของหม้อแปลงจึงได้จัดทำโครงงานชื่อ ค่าความต้านทานดินของหม้อแปลงแต่ละชนิด มีความสนใจเป็นอย่างมากในการค้นคว้าที่จะศึกษางานวิจัยในเรื่องนี้และพร้อมที่จะรับข้อมูลในการทำงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอย่างเต็มที่เพื่อจะนำความรู้ไปใช้ในการทำงานจริง เป็นประสบการณ์ในการทำงานที่ดีในการฝึกงานสหกิจครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาค่าความต้านทานดิน(กราวด์)เพื่อเปรียบเทียบแต่ละขนาดของหม้อแปลง

1.2.2 เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการตัดสินใจเลือกใช้หม้อแปลง

1.3 ขอบเขตโครงการ

1.3.1 ศึกษาหม้อแปลงแต่ละขนาด

1.3.2 การวัดค่าความต้านทานดิน(กราวด์)ของหม้อแปลงตาละขนาด

1.3.3 ขั้นตอนการวัดค่าความต้านทานดิน (กราวด์)

1.4 ประโยชที่ดาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีทักษะการใช้งานของอุปกรณ์ Earth Tester

1.4.2 มีทักษะในการหาค่าความต้านทานดิน (กราวด์)

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ที่	รายละเอียดการดำเนินการ	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม
1	ศึกษาค้นคว้าข้อมูล	วันที่ 26 – 29	วันที่ 3 – 5 วันที่ 8 - 12		
2	รวบรวมข้อมูลและศึกษาการทำโครงงานวิจัย		วันที่ 13 - 31		
3	ออกสำรวจพื้นที่ที่การไฟฟ้าควบคุม			วันที่ 1 - 16	
4	ออกหน้างานและได้ใช้อุปกรณ์จริง			วันที่ 19 - 29	
5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ				วันที่ 1 - 22
6	จัดทำรูปเล่มโครงงานการทำวิจัย				วันที่ 25 - 29

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ จึงค่าความต้านทานดิน(สายกราวด์)จากหม้อแปลงของแต่ละชนิด ซึงเป็นปัจจัยหลักของการทำโครงงาน และหน้าที่อุกรณ์แต่ละส่วน เช่น เครื่องวัดความต้านทานดิน (Eart Tester) เพื่อวัตค่าความต้านทานดินจะมีผลต่อสายกราวด์มากน้อยอยู่ที่เครื่องงนี้ผู้ให้คำตอบ เครื่องวัดความชื้นในดิน (Soil Meter) เพื่อเช็คว่าความชื้นในดินมีค่าความชื้นมากหรือน้อย เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินโครงงานสหกิจนี้

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสายกราวด์หรือสายดิน

สายดิน คือ ตัวนำที่ต่อจากโครงโลหะของอุปกรณ์ เพื่อจะนำกระแสไฟฟ้าที่ไม่ต้องการให้ไหลลงสู่ดิน ช่วยให้ในกรณีที่เกิดไฟรั่ว กระแสไฟนี้จะไหลลงดินแทนการไหลเข้าสู่ร่างกายของผู้ใช้งาน

2.2.1 การต่อสายดิน

เป็นหนึ่งในการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าในกรณีที่เกิดไฟรั่ว หากที่อยู่อาศัยของเราไม่ได้ติดตั้งสายดิน เมื่อมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไฟรั่วอยู่ แล้วผู้ใช้ไปสัมผัสหรือใช้งานจะทำให้ถูกไฟดูดได้ แต่ถ้าต่อสายดินเรียบร้อยแล้ว ไฟที่รั่วอยู่นั้นจะถูกนำลงดินผ่านสายดิน แทนที่จะเข้าสู่ร่างกายของเรานั่นเองถ้าจะให้เห็นภาพมากขึ้น เชื่อว่าหลายคนคงเคยเห็นประโยค อันตรายถึงชีวิต หากไม่ติดตั้งสายดิน ผ่านตากันมาแล้ว โดยเฉพาะบนเครื่องทำน้ำอุ่น เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ใด ๆ ก็ตามที่เกี่ยวข้องกับน้ำ หากเกิดไฟรั่วแล้วไม่ต่อสายดินจะส่งผลให้ได้รับอันตราย บาดเจ็บ จนถึงขั้นเสียชีวิตได้เลย ฉะนั้น วันนี้เซฟไทยจะมาบอกถึงความสำคัญของการต่อสายดิน พร้อมทริกสังเกตว่าที่อยู่อาศัยของเรานั้นได้ทำการต่อสายดินไปแล้วหรือยัง เพื่อให้ทุกคนดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างปลอดภัย

2.2.2 สายต่อหลักดิน

ขั้วต่อสายนิวทรัลหรือขั้วต่อสายดินในแผงสวิตช์ ประธาน (MDB) เพื่อให้ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ามีการต่อลงดินเป็นสายตัวนำที่ใช้ต่อระหว่างหลักดินกับส่วนที่ต้องการต่อลงดินสายจะต้องเป็นสายตัวนำทองแดงชนิดตัวนำเดี่ยวหรือตัวนำตีเกลียว หุ้มฉนวนและต้องเป็นตัวนำเส้นเดียวยาวตลอดโดยไม่มีการตัดต่อ ซึ่งจะต้องเป็นสายตัวนำทองแดงชนิดตัวนำเดี่ยว ภายในสายประกอบด้วยลวดทองแดง และหุ้มด้วยฉนวน PVC ตามมาตรฐานได้กำหนดให้ใช้สายที่มีฉนวนสีเขียวหรือสีเขียวสลับแถบสีเหลือง ซึ่งเป็นสีเฉพาะของสายดิน และที่สำคัญต้องเป็นตัวนำเส้นเดียวยาวตลอด ไม่มีการตัดต่อ ขนาดสายตามมาตรฐานของ วสท.

2.3 ลวดเหล็กตีเกลียว

ทำหน้าที่เหมือนสาวกราวด์ครัวเรือน(สายเขียวเหลือง) ส่วนลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง หรือที่เรียกว่า PC Strands Wireเป็นการนำลวดเส้นเดี่ยวจำนวน 7 เส้นที่ผ่านกระบวนการลดขนาด(ไม่มีรอยย้ำ) มาตีเกลียวรวมกันเป็นหนึ่งเดียว จนมีคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงสูงนิยมใช้ในการก่อสร้างโครงการที่มีขนาดใหญ่ๆ

- ลวดสลิง ผลิตจากเหล็กลวดคาร์บอนสูง (High carbon steel wire rods)
- เส้นขนาดเล็กจำนวนหลายๆเส้น มัดรวมกันเป็นเกลียว เพื่อเพิ่มความยืนหยุ่นที่มากขึ้น
- มีคุณสมบัติที่มีความแข็งแรงทนทาน ทนต่อแรงดึงได้สูง
- สามารถใช้งานได้ทุกสภาวะอากาศ และทนต่อการกัดกร่อน
- สามารถป้องกันการเกิดสนิม ของตัวชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- นิยมใช้กับงานยึด ตรึง ชิ้นงานที่มีน้ำหนักสูง

รูปที่ 2.1 ลวดเหล็กตีเกลียว

2.4 กราวด์ร็อดมะเฟือง

Ground Rod ทำมาจาก เหล็กคาร์บอนต่ำ ชุบด้วยทองแดงเพราะลดต้นทุนปกตินิยมใช้ทองแดงแต่ราคาสูงเกินไป ทำหน้าที่ฝังลงในดินเพื่อเป็นตัวเชื่อมสายต่อหลักดินจากเมนสวิตช์เข้ากับดิน หลักดินที่ใช้โดยทั่วไปทำจากเหล็กหุ้มด้วยทองแดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว) ความยาว 2.40 เมตร และหลักดินที่ดีเมื่อตอกลงดินแล้วต้องมีความต้านทานการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

2.4.1 สายดินมีประโยชน์อย่างไร

ผู้ใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับ การติดตั้งสายดิน มากนัก เพราะมองเป็นเรื่องไกลตัว และการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆก็ยังใช้งานได้อยู่ แต่เมื่อเกิดเหตุไม่คาดฝัน เช่น มีคนในบ้านถูกไฟดูด อาจนำมาซึ่งโศกนาฏกรรมและความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ด้วยเหตุนี้บ้านพักอาศัย จึงต้องติดตั้งระบบสายดินให้ถูกต้องตามมาตรฐาน เพื่อให้ระบบสายดินมีความปลอดภัยและใช้งานได้จริงนั่นเอง

ทั้งนี้การต่อลงดินแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ การต่อลงดินที่เมนสวิตช์และการต่อลงดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเราจะต้องทำทั้งสองจุด จึงจะใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

รูปที่ 2.2 กราวด์ร็อดมะเฟือง

2.5 เครื่องวัดความต้านทานดิน (Eart Tester)

เครื่องมือวัดความต้านทานดิน (Earth tester) มีความจำเป็นในการใช้งานเพื่อวัดระบบกราวด์ของหลักดิน (Earth electrode) หรือของวงจรว่ามีความต้านทาน ณ พื้นที่นั้นๆ อยู่ในระดับที่กำหนดหรือไม่ ถ้าหากระบบกราวด์ของวงจรไม่ได้ค่าตามที่กำหนดไว้ จะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนหรือกระแสรั่วไหลที่อาจจะเกิดขึ้นไม่สามารถผ่านลงดินได้ ซึ่งจะทำให้ไปรบกวนอุปกรณ์ไฟฟ้าในอุดมคติเราต้องการให้กระแสไฟฟ้าที่รั่วไหลนั้นไหลลงไปที่ดิน การออกแบบระบบกราวด์จึงทำโดยพยายามทำให้แท่งกราวด์ไฟฟ้าลงไปถึงพื้นดินให้มากที่สุด แต่ในทางปฏิบัตินั้นทำได้ยากและมีค่าใช้จ่ายสูง ทำให้เกิดการออกแบบระบบกราวด์แบบหลายจุด การออกแบบเช่นนี้จะทำการปักแท่งกราวด์ไฟฟ้าลงไปหลายๆอันในพื้นดินและเชื่อมต่อแบบขนาน และเพื่อให้มีประสิทธิผล ระยะห่างระหว่างแท่งกราวด์ไฟฟ้าจะต้องเป็นระยะที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้รัศมีทำการทับซ้อนกัน โดยทั่วไปกำหนดให้ห่างเท่ากับความลึกของแท่งกราวด์ไฟฟ้าเป็นอย่างน้อย

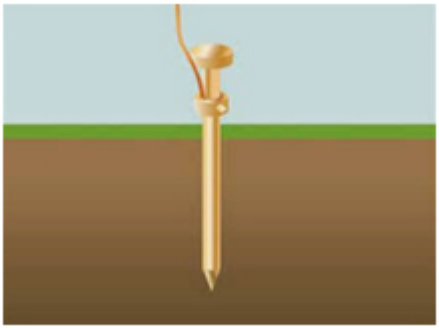
ค่าความต้านทานดินมีความจำเป็นที่จะต้องทำการวัดและออกแบบก่อนที่จะมีการติดตั้งระบบไฟฟ้า องค์ประกอบของดิน ความชื้นและอุณหภูมิ ล้วนมีผลต่อค่าความต้านทานดินทั้งสิ้น เราจำเป็นต้องเอาองค์ประกอบเหล่านี้มาพิจารณาเพื่อหาพื้นที่ที่มีความต้านทานต่ำที่สุดในการลงกราวด์

2.5.1 การออกแบบระบบกราวด์

จะต้องพิจารณาว่าอะไรบ้างที่มีผลต่อค่าความต้านทานดิน ซึ่งได้แก่

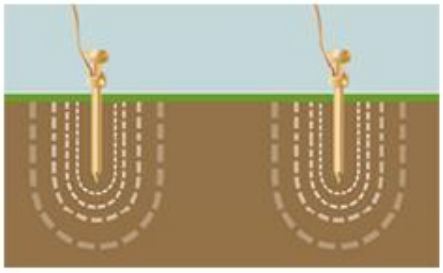
- ความยาวและความลึกของแท่งกราวด์ไฟฟ้า
- เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งกราวด์ไฟฟ้า
- จำนวนแท่งกราวด์ไฟฟ้า
- รูปแบบการติดตั้งแท่งกราวด์ไฟฟ้า

1. การลงกราวด์แบบจุดเดียว พยายามลงดินให้ลึกที่สุด



รูปที่ 2.3 กราวด์จุดเดียว

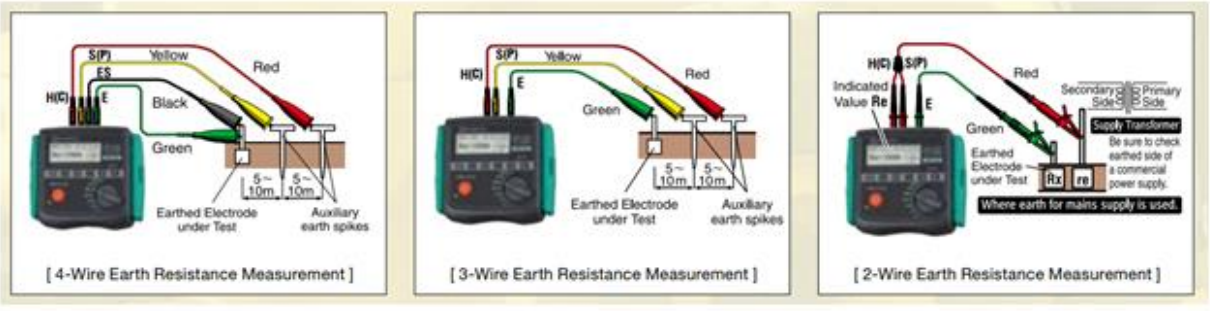
2. การลงกราวด์แบบหลายจุด เพื่อลดค่าความต้านทานโดยเชื่อมต่อแบบขนาน



รูปที่ 2.4 กราวด์หลายจุด

2.5.2 การวัดและทดสอบค่าความต้านทานดิน

การวัดค่าความต้านทานดินแบบใช้หลัก คือการตอกหลักที่เป็นแท่งโลหะขนานไปที่แท่งกราวด์ไฟฟ้า เพื่อให้เกิดลูปของไฟฟ้า เครื่องทดสอบความต้านทานดินจะปล่อยแรงดันและกระแสคงที่มาค่าหนึ่งไปที่ลูปไฟฟ้านั้นแล้วคำนวณกลับออกมาเป็นค่าความต้านทาน



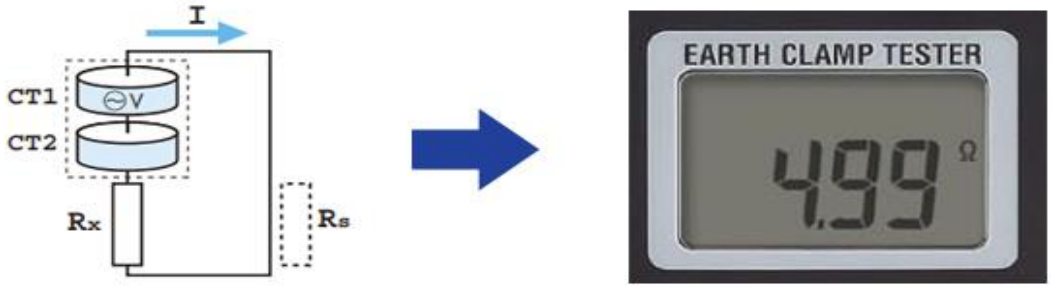
รูปที่ 2.5 การวัดและทดสอบค่าความต้านทานดิน

ดินจะปล่อยแรงดันและกระแสคงที่มาค่าหนึ่งไปที่ลูปไฟฟ้านั้นแล้วคำนวณกลับออกมาเป็นค่าความต้านทาน การวัดค่าความต้านทานดินแบบใช้หลัก สามารถทำได้ทั้งแบบ 2สาย, 3 สาย และ 4 สายเนื่องจาก

การวัดค่าความต้านทานดินแบบใช้หลัก จำเป็นที่ต้องมีการตอกแท่งหลักที่เป็นโลหะลงไปในดิน ดังนั้นการทดสอบวิธีนี้จึงเหมาะกับการใช้ออกแบบติดตั้งระบบใหม่

2.5.3 การวัดค่าความต้านทานดินแบบใช้แคล้มป์

เหมาะกับการวัดและทดสอบค่าความต้านทานดินในงานซ่อมบำรุง เมื่อใช้วิธีนี้จะเป็นการตัดขั้นตอนความยุ่งยากในการตอกหลักที่เป็นแท่งโลหะออกไป สามารถทำได้โดยง่ายเพียงแค่คล้องแคล้มป์ไปที่สายกราวด์ ภายในของแคล้มป์วัดความต้านทานดิน จะประกอบด้วยขดลวด CT 2 ชุด คือ CT1 กับ CT2 ดังรูป



รูปที่ 2.6 การวัดค่าความต้านทานดินแบบใช้แคล้มป์

CT1 จะทำหน้าที่ป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรของกราวด์โดยใช้วิธีการเหนี่ยวนำ และเมื่อเกิดกระแสไฟไหลในวงจรกราวด์ CT2 ก็จะทำหน้าที่ตรวจจับการไหลของกระแสไฟฟ้าดังกล่าวและเครื่องจะคำนวณเป็นค่าความต้านทานดินของระบบกราวด์นั้น พร้อมแสดงผลที่หน้าจอ แต่ข้อจำกัดของวิธีการวัดแบบนี้คือ ระบบกราวด์ที่ทำการทดสอบจะต้องเป็นระบบกราวด์แบบหลายจุด (มีกราวด์ลูป) ถึงจะทำการทดสอบได้

2.6 เครื่องวัดความชื้นในดิน (Soil Meter)

เมื่อพูดถึงเครื่องวัดความชื้นในวัสดุหรือวัตถุดิบ สำหรับการอุปโภค และบริโภคที่ต้องควบคุมความชื้น ปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ใช้วัดความชื้นที่แพร่หลายในการวัดค่าความชื้น มีแบบมีเข็ม และ แบบไม่มีเข็ม (แบบสัมผัส) ใช้งานได้ง่าย และวัดค่าได้รวดเร็ว โดยทั้งสองเทคโนโลยีนี้สามารถวัดความชื้นได้เหมือนกันแตกต่างกันที่หลักการทำงาน และการใช้งาน

2.6.1 เครื่องวัดค่าดินแบบเข็มมิเตอร์

สามารถวัดค่าด่าง ph. ในดิน วัดความชื้นและแสงสว่างสามารถวัดค่า ph ในดินได้ในช่วง 3.5-8ph ความชื้นที่ช่วง 0-10 (0%-100%) และแสงสว่างได้ช่วง 0-2000 lux ใช้งานง่ายๆแค่เสียบก้านวัดลงไปในดินลึกอย่างน้อย 10mm ถ้าดินแห้งอากจะต้องลดน้ำสักเล็กน้อยและทำการอ่านค่าต้องการวัด (phความชื้น หรือแสงสว่าง) ปากฏขึ้นตามหน้าจอโดยเข็มจะชี้ไปในค่าต่างๆความแม่นยำจะไม่แม่นยำเท่าแบบดิจิตอล

รูปที่ 2.7 เครื่องวัดค่าดินแบบเข็มมิเตอร์

2.6.2 เครื่องวัดค่าดินแบบดิจิตอล

มิเตอร์ที่ช่วยวัดสภาพแวดล้อมของแปลงปลูกต้นไม้ พืชผัก ทั้งในร่ม และกลางแจ้ง เพื่อให้เราสามารถปรับปรุง แก้ไขสภาพที่ไม่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต หรือการให้ผลผลิตของพืชผักได้อย่างเหมาะสม ตรวจสอบ และแก้ปัญหา pH หรือค่ากรดด่างในดินได้อย่างทันท่วงที หรือการตรวจสอบความชื้นในดินให้มีความเหมาะสมกับพืชผักแต่ละชนิด ในส่วนการเพาะพันธุ์ต้นกล้า หรือการปลูกพืชชนิดที่ต้องควบคุมความเข้มแสง DSM-904 สามารถประเมินค่าความเข้มแสงเพื่อให้คุณสามารถเลือกพื้นที่ หรือปรับสภาพพื้นที่ให้เหมาะสมได้ และยังสามารถตรวจสอบอุณหภูมิได้อีกด้วย ระดับความเข้มแสง : 9 ระดับมิเตอร์แสดงช่วงค่าแสงเป็น 9 ระดับ โดยแต่ละช่วงจะมีค่าต่ำสุด (low) - สูงสุด (high) ตามตารางดังนี้ (มีหน่วยเป็น Lux)- Low- = 0 - 500- Low = 500 - 5,000- Low + = 5,000 - 10,000- Nor- = 10,000 - 25,000- Nor = 25,000 - 60,000- Nor+ = 60,000 - 80,000- High- = 80,000 - 100,000- High = 100,000 - 120,000- High+ = 120,000greater ระดับความชื้น: 5 ระดับ- Dry+: ความชื้นน้อยกว่า 5%- Dry: มีความชื้นระหว่าง 5-10%- NOR: มีความชื้นระหว่าง 10-20%- WET: มีความชื้นระหว่าง 20-30%- WET+: มีความชื้นมากกว่า 30%Specifications: - ช่วงค่าการวัด pH: 3.5 - 9.0- ความละเอียดค่า pH: 0.5- ช่วงค่าการวัดอุณหภูมิ: 16 - 122°F (-9 - 50°C)- ความละเอียดค่าอุณหภูมิ: 1°F (1°C)- คำนวณค่าแสง (9 ระดับ), ความชื้นในดิน (5 ระดับ), pH ในดิน (12 ระดับ) และอุณหภูมิ- ขาวัดมิเตอร์ยาว 8 นิ้ว (200 มม.)- ปิดเครื่องอัตโนมัติภายใน 5 นาที- แบตเตอรี่ขนาด 9V

รูปที่ 2.8 เครื่องวัดค่าดินแบบดิจิตอล

2.7 วิธีการวัดความชื้นในดิน 3 วิธี

2.7.1 ดูลักษณะภายนอกและการสัมผัสดิน วิธีที่เก่าแก่ที่สุดวิธีหนึ่งในการกำหนดความชื้นในดินคือการสังเกตด้วยตาเปล่าและสัมผัสดิน ในขณะที่ความแม่นยำในการตัดสินดีขึ้นด้วยประสบการณ์ จะใช้เป็นแนวทางในการประมาณค่าความชื้นในดินที่มีอยู่ในตัวอย่างดินที่ได้จากบริเวณรากของพืช

2.7.2 วิธีกราวิเมตริก ตัวอย่างดินนำมาจากระดับความลึกที่ต้องการในหลายตำแหน่งในดินแต่ละประเภท แล้วใช้เครื่องวัดวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analyzer) วิธีนี้เป็นวิธีที่แม่นยำที่สุด แต่โดยทั่วไปไม่เหมาะสำหรับใช้ในฟาร์ม ใช้เป็นหลักในงานทดลองและเป็นมาตรฐานที่เปรียบเทียบวิธีการวัดความชื้นแบบอื่น

2.7.3 การใช้เครื่องมือวัดความชื้น เครื่องมือหลายอย่างมีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์สำหรับการวัดความชื้นในดิน อุปกรณ์เหล่านี้อาจไม่แม่นยำเท่าวิธีกราวิเมตริก แต่รวดเร็วและยุ่งยากน้อยกว่าเครื่องมือกลุ่มนี้ใช้หลักการที่ว่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางไฟฟ้าของดิน คุณสมบัติทางไฟฟ้านี้คือความต้านทาน (หรือการนไฟฟ้า) หรือประจุไฟฟ้า ซึ่งสามารถใช้เพื่อระบุความชื้น เนื่องจากคุณสมบัติทั้งหมดเหล่านี้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของความชื้น

2.8 หม้อแปลง

หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานจากวงจรไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกวงจรโดยอาศัยหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า โดยปกติจะใช้เชื่อมโยงระหว่างระบบไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าแรงต่ำ หม้อแปลงเป็นอุปกรณ์หลักในระบบส่งกำลังไฟฟ้า

2.8.1 โครงสร้างของหม้อแปลง หม้อแปลงแบ่งออกตามการใช้งานของระบบไฟฟ้ากำลังได้ 2 แบบคือ หม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 1 เฟส และหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟสแต่ละชนิดมีโครงสร้างสำคัญประกอบด้วย

- ขดลวดตัวนำปฐมภูมิ (Primary Winding) ทำหน้าที่รับแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) ทำหน้าที่จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ขั้วต่อสายไฟ (Terminal) ทำหน้าที่เป็นจุดต่อสายไฟกับขดลวด
- แผ่นป้าย (Name Plate) ทำหน้าที่บอกรายละเอียดประจำตัวหม้อแปลง
- อุปกรณ์ระบายความร้อน (Coolant) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับขดลวด เช่น อากาศ, พัดลม, น้ำมัน หรือใช้ทั้งพัดลมและน้ำมันช่วยระบายความร้อน เป็นต้น

1. โครง (Frame) หรือตัวถังของหม้อแปลง (Tank) ทำหน้าที่บรรจุขดลวด แกนเหล็กรวมทั้งการติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับหม้อแปลงขนาดใหญ่

2. สวิตช์และอุปกรณ์ควบคุม (Switch Controller) ทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและมีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ รวมอยู่ด้วยวัสดุที่ใช้ทำขดลวดหม้อแปลงโดยทั่วไปทำมาจากสายทองแดงเคลือบน้ำยาฉนวน มีขนาดและลักษณะลวดเป็นทรงกลมหรือแบนขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อแปลง ลวดเส้นโตจะมี

ความสามารถในการจ่ายกระแสได้มากกว่าลวดเส้นเล็ก หม้อแปลงขนาดใหญ่มักใช้ลวดถักแบบตีเกลียวเพื่อเพิ่มพื้นที่สายตัวนำให้มีทางเดินของกระแสไฟมากขึ้น สายตัวนำที่ใช้พันขดลวดบนแกนเหล็กทั้งขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิอาจมีแทปแยก (Tap) เพื่อแบ่งขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (ในหม้อแปลงขนาดใหญ่จะใช้การเปลี่ยนแทปด้วยสวิตช์อัตโนมัติ)

2.8.2 ฉนวน สายทองแดงจะต้องผ่านการเคลือบน้ำยาฉนวน เพื่อป้องกันไม่ให้ขดลวดลัดวงจรถึงกันได้ การพันขดลวดบนแกนเหล็กจึงควรมีกระดาษอาบน้ำยาฉนวนคั่นระหว่างชั้นของขดลวดและคั่นแยกระหว่างขดลวดปฐมภูมิกับทุติยภูมิด้วย ในหม้อแปลงขนาดใหญ่มักใช้กระดาษอาบน้ำยาฉนวนพันรอบสายตัวนำก่อนพันเป็นขดลวดลงบนแกนเหล็ก นอกจากนี้ยังใช้น้ำมันชนิดที่เป็นฉนวนและระบายความร้อนให้กับขดลวดอีกด้วย

2.8.3 แกนเหล็ก แผ่นเหล็กที่ใช้ทำหม้อแปลงจะมีส่วนผสมของสารกึ่งตัวนำ-ซิลิกอนเพื่อรักษาความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบขดลวดไว้ แผ่นเหล็กแต่ละชั้นเป็นแผ่นเหล็กบางเรียงต่อกันหลายชิ้นทำให้มีความต้านทานสูงและช่วยลดการสูญเสียบนแกนเหล็กที่ส่งผลให้เกิดความร้อนหรือที่เรียกว่ากระแสไหลวนบนแกนเหล็กโดยทำแผ่นเหล็กให้เป็นแผ่นบางหลายแผ่นเรียงซ้อนประกอบขึ้นเป็นแกนเหล็กของหม้อแปลง ซึ่งมีด้วยกันหลายรูปแบบเช่น แผ่นเหล็กแบบ Core และแบบ Shell

2.8.4 ขั้วต่อสายไฟ โดยทั่วไปหม้อแปลงขนาดเล็กจะใช้ขั้วต่อไฟฟ้าต่อเข้าระหว่างปลายขดลวดกับสายไฟฟ้าภายนอก และ ถ้าเป็นหม้อแปลงขนาดใหญ่จะใช้แผ่นทองแดง (Bus Bar) และบุชชิ่งกระเบื้องเคลือบ (Ceramic) ต่อเข้าระหว่างปลายขดลวดกับสายไฟฟ้าภายนอก

2.8.5 แผ่นป้าย แผ่นป้ายจะติดไว้ที่ตัวถังของหม้อแปลงเพื่อแสดงรายละเอียดประจำตัวหม้อแปลง อาจเริ่มจากชื่อบริษัทผู้ผลิต ชนิด รุ่นและขนาดของหม้อแปลง ขนาดกำลังไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านรับไฟฟ้าและด้านจ่ายไฟฟ้า ความถี่ใช้งาน วงจรขดลวด ลักษณะการต่อใช้งาน ข้อควรระวัง อุณหภูมิ มาตรฐานการทดสอบ และอื่น ๆ

2.8.6 หลักการทำงาน กฎของฟาราเดย์ (Faraday’s Law) กล่าวไว้ว่า เมื่อขดลวดได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้ขดลวดมีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กตามขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ และทำให้มีแรงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดนี้ คำอธิบาย : เมื่อขดลวดปฐมภูมิได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นตามกฎของฟาราเดย์ ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ขึ้นอยู่กับ จำนวนรอบของขดลวด พื้นที่แกนเหล็ก และความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้มีเส้นแรงแม่เหล็กในขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กนี้เปลี่ยนแปลงตามขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้าที่ได้รับ เส้นแรงแม่เหล็กเกือบทั้งหมดจะอยู่รอบแกนเหล็ก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กผ่านขดลวด จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมินี้

2.8.7 ข้อกำหนดทางไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลง

- ไม่เปลี่ยนแปลงความถี่ไปจากเดิม

- กำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านปฐมภูมิเท่ากับด้านทุติยภูมิ เช่น หม้อแปลงขนาด 100 VA, 20 V / 5 V จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ 20 V ส่วนด้านทุติยภูมิจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 V

2.8.8 ประเภทของหม้อแปลง หม้อแปลงกำลัง (Power Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานในระบบส่งกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปจะมีขนาดตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไปจนถึงหลายร้อย MVA หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง หม้อแปลงวัด (Instrument Transformer) เป็นหม้อแปลงที่มิได้ใช้เพื่อการส่งผ่านพลังงาน แต่ใช้เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้า จากระบบแรงดันสูงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัดค่าต่างๆ เช่น มิเตอร์ 6252

2.9 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

- ขนาดเล็กจนถึง 1 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับการเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณในงานอิเล็กทรอนิกส์
- ขนาด 1-1000 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านขนาดเล็ก
- ขนาด 1 kVA -1 MVA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานจำหน่ายไฟฟ้าในโรงงาน สำนักงาน ที่พักอาศัย
- ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไป เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานระบบไฟฟ้ากำลังในสถานีไฟฟ้าย่อย การผลิตและจ่ายไฟฟ้า

2.9.1 นอกจากนี้หม้อแปลงยังสามารถจำแนกชนิดตามจำนวนรอบของขดลวดได้ดังนี้

- หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่ม (Step-Up) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่าขดลวดปฐมภูมิ
- หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าลง (Step-Down) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบน้อยกว่าปฐมภูมิ
- หม้อแปลงที่มีแทปแยก (Tap) ทำให้มีขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้หลายระดับ
- หม้อแปลงที่ใช้สำหรับแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกัน (Isolating) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบเท่ากันกับขดลวดปฐมภูมิหรือมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากันทั้งสองด้าน
- หม้อแปลงแบบปรับเลื่อนค่าได้ (Variable) ขดลวดทุติยภูมิและปฐมภูมิจะเป็นขดลวดขดเดียวกัน หรือเรียกว่าหม้อแปลงออโต (Autotransformer) ดูรูปที่15 (ก) มักใช้กับการปรับขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าตามต้องการ และสำหรับวาไรแอค (Varia) นั้นเป็นชื่อเรียกทางการค้าของหม้อแปลงออโต้ที่สามารถปรับค่าได้ด้วยการเลื่อนแทปขดลวด
- หม้อแปลงกระแส (CurrentTransformer:CT) ถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่างที่ต้องต่อร่วมกันในวงจร เดียวกันแต่ต้องการกระแสไฟต่ำหม้อแปลงกระแสจะทำหน้าที่แปลงขนาดกระแสลงตามอัตราส่วนระหว่างปฐมภูมิต่อทุติยภูมิเช่น 300 : 5 หรือ 100 : 5 เป็นต้น สำหรับหม้อแปลงกระแส 300 : 5 หมายถึงหม้อแปลงจะจ่ายกระแสทุติยภูมิ 5 A หากได้รับกระแสปฐมภูมิ 300 A หม้อแปลงกระแสจะต้องมีโหลดต่อไว้กับ ทุติยภูมิเพื่อป้องกันทุติยภูมิเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงในขณะที่ปฐมภูมิมีกระแสไฟฟ้าผ่าน และถ้าหม้อแปลงกระแสไม่ได้ใช้งาน ควรใช้สายไฟลัดวงจรหรือ ต่อวงจรไว้กับขั้วทุติยภูมิด้วย

2.10 การหาขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า

ขั้วของหม้อแปลงมีความสำคัญเพื่อจะนำหม้อแปลงมาต่อใช้งานได้อย่างถูกต้อง การหาขั้วหม้อแปลงมีหลักการทดสอบโดยการต่อขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิอนุกรมกันซึ่งจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขั้วเสริมกัน (Additive Polarity) หรือขั้วหักล้างกัน (Subtractive Polarity) ถ้าขั้วเสริมกันเครื่องวัดจะอ่านค่าได้มากกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหม้อแปลง แต่ถ้าขั้วหักล้างกันเครื่องวัดจะอ่านค่าได้น้อยกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหม้อแปลงการหาขั้วหม้อแปลงมีความสัมพันธ์ระหว่างขั้วแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านสูงและแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านต่ำ เมื่อเราจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับขั้ว H1 และ H2 ส่วนขดลวดที่เหลือคือขั้ว X1 และ X2 สิ่งที่ควรรู้ในการทดสอบคือ อัตราส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างปฐมภูมิกับทุติยภูมิและเพื่อความปลอดภัยไม่ควรจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าทดสอบเกินกว่าขนาดของขดลวดแรงเคลื่อนไฟต่ำ ตัวอย่างเช่น หม้อแปลง 480 / 120จะมีอัตราส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างปฐมภูมิกับทุติยภูมิเท่ากับ4ดังนั้นหากจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า120Vให้กับขดลวดปฐมภูมิจะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ 120 / 4 เท่ากับ 30 V ซึ่งจะไม่ทำให้มีแรงเคลื่อนไฟสูงเกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ

รูปที่ 2.9 หม้อแปลงไฟฟ้า

2.11 แท่งเหล็ก

เป็นคำที่คนไทยทั่วไปนิยมใช้เรียกเหมารวมกันหมายถึง เหล็ก (iron) และ เหล็กกล้า (steel) ซึ่งในความเป็นจริงนั้น วัสดุทั้ง 2 อย่างนี้ไม่เหมือนกันหลายประการ อย่างไรก็ดี เหล็กเป็นวัสดุพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาสังคมและความเป็นอยู่ของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและต่อไปในอนาคตอีกนานแสนนาน

2.12 ค้อนเหล็ก

- เป็นเครื่องมือช่างประเภทตอก งัด ดึง ตะปู
- หัวค้อนผลิตด้วยเหล็กแข็งพิเศษคุณภาพดี
- หัวค้อนมีหงอนไว้สำหรับถอนตะปู
- ด้ามจับผลิตด้วยไฟเบอร์กลาสหุ้มยางอย่างดี จับถนัดมือ ป้องกันการลื่นได้ดี
- ข้องัดปลายเรียว ล็อคหัวแน่นเข้ากับด้ามช่วยเพิ่มความปลอดภัย
- เหมาะสำหรับมีไว้เป็นเครื่องมือประจำบ้าน สำนักงาน โรงงานต่างๆ

รูปที่ 2.10 แท่งเหล็ก

รูปที่ 2.11 ค้อน

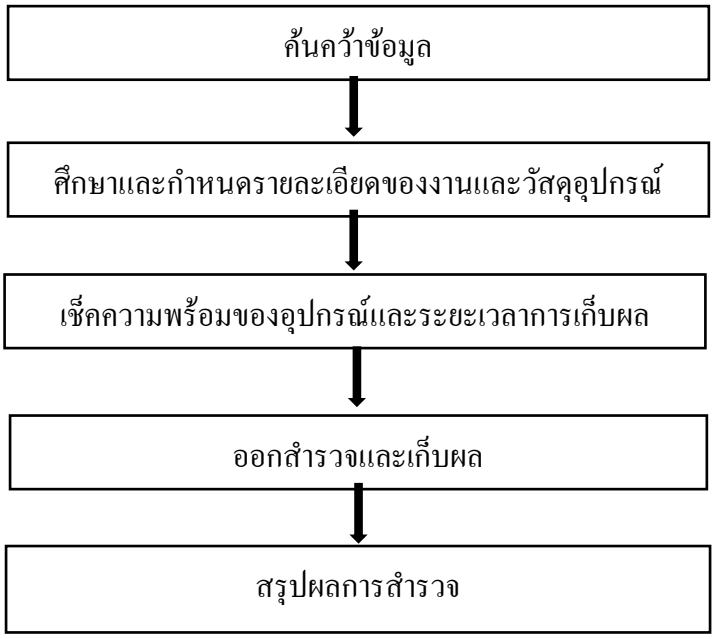
2.13 หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง

หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนระดับแรงดันให้สูงขึ้นหรือต่ำ ลงตามต้องการ หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงแบบแขวน (เสาเดี่ยว) หม้อแปลง ขนาดตั้งแต่ 50-160 kVA (น้ำหนักไม่เกิน 1,000 kg.) ใช้เสา 12.00 m. หม้อแปลง ขนาดไม่เกิน 250 kVA (น้ำหนักไม่เกิน 1,200 kg.) ใช้เสา 12.20 m.แบบนั่งร้าน (เสาคู่) หม้อแปลง ขนาดตั้งแต่ 50-500 kVA (น้ำหนักไม่เกิน 3,000 kg.) ใช้เสาคู่ 12 m. ระยะห่างระหว่างเสา 3 m. (ใช้คานยาว 3.45 m.) หม้อแปลง ขนาดไม่เกิน 1,500 kVA (น้ำหนักไม่เกิน 4,500 kg. ใช้เสาคู่ 12 m. ระยะห่างระหว่างเสา 4 m. (ใช้คานยาว 4.60 m.) สำหรับหม้อแปลง ที่มีน้ำหนักเกิน 4,500 kg. (แต่ไม่เกิน 2,000 kVA) สามารถติดตั้งบนเสาคู่ได้แต่ต้องมีการเสริมเสาค้ำยันตรงกลางคานเพื่อรับน้ำหนักหม้อแปลงอีกเสาหนึ่ง และจะต้องมีวิศวกรโยธา (ระดับสามัญวิศวกร) เซ็นรับรองโครงสร้างดังกล่าวด้วย แบบตั้งพื้น (ลานหม้อแปลง) ใช้สำหรับติดตั้งหม้อแปลง ได้ทุกขนาด kVA อ้างอิงมาตรฐานการติดตั้งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หม้อแปลงจำหน่ายที่ใช้งานทั่วไปของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

1. ระบบ 1 เฟส 3 สาย มีใช้งาน 4 ขนาดคือ 10 KVA , 20 KVA , 30 KVA , 50 KVA

2. ระบบ 3 เฟส 4 สาย มีหลายขนาดได้แก่ 30, 50, 100, 160, 250, 315, 400, 500, 1000, 1250, 1500, 2500 KVA. หม้อแปลงที่ติดตั้งเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าทั่วไปของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนดให้ใช้ได้ตั้งแต่ขนาด 10 KVA. 1 เฟส จนถึง 250 KVA. 3 เฟส

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน



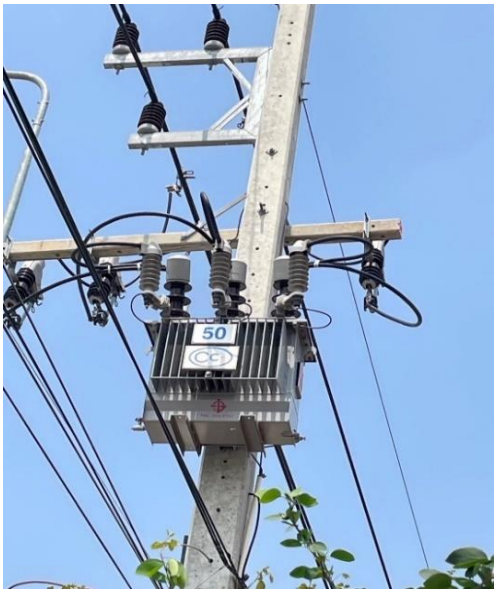
เป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการต่อระบบกราวด์ (Ground) ของระบบไฟฟ้า ซึ่งถ้าระบบกราวด์ในระบบไฟฟ้าไม่ดีแล้วจะทำให้เกิดการเสียหายหลายประการตามมา ในทางตรงกันข้ามถ้าเราหรือช่างไฟฟ้าวิศวะกรและผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า ทำการติดตั้งเดินสายตามหลักมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของประเทศไทยแล้วประโยชน์ หรือความปลอดภัยก็จะเกิดขึ้นอย่างมากมาย ซึ่งถ้าวิศวะกรได้จัดทำมาตฐานการติดตั้งไฟฟ้าในประเทศไทยขึ้นเพราะต้องการให้การติดตั้งเดินสายระบบไฟฟ้าเป็นไปอย่างปลอดภัยแก่ผู้ที่ใช้ระบบไฟฟ้าเอง โดยมาตรฐานกำหนดไว้ว่าถ้าต้องมีการต่อหลักดิน ความต้านทานของดินบริเวณนั้นต้องไม่เกิน 5 โอห์ม แต่ในต่างประเทศกำหนดไว้ว่า 2 โอห์ม ถ้าวัดแล้วไม่ได้ต้องมีการปรับสภาพดินก่อน หรือโดยวิธีอื่น

3.1 หม้อแปลงแต่ละยี่ห้อและแรงดันหม้อแปลงที่ต่างกัน

1. หม้อแปลง 30 KVA เอกรัฐ

รูปที่ 3.1 หม้อแปลง 30 KVA เอกรัฐ

2. หม้อแปลง 50 KVA CC Transformer



รูปที่ 3.2 หม้อแปลง 50 KVA CC Transformer

3. หม้อแปลง 100 KVA Precise

รูปที่ 3.3 หม้อแปลง 100 KVA Precise

4. หม้อแปลง 160 KVA ETERNITY

รูปที่ 3.4 หม้อแปลง 160 KVA ETERNITY

5. หม้อแปลง 250 KVA TEN, SEC

รูปที่ 3.5 หม้อแปลง 250 KVA TEN

3.2 ขั้นตอนการค่ากราวด์โดยใช้เครื่อง Eart Tester

1. เช็กอุปกรณ์และตรวจสอบความเรียบร้อย

รูปที่ 3.6 เครื่อง Eart Tester

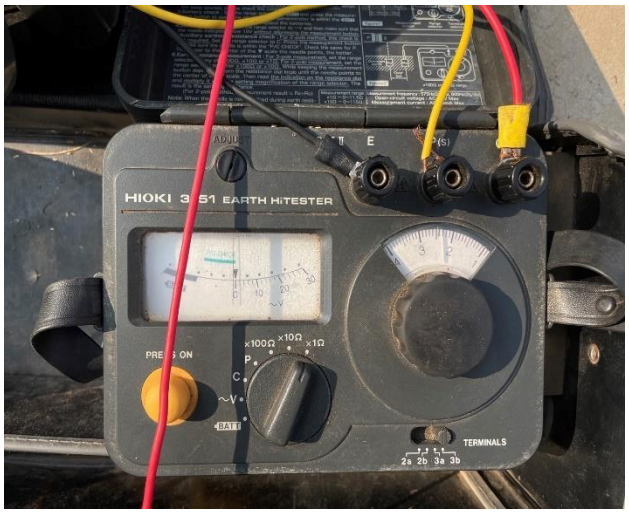
2. การปักแท่งเหล็กลงดินที่ห่างกับเสาไฟ 4 ก้าว หรือ 2-3 เมตร

รูปที่ 3.7 การปักแท่งเหล็กลงดิน

3. ขั้นตอนการต่อสายไฟในแต่ละจุด

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการต่อสาย

4. ขั้นตอนการหาผลลัพของค่ากราวด์



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการหาค่ากราด์

5. ขั้นตอนการวัดความชื้นของพื้นดิน

- ดินที่มีความชื้นมาก จะมีค่าความต้านทานต่ำ

- ดินที่มีความชื้นน้อย จะมีค่าความต้านทานสูง

รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการวัดความชื้นของพื้นดิน

6. วิธีการปักแท่งกราวด์เพิ่มตามแนวขนาน

สายกราวด์ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือมีค่าความต้านทานที่มากเกินไปตามที่การไฟฟ้ากำหนด วิธีแก้ไขคือ การปักแท่งกราวด์เพิ่มจนกว่าจะได้ค่ากราวด์ที่มาตรฐานค่ากราวตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนดให้ควรไม่เกิน 5 โอห์ม คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10 โอห์ม (มาตรฐานการไฟฟ้า)

รูปที่ 3.11 วิธีการปักแท่งกราวด์เพิ่ม

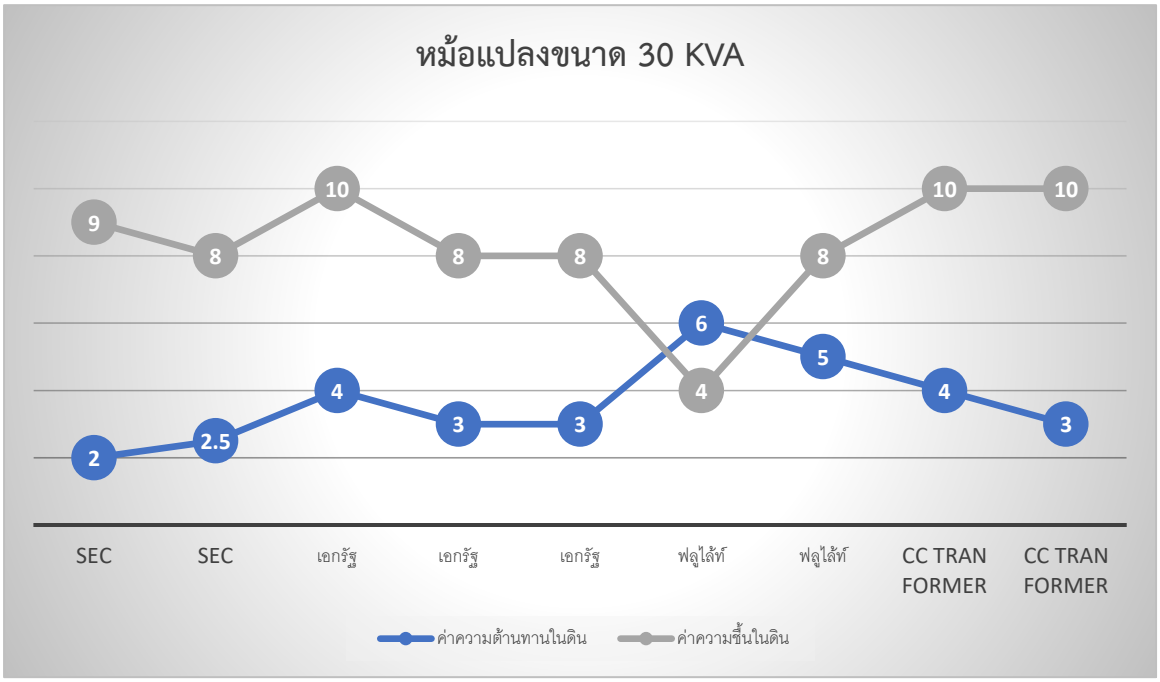
บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการที่ได้ออกปฏิบัติงานในการหาค่ากราวด์เพื่อเก็บข้อมูลการทดลอง การหาค่าความต้านทานดิน (กราวด์) เพื่อตรวจสอบค่าความต้านทานของหม้อแปลงของแต่ละชนิดแตกกันอย่างไรในแต่ละสภาพพื้นดินที่แตกต่างกัน และรู้ว่าหม้อแปลงชนิดไหนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนี้

ตารางที่ 4.1 หม้อแปลงขนาด 30 KVA

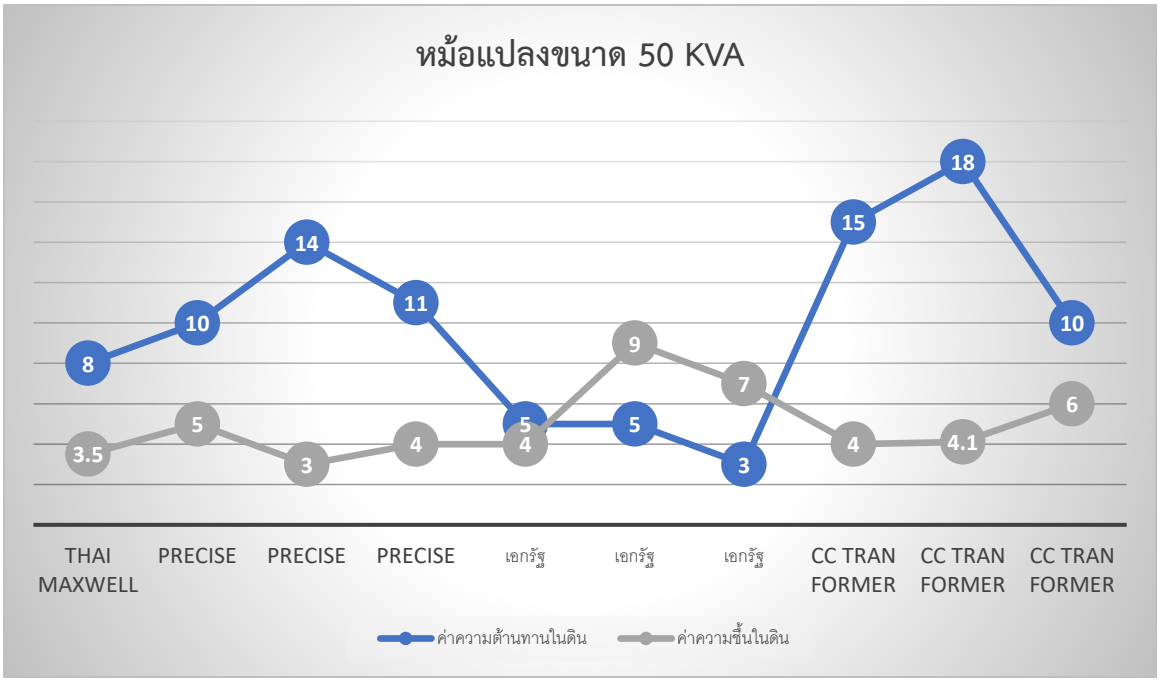
ยี่ห้อหม้อแปลง	ค่าความต้านทานดิน	ค่าความชื้นในดิน
SEC	2Ω	9%
SEC	2.5Ω	8%
เอกรัฐ	4Ω	10%
เอกรัฐ	3Ω	8%
เอกรัฐ	3Ω	8%
ฟลูไล้ท์	6Ω	4%
ฟลูไล้ท์	5Ω	8%
Cc Tran former	4Ω	10%
Cc Tran former	3Ω	10%



สรุป ตารางที่ 4.1 ยี่ห้อหม้อแปลงที่มีค่าความต้านทานดินตั้งแต่ 5Ω ขึ้นไป ซึ่งเป็นค่ามาตราฐานที่การไฟฟ้ากำหมดไว้ ได้แก่ยี่ห้อ ฟลูไล้ท์มี ค่าที่ 6Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4% เป็นค่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด

ตารางที่ 4.2 หม้อแปลงขนาด 50 KVA

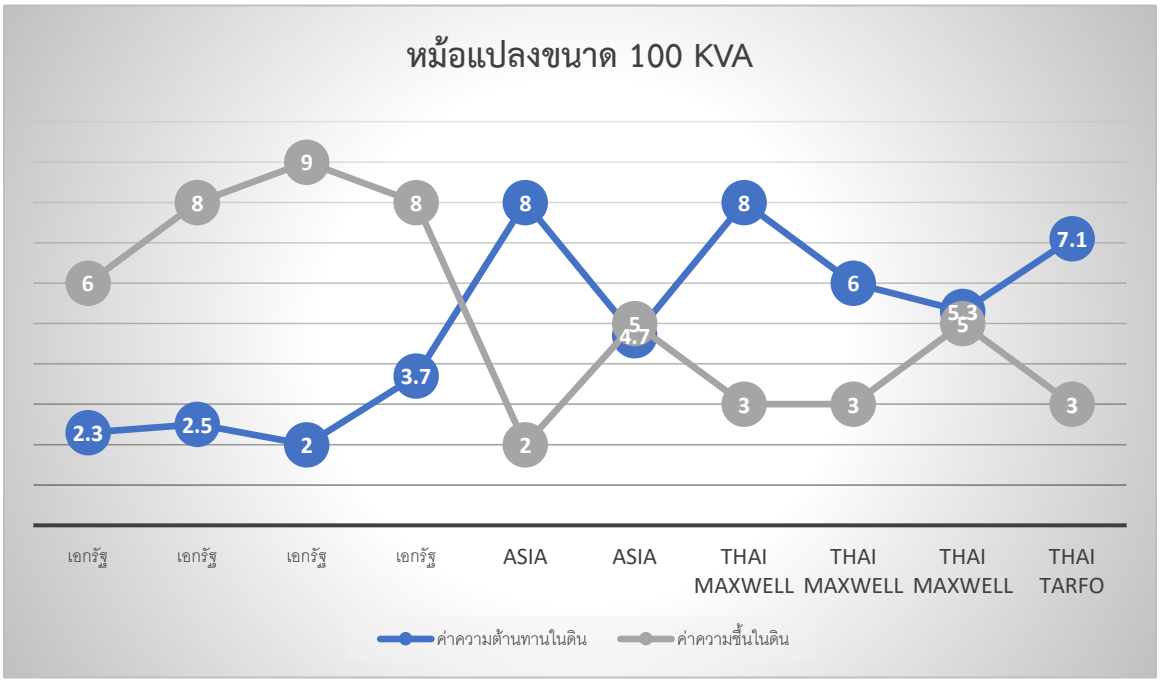
ยี่ห้อหม้อแปลง	ค่าความต้านทานดิน	ค่าความชื้นในดิน
Thai maxwell	8Ω	3.5%
PRECISE	10Ω	5%
PRECISE	14Ω	3%
PRECISE	11Ω	4%
เอกรัฐ	5Ω	4%
เอกรัฐ	5Ω	9%
เอกรัฐ	3Ω	7%
Cc Tran former	15Ω	4%
Cc Tran former	18Ω	4.1%
Cc Tran former	10Ω	6%



สรุป ตารางที่ 4.2 ยี่ห้อหม้อแปลงที่มีค่าความต้านทานดินตั้งแต่ 5Ω ขึ้นไป ซึ่งเป็นค่ามาตราฐานที่การไฟฟ้ากำหมดไว้ ได้แก่ยี่ห้อ Thai maxwell 8Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3.5%, PRECISE 10Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 5%, PRECISE 14Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3%, PRECISE 11Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4%, Cc Tran former 15Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4%, Cc Tran former 18Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4.1% , Cc Tran former 15Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 6% เป็นค่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด

ตารางที่ 4.3 หม้อแปลงขนาด 100 KVA

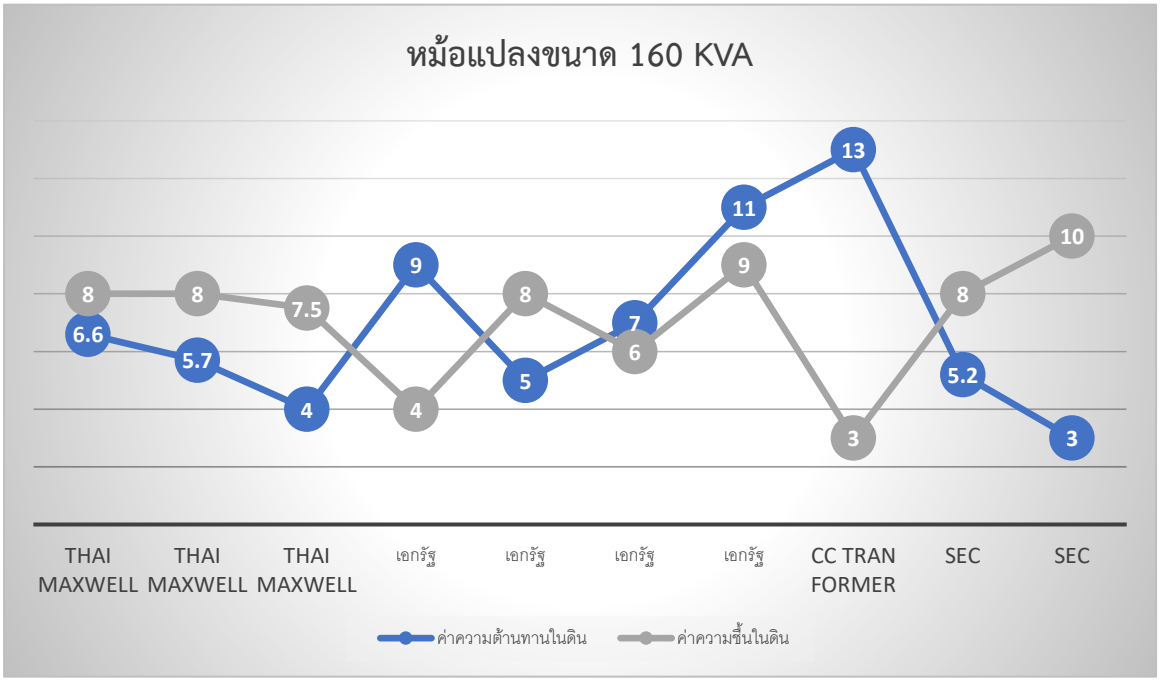
ยี่ห้อหม้อแปลง	ค่าความต้านทานดิน	ค่าความชื้นในดิน
เอกรัฐ	2.3Ω	6%
เอกรัฐ	2.5Ω	8%
เอกรัฐ	2Ω	9%
เอกรัฐ	3.7Ω	8%
ASIA	8Ω	2%
ASIA	4.7Ω	5%
Thai maxwell	8Ω	3%
Thai maxwell	6Ω	3%
Thai maxwell	5.3Ω	5%
Thai Tarfo	7.1Ω	3%



สรุป ตารางที่ 4.3 ยี่ห้อหม้อแปลงที่มีค่าความต้านทานดินตั้งแต่ 5Ω ขึ้นไป ได้แก่ยี่ห้อ ASIA 8Ω และมีค่าความชื้นในดินอยู่ที่ 2% , Thai maxwell 8Ω และมีค่าความชื้นในดินอยู่ที่ 3% , Thai maxwell 6Ω และมีค่าความชื้นในดินอยู่ที่ 3% , Thai Tarfo 7.1Ω และมีค่าความชื้นในดินอยู่ที่ 3% เป็นค่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด

ตารางที่ 4.4 หม้อแปลงขนาด 160 KVA

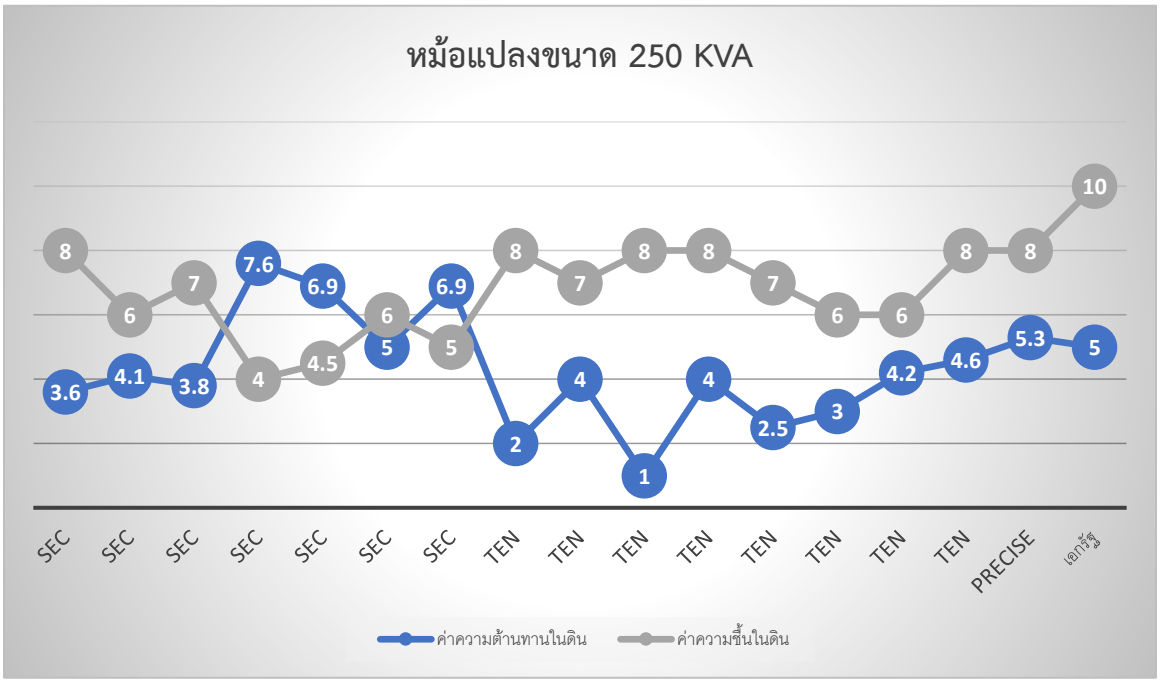
ยี่ห้อหม้อแปลง	ค่าความต้านทานดิน	ค่าความชื้นในดิน
Thai Maxwell	6.6Ω	8%
Thai Maxwell	5.7Ω	8%
Thai Maxwell	4Ω	7.5%
เอกรัฐ	9Ω	4%
เอกรัฐ	5Ω	8%
เอกรัฐ	7Ω	6%
เอกรัฐ	11Ω	9%
Cc Tran former	13Ω	3%
SEC	5.2Ω	8%
SEC	3Ω	10%



สรุป ตารางที่ 4.4 ยี่ห้อหม้อแปลงที่มีค่าความต้านทานดินตั้งแต่ 5Ω ขึ้นไป ได้แก่ยี่ห้อ Thai Maxwell 6.6Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 8% , เอกรัฐ 9Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4% , เอกรัฐ 7Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 6% , เอกรัฐ 11Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 9% , Cc Tran former 13Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3% เป็นค่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด

ตารางที่4.5 หม้อแปลงขนาด 250 KVA

ยี่ห้อหม้อแปลง	ค่าความต้านทานดิน	ค่าความชื้นในดิน
SEC	3.6Ω	8%
SEC	4.1Ω	6%
SEC	3.8Ω	7%
SEC	7.6Ω	4%
SEC	6.9Ω	4.5%
SEC	5Ω	6%
SEC	6.7Ω	5%
TEN	2Ω	8%
TEN	4Ω	7%
TEN	1Ω	8%
TEN	4Ω	8%
TEN	2.5Ω	7%
TEN	3Ω	6%
TEN	4.2Ω	6%
TEN	4.6Ω	8%
PRECISE	5.3Ω	8%
เอกรัฐ	5Ω	10%



สรุป ตารางที่ 4.5 ยี่ห้อหม้อแปลงที่มีค่าความต้านทานดินตั้งแต่ 5Ω ขึ้นไป ได้แก่ยี่ห้อ SEC 7.6Ω และมีค่าความชื้นในดินอยู่ที่ 4% , SEC 6.9Ω และมีค่าความชื้นในดินอยู่ที่ 4.5% , SEC 6.7Ω และมีค่าความชื้นในดินอยู่ที่ 5% เป็นค่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด

4.1 สรุปผลการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลการทดลอง การหาค่าความต้านทานดิน (กราวด์) เพื่อวัดประสิทธิภาพของหม้อแปลงของแต่ละชนิดแตกกันอย่างไรในแต่ละสภาพพื้นดินที่แตกต่างกัน และรู้ว่าหม้อแปลงชนิดไหนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนี้ ตารางที่ 4.1 ยี่ห้อหม้อแปลงที่มีค่าความต้านทานดินตั้งแต่ 5Ω ขึ้นไป ซึ่งเป็นค่ามาตราฐานที่การไฟฟ้ากำหมดไว้ ได้แก่ยี่ห้อ ฟลูไล้ท์มี ค่าที่ 6Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4% ตารางที่ 4.2 ได้แก่ยี่ห้อ Thai maxwell 8Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3.5%, PRECISE 10Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 5%, PRECISE 14Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3%, PRECISE 11Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4%, Cc Tran former 15Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4%, Cc Tran former 18Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4.1% , Cc Tran former 15Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 6% ตารางที่ 4.3 ได้แก่ยี่ห้อ ASIA 8Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 2% , Thai maxwell 8Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3% , Thai maxwell 6Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3% , Thai Tarfo 7.1Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3% ตารางที่ 4.4 ได้แก่ยี่ห้อ Thai Maxwell 6.6Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 8% , เอกรัฐ 9Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4% , เอกรัฐ 7Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 6% , เอกรัฐ 11Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 9% , Cc Tran former 13Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 3% ตารางที่ 4.5 ได้แก่ยี่ห้อ SEC 7.6Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4% , SEC 6.9Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 4.5% , SEC 6.7Ω และมีค่าความขึ้นในดินอยู่ที่ 5% เป็นค่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด จะเห็นได้ว่าความชื้นของหม้อแปลงบางตัวที่มีความชื้นไม่เป็นผลต่อค่าความต้านทานดิน บางครั้งค่าความชื้นดินมากและค่าความต้านทานดินก็มาก เกิดจากการติดตั้งสายกราวด์ไม่ได้ค่ามาตรฐานจึงทำให้เกิดการค่าโอมที่วัดได้มากเกินไป จึงมีการแก้ไขคือ การปักแท่งกราวด์เพิ่มจนกว่าจะได้ค่ากราวด์ที่มาตรฐานค่ากราวตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนดให้ควรไม่เกิน 5 โอห์ม

บทที่ 5
สรุปงานวิจัย

5.1 สรุป

จากเก็บผลหาค่าความต้านทานดิน(กราวด์)จะเห็นได้ว่าพื้นดินแต่ละชุมชนแตกต่างกันและมีความชื้นของพื้นดินที่ต่างกัน จะพบว่าค่าความต้านทานดินที่ไม่เหมือนกันในแต่ละหม้อแปลงต่างชนิดหรือชนิดเดียวกัน ช่วงเวลาที่ได้ออกเก็บผล 09.00 น. - 16.00 น. บางวันก่อนหน้าวันที่ออกเก็บผลมีฝนตกหนักจงทำให้สภาพดินมีความชื้นเป็นอย่างมากจึงทำให้มีความล่าช้าให้การเก็บผล ต้องใช้เวลาในการให้สภาพดินมีความคงที่มากที่สุดที่จะออกเก็บผลในแต่ละครั้ง ค่าความชื้นของดินจะส่งผลต่อค่าความต้านทานเป็นอย่างมากเนื่องจากค่าความชื้นในดินที่มีปริมาณมากจะมีค่าความต้านทานน้อยและค่าความชื้นในดินที่มีปริมาณน้อยจะมีค่าความต้านทานในดินมาก บางครั้งค่าความชื้นดินมากและค่าความต้านทานดินก็มาก เกิดจากการติดตั้งสายกราวด์ไม่ได้ค่ามาตรฐานจึงทำให้เกิดการค่าโอมที่วัดได้มากเกินไป จึงมีการแก้ไขคือ การปักแท่งกราวด์เพิ่มจนกว่าจะได้ค่ากราวด์ที่มาตรฐานค่ากราวตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนดให้ควรไม่เกิน 5 โอห์ม

5.2 อุปสรรคในการทำงาน

- ดินหรือหินปูนที่ติดกับสายกราวด์มากเกินไปไฟทำให้วัดค่ากราวด์ไม่ได้
- เศษหินหรือก้อนหินมากกินไปในบริเวณพื้นดินที่จะตรวจสอบ
- บริเวณพื้นที่ที่มีหญ้าขึ้นสูงจึงไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบได้
- บริเวณพื้นที่ที่มีไฟรั่วไม่สามารถตรวจสอบได้

เอกสารอ้างอิง

1. ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

http://www.nayoktech.ac.th/webnew/attachments/article/917/หน่วยที่_11ประสิทธิภาพของหม้อแปลง.pdf?fbclid=IwAR0uOFTJMLvVkyX4S4n0tisyfn5Ajhkk7tl3ntJ3CnOZA2f176QliKzCcj8

2. การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบในบทเรียนสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

https://so04.tci-thaijo.org/index.php/NRRU/article/view/93714/73371

3. การวัดและทดสอบความต้านทานดิน

https://www.sangchaimeter.com/support_detail/TM-05-18

4. สายดิน

https://pantip.com/topic/34572587

5. หลักดิน

https://www.electric-factories.com/ground-rod/

6. ห้องไฟฟ้า

https://lopeka-ee-room.blogspot.com/2014/10/5.html

7. การออกแบบระบบกราวด์กริดของสถานีไฟฟ้าเมื่อพิจารณาโครงสร้างชั้นดินแบบ Nonuniform Soil โดยใช้โปรแกรม MATLAB

https://www.thaiscience.info/journals/Article/TJKM/10766653.pdf

8. การเปรียบเทียบค่าความต้านทานของสายดินในระบบไฟฟ้า

https://e-research.siam.edu/wp-content/uploads/2020/03/M-Eng-2020-IS-Comparing-the-Resistance-of-Ground-Wires-in-Electrical-Systems.pdf

ภาคผนวก
และอุปกรณ์ที่สำคัญ

อันตราย
พนักงานไฟฟ้ากำลังทำงาน
ขออภัยในความไม่สะดวก

SAFETY FIRST

THAILAND
87-0876
นครราชสีมา
SAFETY FIRST

อุปกรณ์ที่สำคัญ

1. Eart Tester