บทที่ 5

ภาคการทดลอง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

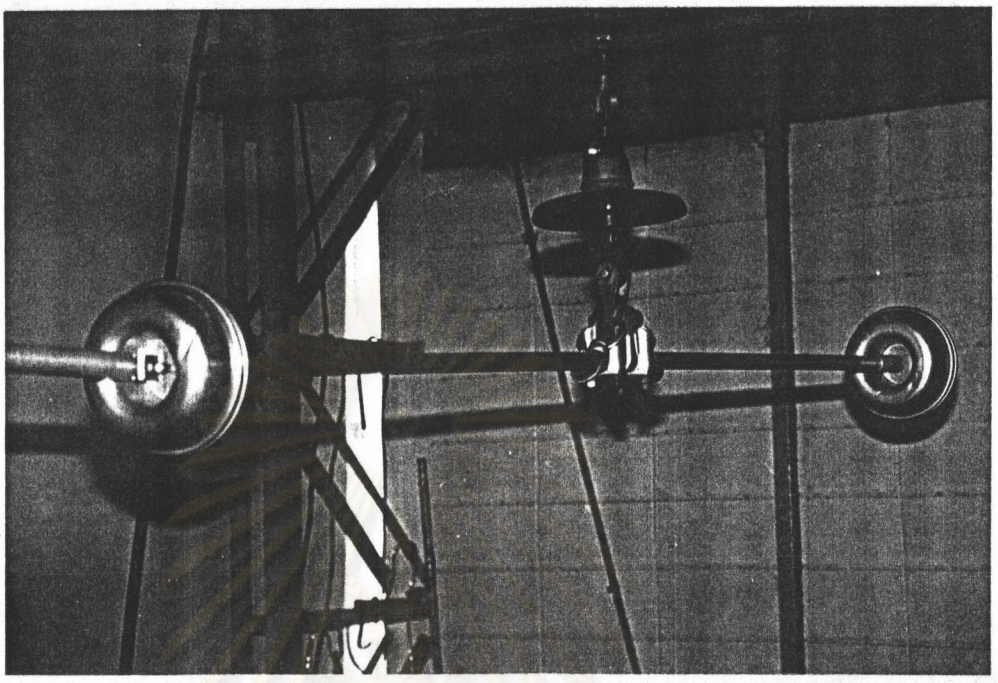
5.1 การติดตั้งลูกถ้วย

การติดตั้งลูกถ้วยฉนวนเพื่อทำการทดสอบการเกิดวาบไฟตามผิวด้วยแรงดันสูงที่มีรูปคลื่นชนิดต่าง ๆ ของลูกถ้วยฉนวนทั้ง 5 แบบ ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีลักษณะทางโครงสร้าง และรูปร่างต่างกัน จึงมีวิธีการติดตั้งที่แตกต่างกัน แบ่งออกเป็น

- การติดตั้งลูกถ้วยแขวน แบบ 52-3
- การติดตั้งลูกถ้วยก้านตรง แบบ 56-2 ลูกถ้วยก้านตรงคอตัน แบบ NGK Cat. No. DA-69001 และลูกถ้วยแท่งผิวเรียบ
- การติดตั้งอิเลคโตรดหัวครอบ-ก้านตรง

5.1.1 การติดตั้งลูกถ้วยแขวน แบบ 52-3

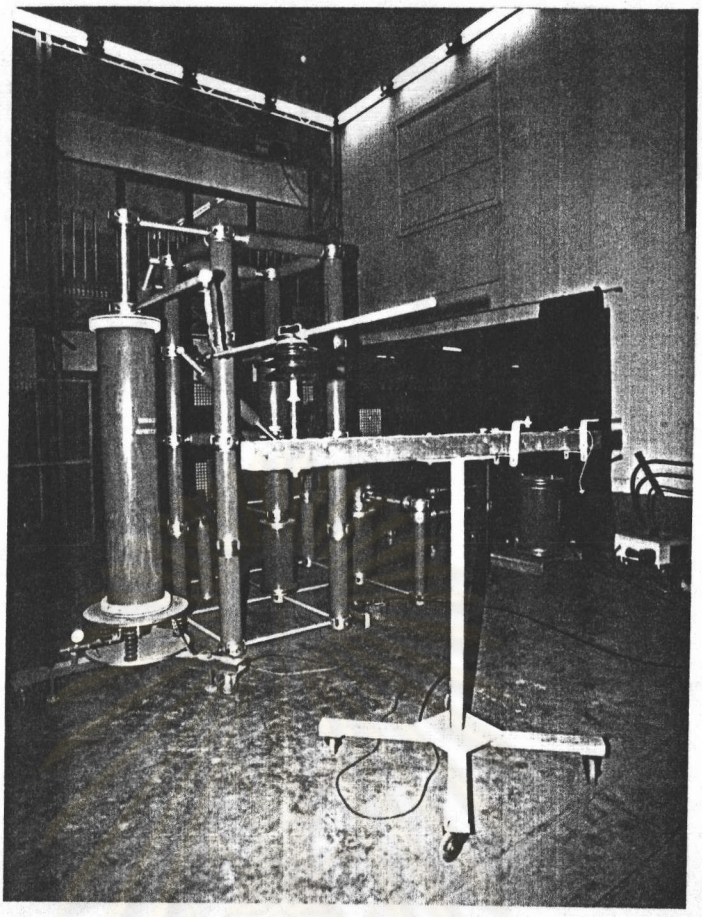
การติดตั้งลูกถ้วยแขวนในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การแขวนลูกถ้วยในแนวดิ่ง เข้าที่ปลายของตัวนำที่ต่อลงดิน ติดตั้งอิเล็กโตรดซึ่งเป็นท่ออลูมิเนียมกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 2.8 cm. ยาว 2 m. ที่ส่วนล่างของลูกถ้วยในแนวนอน และตั้งได้ฉากกับแกนของลูกถ้วย ระยะห่างจากส่วนล่างสุดของลูกถ้วยถึงผิวบนของอิเล็กโตรดประมาณ 20 cm. ดังแสดงการติดตั้งในรูปที่ 5.1



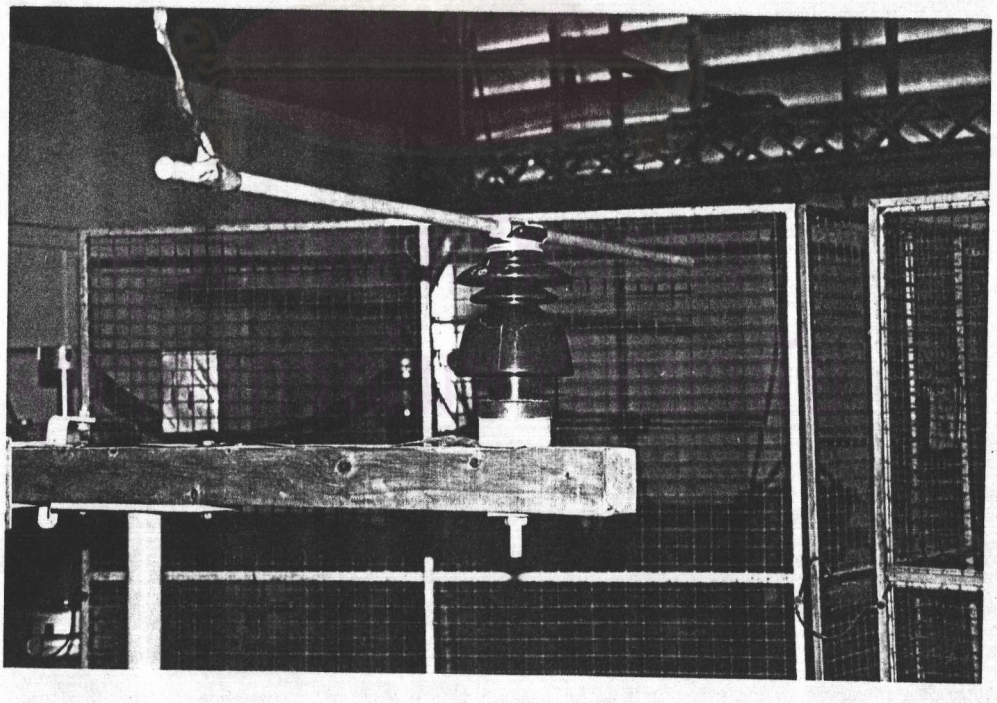
รูปที่ 5.1 การติดตั้งลูกถ้วยแขวน

5.1.2 <u>การติดตั้งลูกถ้วยก้านตรง แบบ 56-2 ลูกถ้วยก้านตรงคอตัน แบบ NGK Cat. No. DA-69001 และลูกถ้วยแท่งผิวเรียบ</u>

การติดตั้งลูกถ้วยก้านตรง ลูกถ้วยก้านตรงคอตัน และลูกถ้วยแท่งผิวเรียบในการศึกษาครั้งนี้ ใช้คอนโลหะตรง และเรียบ มีขนาดกว้าง 10 cm. ยาว 1.5 m. ตั้งอยู่ในแนวนอน และต่อคอนโลหะลงดิน ติดตั้งลูกถ้วยก้านตรงบนก้านโลหะยาว 32 cm. วางอิเล็กโตรด ซึ่งเป็นท่ออลูมิเนียมกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 2.24 cm. ยาว 1.5 m. ให้อยู่ในแนวนอน และตั้งฉากกับคอนโลหะ ใช้ไทไวร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.54 cm. พันรอบลูกถ้วย 2 รอบ ระยะห่างจากวัตถุที่อยู่ใกล้สุดประมาณ 1.5 m. ดังแสดงการติดตั้งในรูปที่ 5.2 a) b) และ c)



a)



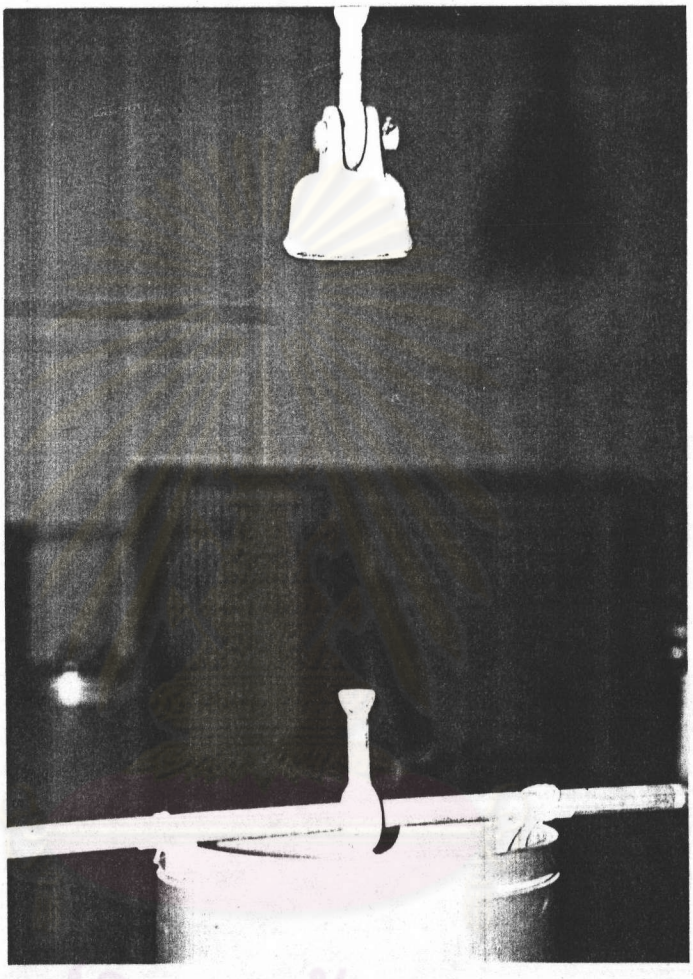
b)

c)

รูปที่ 5.2 a) การติดตั้งลูกถ้วยก้านตรง b) การติดตั้งลูกถ้วยก้านตรงคอตัน
c) การติดตั้งลูกถ้วยแท่งผิวเรียบ

5.1.3 <u>การติดตั้งอิเล็กโตรดหัวครอบ-ก้านตรง</u>

การติดตั้งอิเล็กโตรดหัวครอบ-ก้านยึดในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การแขวนหัวครอบในแนวดิ่งเข้าที่ปลายของตัวนำที่ต่อลงดิน ต่อก้านยึดเข้ากับอิเล็กโตรดซึ่งเป็นท่ออลูมิเนียมกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 2.24 cm. ยาว 1.5 m โดยอิเล็กโตรดวางอยู่บนฉนวน ให้มีระยะห่างระหว่างหัวครอบกับก้านยึดเท่ากับระยะอาร์กแห้งของลูกถ้วยแขวนดังแสดงการติดตั้งในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 การติดตั้งอิเล็กโตรดหัวครอบ-ก้านตรง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิว

การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของแรงดันที่มีรูปคลื่นต่างกัน จะใช้วิธีการหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวที่แตกต่างกัน ดังนี้

5.2.1 การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของรูปคลื่นแรงดันกระแสตรง

ในการหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของรูปคลื่นแรงดันกระแสตรงในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การเพิ่มแรงดันกระแสตรงจากหม้อแปลงปรับแรงดันที่ป้อนให้กับวงจรสร้างแรงดันสูงกระแสตรง จนกระทั่งเกิดการวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวน อ่านค่าแรงดันสูงสุดก่อนการเกิดวาบไฟตามผิว ป้อนเป็นจำนวน 10 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 6.1 กราฟรูปที่ 6.1 และภาคผนวก ค. ตารางที่ 8 และ 9 ค่าที่อ่านได้ต้องแปลงให้อยู่ในค่าที่สภาวะมาตรฐาน (การหาค่าที่สภาวะมาตรฐาน อยู่ในภาคผนวก ก.)

5.2.2 การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของรูปคลื่นแรงดันกระแสสลับความถี่พลังงาน 50 Hz

ในการหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของรูปคลื่นแรงดันกระแสสลับความถี่พลังงาน 50 Hz ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การเพิ่มค่าแรงดันจากหม้อแปลงปรับแรงดันที่ป้อนให้กับหม้อแปลงทดสอบ จนกระทั่งเกิดวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวน อ่านค่าแรงดันสูงสุดก่อนการเกิดวาบไฟตามผิว ค่าที่อ่านได้เป็นค่ารูตมีนสแควร์ ป้อนเป็นจำนวน 10 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 6.1 กราฟรูปที่ 6.1 และภาคผนวก ค. ตารางที่ 1, 10, 17, 24 และ25 ค่าแรงดันที่จะนำไปใช้ในการประเมินผลจะใช้ค่ายอดของแรงดัน และต้องแปลงให้อยู่ในค่าที่สภาวะมาตรฐาน (การหาค่าที่สภาวะมาตรฐาน อยู่ในภาคผนวก ก.)

5.2.3 การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของแรงดันอิมพัลส์แบบสวิตช์ชิ่ง 250/2500 μs

การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวน ของแรงดันรูปคลื่นอิมพัลส์แบบสวิตช์ชิ่ง 250/2500 μs พบว่าการเกิดวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวน ส่วนใหญ่เกิดที่ส่วนหน้าคลื่น ค่าแรงดันที่อ่านได้จึงไม่แน่นอน ดังนั้นจึงใช้การป้อนค่าแรงดันอัดประจุคงที่ค่าหนึ่ง แล้วจึงทำการปล่อยประจุออกไปเพื่อดูจำนวนครั้งที่เกิดวาบไฟตามผิว จากการปล่อยประจุที่ค่าแรงดันคงที่ 10 ครั้ง ทดลองที่ค่าแรงดันหลายระดับที่สูงกว่า และที่ต่ำกว่าค่าที่ทำให้เกิดเบรกดาวน์ 50 % นำค่าแรงดันที่

ป้อน และจำนวนครั้งที่เกิดวาบไฟตามผิวมาเขียนกราฟหาค่าแรงดันที่ทำให้เกิดวาบไฟตามผิว 50 % ผลการทดสอบที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 6.1 กราฟรูปที่ 6.1 และภาคผนวก ค. ตารางที่ 2, 3, 11, 12, 18, 19, 24 และ25 ค่าที่อ่านได้ต้องแปลงให้อยู่ในค่าที่สภาวะมาตรฐาน (การหาค่าที่สภาวะมาตรฐานอยู่ในภาคผนวก ก.)

5.2.4 การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นฟ้าผ่า 1.2/50 μs

การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นฟ้าผ่า 1.2/50 μs ใช้การหาค่าเบรกดาวน์ 50 % โดยวิธีปรับ ขึ้น-ลง (Up and Down Method) ซึ่งเป็นวิธีหาค่าเบรคดาวน์ 50 % โดยการเริ่มต้นเลือกแรงดันค่าหนึ่ง U_k ที่คาดหมายว่าจะเป็นค่าแรงดันเบรกดาวน์ 50 % ป้อนเข้าไปยังลูกถ้วยฉนวน ถ้าไม่เกิดวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวน ให้เพิ่มแรงดันขึ้น ΔU ซึ่งมีค่าไม่เกิน 3 % ของแรงดันวาบไฟตามผิว 50 % จึงป้อนแรงดันใหม่ด้วยค่า $U_k+\Delta U$ แต่ถ้าเกิดวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนที่แรงดัน U_k ก็ให้ลดแรงดันเหลือเพียง $U_k-\Delta U$ ฉะนั้นค่าแรงดันที่ป้อนครั้งต่อไปจะขึ้นอยู่กับผลที่เกิดขึ้นจากการป้อนแรงดันครั้งที่ผ่านมาปฏิบัติต่อเนื่องกันเช่นนี้จนกระทั่งมีจำนวนครั้งที่ป้อนแรงดันมากพอจะหาค่าแรงดันเบรคดาวน์ 50 % ได้จากสมการ

$$U_{50} = \Sigma n_n . U_n / \Sigma n_n$$

เมื่อ U_n คือระดับแรงดัน U ที่มีจำนวนครั้งที่ป้อนแรงดัน n

และ Σn_n มากกว่า 20 ครั้ง

ผลการทดสอบที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 6.1 กราฟรูปที่ 6.1 และภาคผนวก ค. ตารางที่ 4, 5, 13, 14, 20, 21, 24 และ25 ค่าแรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์ 50 % วัดที่สภาพอากาศของห้องที่ไม่ใช่สภาวะมาตรฐานเมื่อจะเทียบกับค่ามาตรฐาน ค่าที่อ่านได้ต้องแปลงให้อยู่ในค่าที่สภาวะมาตรฐาน (การหาค่าที่สภาวะมาตรฐาน อยู่ในภาคผนวก ก.)

5.2.5 การหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของแรงดันอิมพัลส์หน้าคลื่นชัน 0.5/50 μs ที่ความชัน 1,400 kV/μs

การทดลองหาค่าแรงดันวาบไฟตามผิวลูกถ้วยฉนวนของแรงดันอิมพัลส์หน้าคลื่นชัน ในที่นี้

ใช้แรงดันอิมพัลส์รูปคลื่น 0.5/50 μs ที่มีความชันของหน้าคลื่น 1,400 kV/μs ที่ได้จากแรงดันอัดประจุ 700 kV ป้อนให้กับลูกถ้วยฉนวนแต่ละลูกเป็นจำนวน 10 ครั้ง โดยมีค่าแรงดันอัดประจุคงที่ บันทึกค่าแรงดันที่อ่านได้จาก Impulse Peak Voltmeter ผลการทดสอบแสดงอยู่ในตารางที่ 6.1 กราฟรูปที่ 6.1 และภาคผนวก ค. ตารางที่ 6, 7, 15, 16, 22 และ23 ค่าที่อ่านได้ต้องแปลงให้อยู่ในค่าที่สภาวะมาตรฐาน (การหาค่าที่สภาวะมาตรฐาน อยู่ในภาคผนวก ก.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย