

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

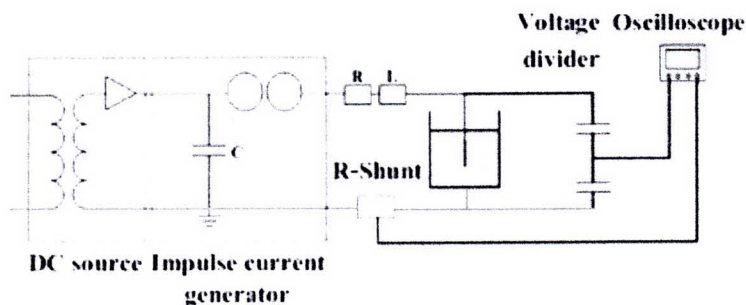
ในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ และวิธีการทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของกระแสไฟฟ้าที่มีต่อความยาวประสิทธิผลของรากสายดิน โดยศึกษาทั้งรากสายดินแนวตั้งและรากสายดินแนวนอน

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกำเนิดกระแสอิมพัลส์ไฟฟ้า
2. ออสซิลโลสโคป RIGOL DS1022C, 25 MHz, 400 Msa/s
3. ชั้นที่วัดกระแสอิมพัลส์ 6.929 mΩ.
4. โวลเตจดิไวเดอร์แบบตัวเก็บประจุอัตราส่วน 151.1: 1 V
5. ถังอลูมิเนียมทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 cm. สูง 80 cm.
6. รากสายดินสำหรับทดสอบแนวตั้งและแนวนอน เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 mm.
7. วงจรวัดความต้านทานสารละลายน้ำเกลือ
8. สารละลายน้ำเกลือ

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

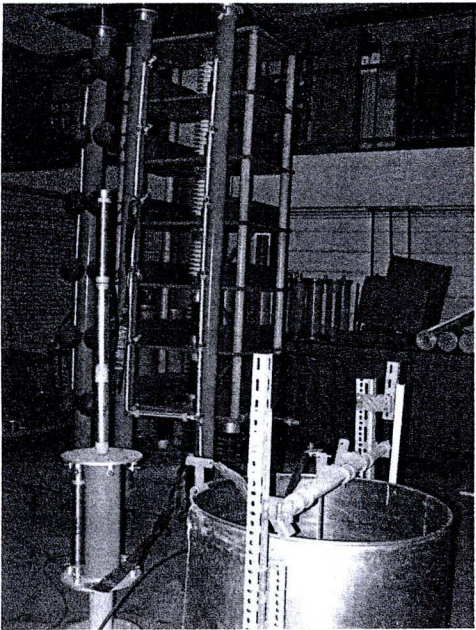
ในการทดลองจะใช้เครื่องกำเนิดกระแสอิมพัลส์ที่มีวงจรทดสอบดังรูปที่ 3.1 และชุดทดสอบในห้องปฏิบัติการดังรูปที่ 3.2 ป้อนกระแสอิมพัลส์ให้กับรากสายดินทดสอบที่ติดตั้งภายในถังอลูมิเนียมทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 cm. สูง 80 cm. และบรรจุสารละลายน้ำเกลือที่ใช้แทนดิน การวัดกระแสอิมพัลส์จะใช้ชั้นที่วัดกระแสอิมพัลส์ 6.929 mΩ. ต่อในตำแหน่งก่อนลงดิน ส่วนการวัดแรงดันอิมพัลส์ที่เกิดขึ้นตรงจุดปล่อยกระแสจะใช้โวลเตจดิไวเดอร์แบบตัวเก็บประจุอัตราส่วน 151.1: 1 V ค่าที่วัดได้ทั้งหมดจะถูกบันทึกด้วยออสซิลโลสโคป RIGOL DS1022C, 25MHz.400 Msa/s



รูปที่ 3.1 วงจรทดลองหาค่าความยาวประสิทธิผล

ความหมายในวงจร

- C = ตัวเก็บประจุอิมพัลส์
- R = ตัวต้านทานปรับรูปคลื่นกระแสมพัลส์
- L = ความเหนี่ยวนำปรับรูปคลื่นกระแสมพัลส์



รูปที่ 3.2 ชุดทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองย่อส่วนและค่าจริงจะเลือกใช้อัตราส่วน $n = 10$ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ในการทดลองและค่าจริงของรากสายดินแนวดิ่งและแนวนอน

พารามิเตอร์	ค่าในการทดลอง	ค่าจริง
เวลาน้ำคลื่น	7.75, 2.25, 1, 0.75 μ s.	77.5, 22.5, 10, 7.5 μ s.
เวลาหลังคลื่น	29, 22, 42, 14 μ s.	290, 220, 420, 140 μ s.
เส้นผ่าศูนย์กลางรากสายดิน	1.5 mm.	15 mm.
ความยาวรากสายดิน	3 cm. – 24 cm.	0.3 m. – 2.4 m.
ความลึกรากสายดินแนวนอน	8 cm.	0.8 m.

ตารางที่ 3.2 ค่าความต้านทานน้ำเกลือ

รากสายดิน	ค่าความต้านทานน้ำเกลือ
แนวดิ่ง	1136 Ω.cm.
	757 Ω.cm.
	367 Ω.cm.
แนวนอน	1136 Ω.cm.
	757 Ω.cm.
	367 Ω.cm.

3.2.1 ขั้นตอนการทดลองรากสายดินแนวดิ่ง

1. ปรับค่าความต้านทานสารละลายน้ำเกลือ ให้มีค่าความต้านทาน 1136 Ω.cm.
2. ติดตั้งรากสายดินแนวดิ่งในถังอลูมิเนียม และปรับรากสายดินให้มีความยาวเริ่มต้น 3 cm.
3. ป้อนกระแสโวลต์สแควร์คลื่น 7.75/29 μs. ให้กับรากสายดิน โดยทำการป้อนและบันทึกค่า Vpeak และ Ipeak ทั้งหมด 5 ครั้ง
4. ปรับรากสายดินเพิ่มขึ้น 3 cm. ทำการทดลองตามข้อ 3. ทำเช่นนั้นจนรากสายดินมีความยาว 24 cm.
5. ปรับรากสายดินให้มีความยาวเริ่มต้น 3 cm. และเปลี่ยนรูปคลื่นกระแสโวลต์สแควร์เป็น 2.25/22 μs. ทำการทดลองเช่นเดิมตามข้อ 3. และ 4.
6. ทำการทดลองที่รูปคลื่น 1/42 μs. และ 0.75/14 μs. ตามลำดับ
7. เมื่อครบทุกรูปคลื่นแล้วทำการทดลองที่ค่าความต้านทานสารละลายน้ำเกลือ 757 Ω.cm. และ 367 Ω.cm.

3.2.2 ขั้นตอนการทดลองรากสายดินแนวนอน

1. ปรับค่าความต้านทานสารละลายน้ำเกลือ ให้มีค่าความต้านทาน 1136 Ω.cm.
2. ติดตั้งรากสายดินแนวนอนความยาว 3 cm. ลึก 8 cm. ในถังอลูมิเนียม
3. ป้อนกระแสโวลต์สแควร์คลื่น 7.75/29 μs. ให้กับรากสายดิน โดยทำการป้อนและบันทึกค่า Vpeak และ Ipeak ทั้งหมด 5 ครั้ง
4. เปลี่ยนรากสายดินให้มีความยาวเพิ่มขึ้น 3 cm. ทำการทดลองตามข้อ 3. ทำเช่นนั้นจนรากสายดินมีความยาว 24 cm.
5. เปลี่ยนรากสายดินให้มีความยาวเริ่มต้น 3 cm. และเปลี่ยนรูปคลื่นกระแสโวลต์สแควร์เป็น 2.25/22 μs. ทำการทดลองเช่นเดิมตามข้อ 3. และ 4.

6. ทำการทดลองที่รูปคลื่น $1/42 \mu s$. และ $0.75/14 \mu s$. ตามลำดับ

7. เมื่อครบทุกรูปคลื่นแล้วทำการทดลองที่ค่าความต้านทานสารละลายน้ำเกลือ $757 \Omega.cm$. และ $367 \Omega.cm$.

นำค่า V_{peak} และ I_{peak} ที่ได้จากการทดลองมาหาอัตราส่วน V_{peak}/I_{peak} ซึ่งเป็นค่าอิมพีแดนซ์ (Z) ของรากสายดินตามสมการที่ (2.16) แล้วนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Z (V_{peak}/I_{peak}) กับ ความยาวของรากสายดิน แล้วทำการประมาณเชิงเส้นด้วยฟังก์ชันยกกำลัง ได้สมการความสัมพันธ์ดังสมการที่ (3.1)

$$Z = aL^b \quad (3.1)$$

จากสมการความสัมพันธ์นำมาหาค่าอนุพันธ์เทียบกับความยาวของรากสายดินและกำหนดให้มีค่าไม่เกิน Tangent ของมุม $\alpha = 5^\circ$ ดังสมการที่ (3.3)

$$\frac{dZ}{dL} = (a)(b)L^{b-1} \quad (3.2)$$

$$-\frac{dZ}{dL} \leq \tan 5^\circ \quad (3.3)$$

$$-(a)(b)L^{b-1} \leq 0.0875 \quad (3.4)$$

$$L^{b-1} \leq \frac{0.0875}{-(a)(b)} \quad (3.5)$$

จะได้สมการสำหรับหาค่าความยาวประสิทธิผลดังสมการที่ (3.6)

$$L \leq \left[\frac{0.0875}{-(a)(b)} \right]^{\frac{1}{b-1}} \quad (3.6)$$