สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

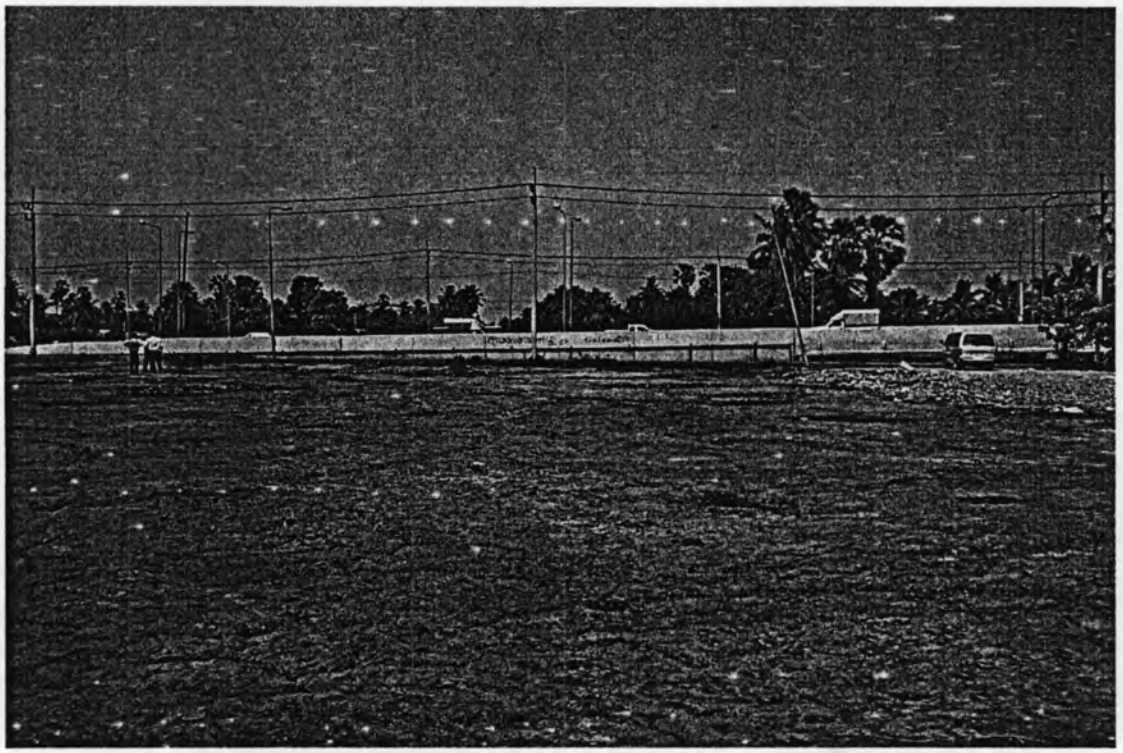
บทที่ 5
การทดลองเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงในระบบจำหน่ายของ กฟน.

เนื่องจากในปัจจุบันการบันทึกการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าช่วงที่เกิดเหตุการณ์ผิดปกติขึ้นในระบบจำหน่าย จะใช้ข้อมูลการทำงานของรีเลย์ป้องกันกระแสเกินที่สถานีย่อย คือ เมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติที่ทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าค่ากระแสทำงานของรีเลย์ป้องกันกระแสเกิน จึงจะสามารถทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าวได้ ซึ่งเมื่อทำการพิจารณาปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงแล้ว พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงจากปริมาณกระแสโหลดเพียงเล็กน้อย ดังนั้นรีเลย์ป้องกันกระแสเกินจึงไม่สามารถบันทึกสัญญาณไฟฟ้าช่วงเวลาดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจำลองเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงในระบบจำหน่ายของ กฟน. เพื่อสังเกตพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงสัญญาณของกระแสไฟฟ้า โดยมีการบันทึกสัญญาณที่สถานีย่อย

การทดลองในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการปรับเปลี่ยนชนิดของวัสดุที่มีโอกาสสัมผัสกับตัวนำไฟฟ้าที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในเขตพื้นที่จำหน่ายของ กฟน. เช่น คอนกรีต ทราย บล็อกปูทางเท้า กรวด ยางมะตอย และต้นไม้ เป็นต้น

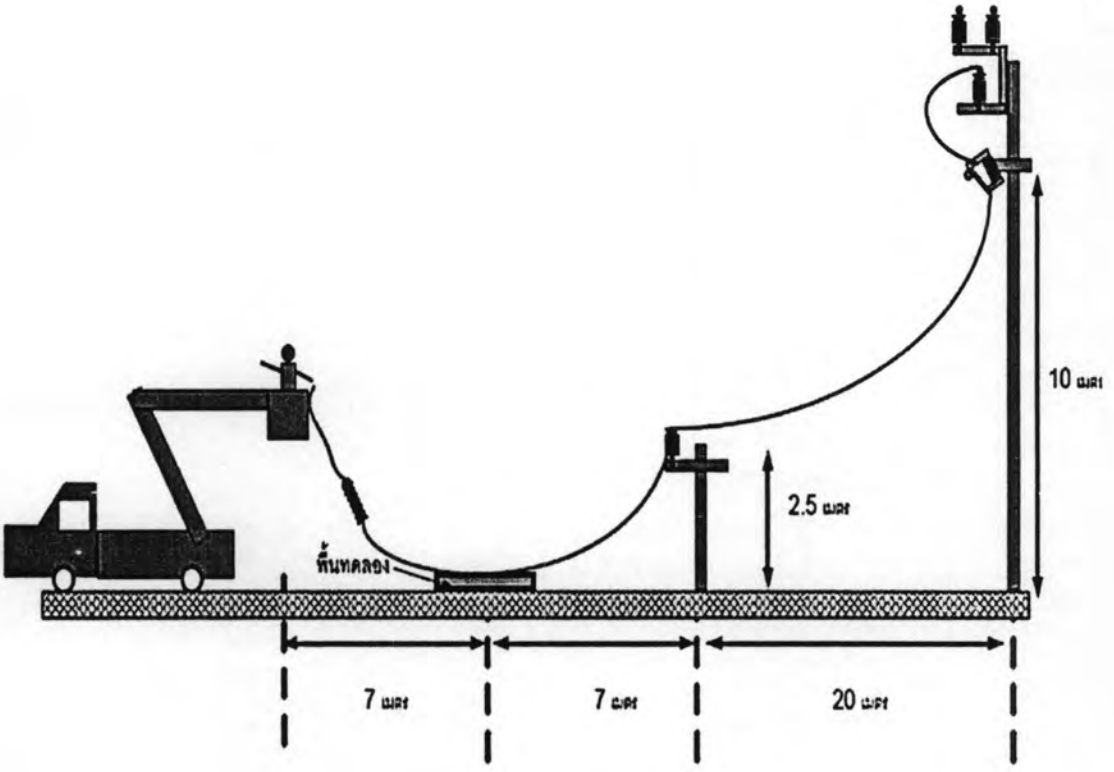
5.1 การทดลองการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง

ในการทดลองใช้สถานที่ทดลอง คือบริเวณถนนราชพฤกษ์ ซึ่งเป็นพื้นที่การจ่ายไฟของสายป้อน NR 424 ของสถานีย่อยนนทบุรี ความยาวสายจากสถานีย่อยถึงบริเวณทดลองประมาณ 13 กิโลเมตร พื้นที่ทดลองกว้างประมาณ 50 เมตร และยาว 50 เมตร แสดงดังรูปที่ 5.1

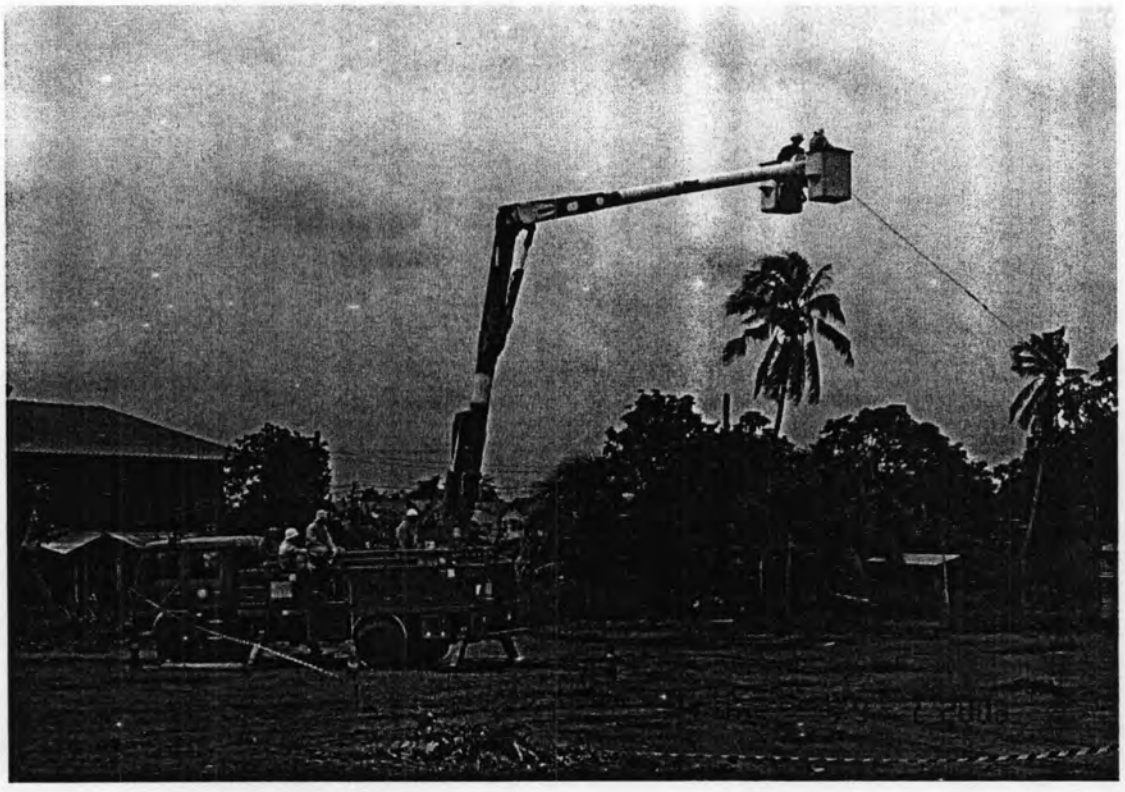


รูปที่ 5.1 สถานที่ทดลองเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง

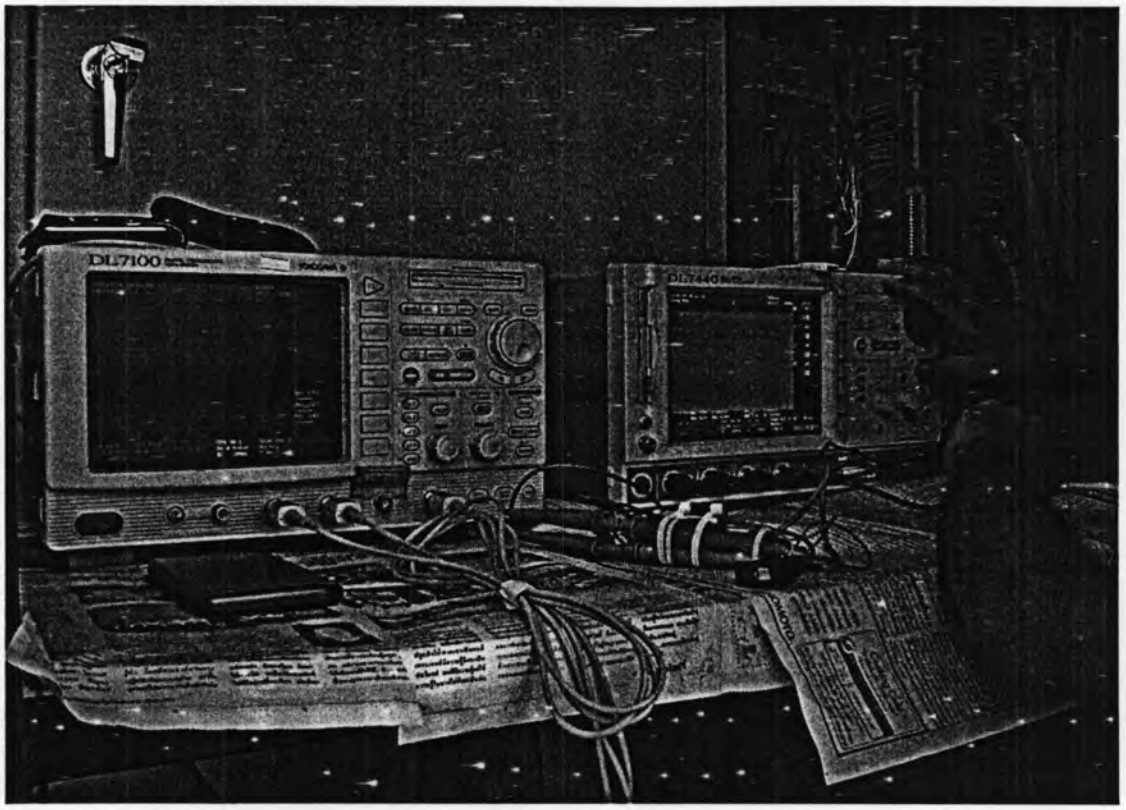
วิธีการทดลองจะทำการติดตั้งสายไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์สับ – ปลดฟิวส์ พิกัด 25 – 40 แอมแปร์ และให้ผู้ร่วมทดสอบที่อยู่ในรถกระเช้าไฟฟ้าแรงสูง เป็นผู้ดึงสายไฟฟ้าขึ้นและลงเสมือนเกิดสายไฟฟ้าขาดสัมผัสพื้นหรือเกิดการลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง ซึ่งแสดงวิธีการทดลองดังรูปที่ 5.2 และการติดตั้งอุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 5.3 ในการทดลองจะมีกลุ่มงานหลักที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มงานประจำที่สถานที่ทดสอบมีหน้าที่จำลองการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง และกลุ่มงานที่สถานีย่อยนนทบุรีมีหน้าที่บันทึกรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 5.4 – 5.5



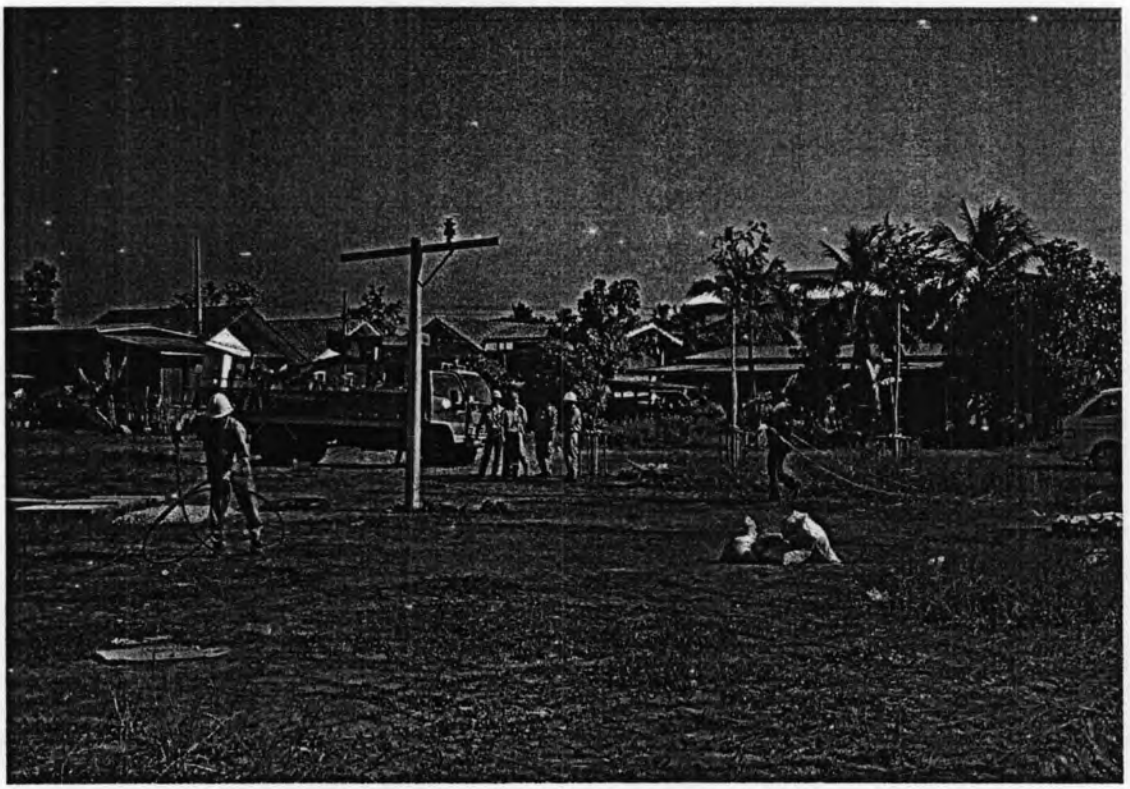
รูปที่ 5.2 วิธีการทดลองการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง



รูปที่ 5.3 การควบคุมสายตัวนำไฟฟ้าสัมผัสพื้นผิวทดสอบโดยใช้รถกระเช้า



รูปที่ 5.4 กลุ่มงานบันทึกสัญญาณไฟฟ้าที่สถานีย่อยนนทบุรี

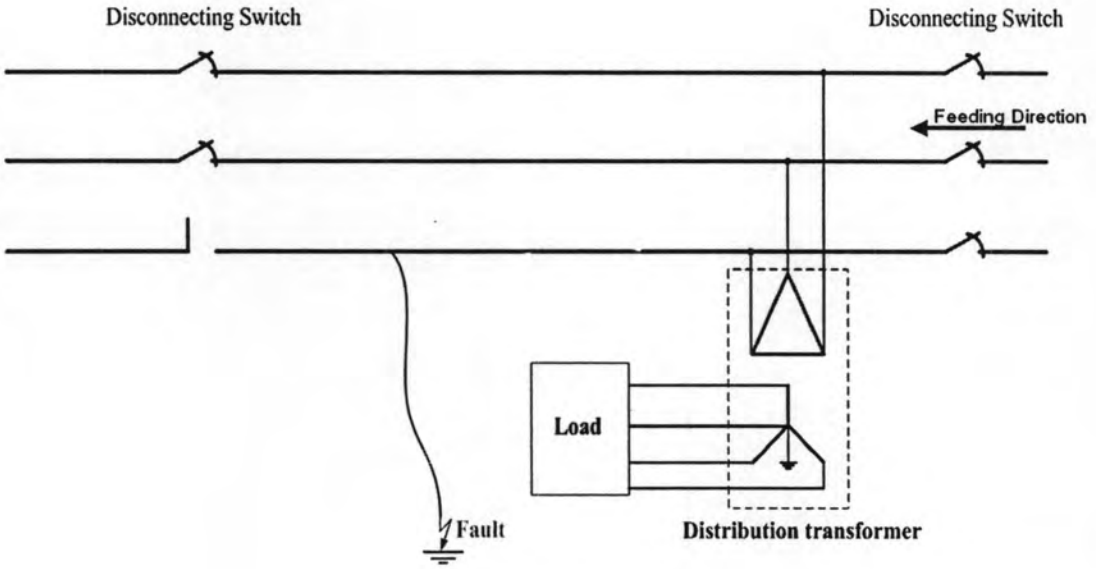


รูปที่ 5.5 กลุ่มงานจำลองเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง

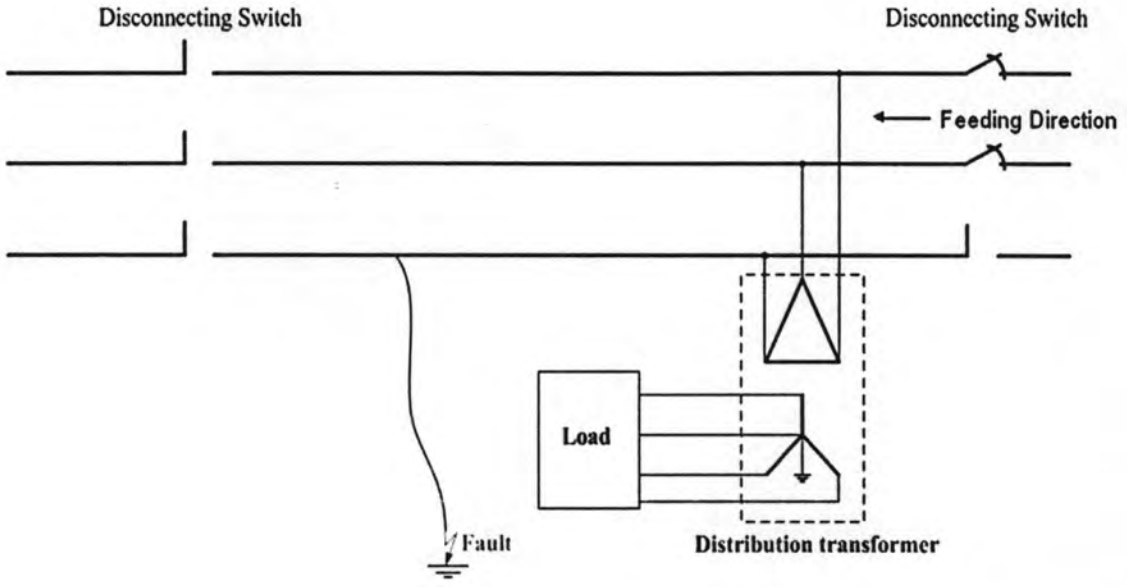
5.2 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่หนึ่ง ทดลองวันที่ 9 กรกฎาคม 2551 ซึ่งสภาพพื้นที่ทดลองค่อนข้างเปียกชื้นและมีฝนตกเล็กน้อย

ช่วงที่สอง ทดลองระหว่างวันที่ 3 – 4 ธันวาคม 2551 ซึ่งสภาพพื้นที่ทดลองและสภาพอากาศค่อนข้างแห้ง รูปแบบการทดลองแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ สายตัวนำไฟฟ้าสัมผัสพื้นทางด้านแหล่งจ่ายแสดงดังรูปที่ 5.6 และสายตัวนำไฟฟ้าสัมผัสพื้นทางด้านโหลดแสดงดังรูปที่ 5.7 ซึ่งกรณีเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงทางด้านโหลดนี้ กระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะไหลย้อนจากหม้อแปลงจำหน่ายที่ใช้ในการทดลอง พิกัด 75 กิโลโวลต์แอมแปร์ ปริมาณกระแสโหลดทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงมีค่าประมาณ 100 แอมแปร์ เท่ากันทั้ง 3 เฟส



รูปที่ 5.6 รูปแบบการทดลองการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงด้านแหล่งจ่าย



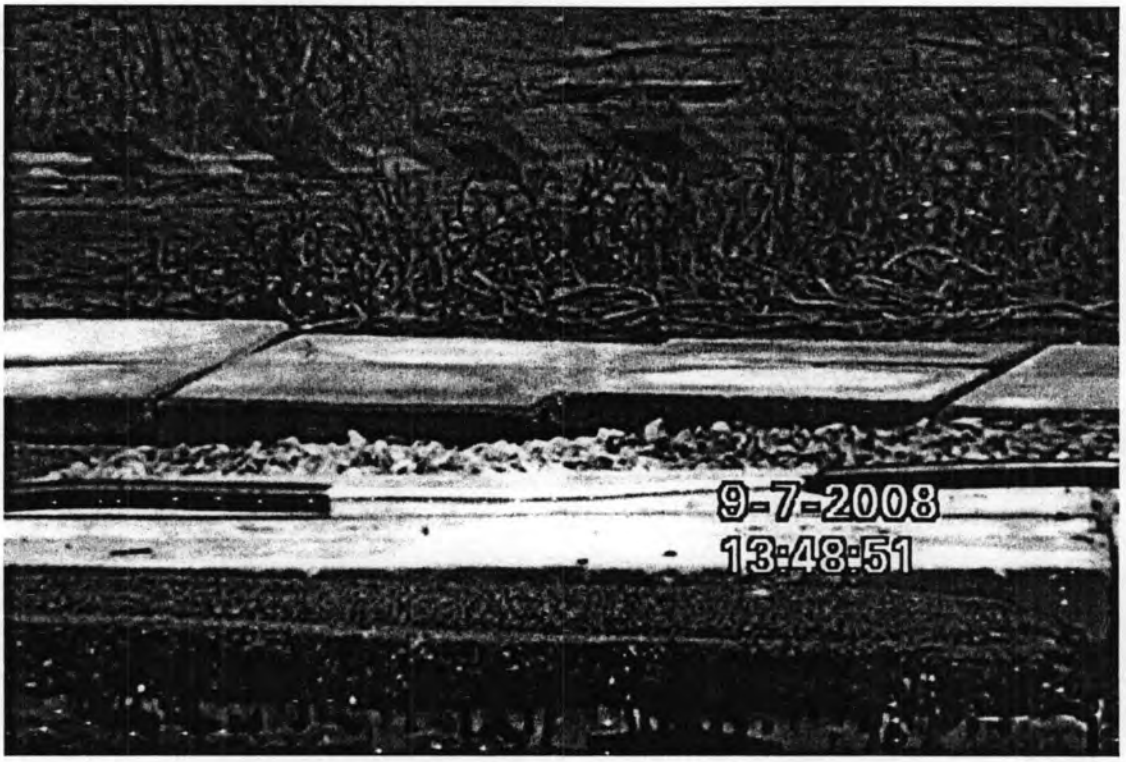
รูปที่ 5.7 รูปแบบการทดลองการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงทางด้านโหลด

การทดลองในวันที่ 9 กรกฎาคม 2551 ทำการทดลองทั้งหมด 6 กรณี ดังแสดงในตารางที่ 5.1

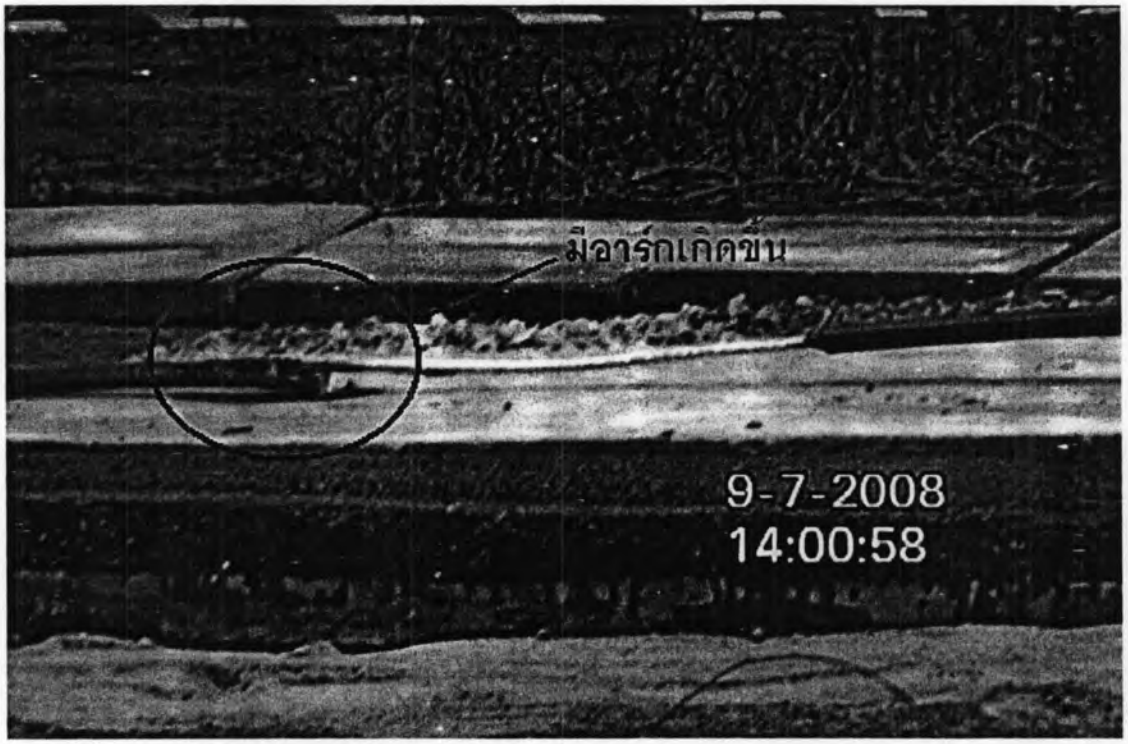
ตารางที่ 5.1 รูปแบบการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง วันที่ 9 กรกฎาคม 2551

ทดลองครั้งที่	พื้นผิวทดลอง	ชนิดการเกิดลัดวงจร	หมายเหตุ
1	คอนกรีต	ด้านโหลด	หม้อแปลงไม่มีโหลด
2	คอนกรีต	ด้านโหลด	หม้อแปลงมีโหลด
3	กรวด	ด้านแหล่งจ่าย	-
4	ทรายแห้ง	ด้านโหลด	หม้อแปลงมีโหลด
5	บล็อกปูทางเท้า	ด้านโหลด	หม้อแปลงไม่มีโหลด
6	บล็อกปูทางเท้า	ด้านโหลด	หม้อแปลงมีโหลด

ตารางที่ 5.1 สิ่งที่สังเกตได้จากการทดลองในวันที่ 9 กรกฎาคม 2551 คือ เมื่อเกิดการลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงทางด้านโหลด พบว่าในกรณีที่หม้อแปลงจำหน่ายไม่ได้ทำการจ่ายโหลด จึงไม่มีการดึงกระแสไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงจำหน่าย ดังนั้นตำแหน่งที่สายตัวนำไฟฟ้าขาดตกสัมผัสพื้นจึงไม่มีอาร์กเกิดขึ้น แสดงดังรูปที่ 5.8 จากนั้นทำการต่อโหลดทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงจำหน่าย พบว่ามีอาร์กเกิดขึ้นที่ตำแหน่งสายตัวนำไฟฟ้าขาดตกสัมผัสพื้น เนื่องจากมีการดึงกระแสไฟฟ้าจากหม้อแปลงจำหน่ายเป็นผลให้กระแสไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิสามารถไหลได้จึงเกิดอาร์กที่จุดสัมผัสขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.8 พื้นคอนกรีต ลัดวงจรด้านโหลด หม้อแปลงไม่มีโหลด



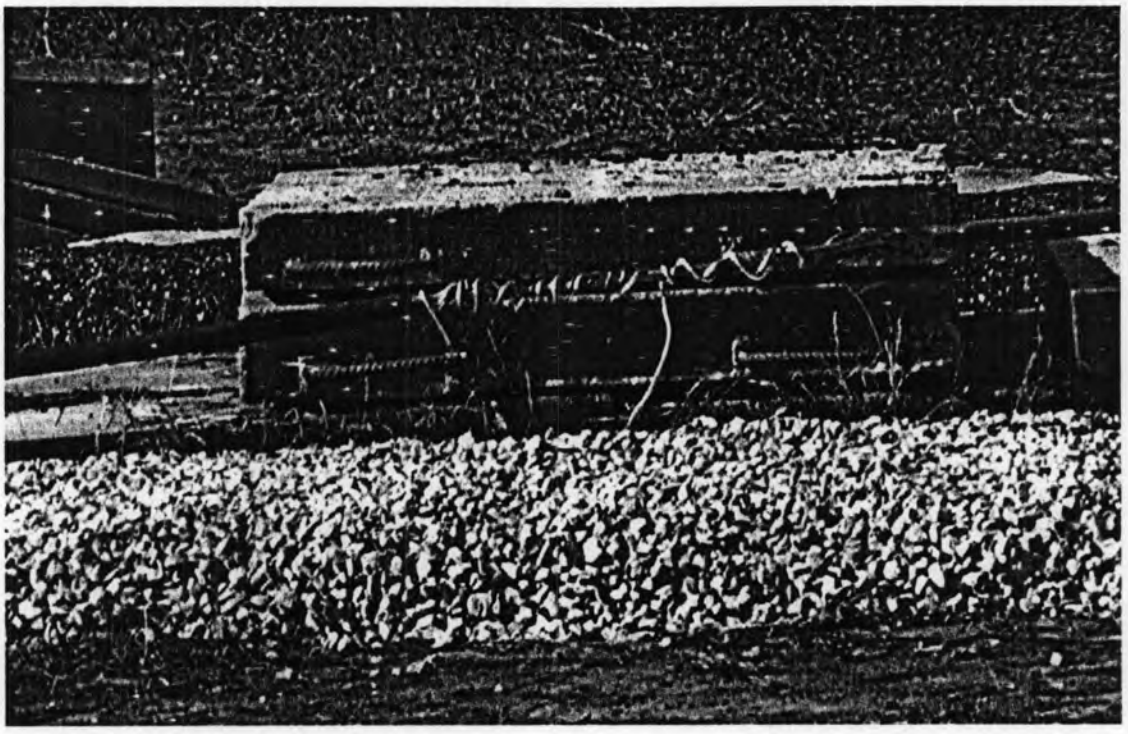
รูปที่ 5.9 พื้นคอนกรีต ลัดวงจรด้านโหลด หม้อแปลงมีโหลด

การทดลองในวันที่ 3 ธันวาคม 2551 ทำการทดลองทั้งหมด 11 กรณี ดังแสดงในตารางที่ 5.2

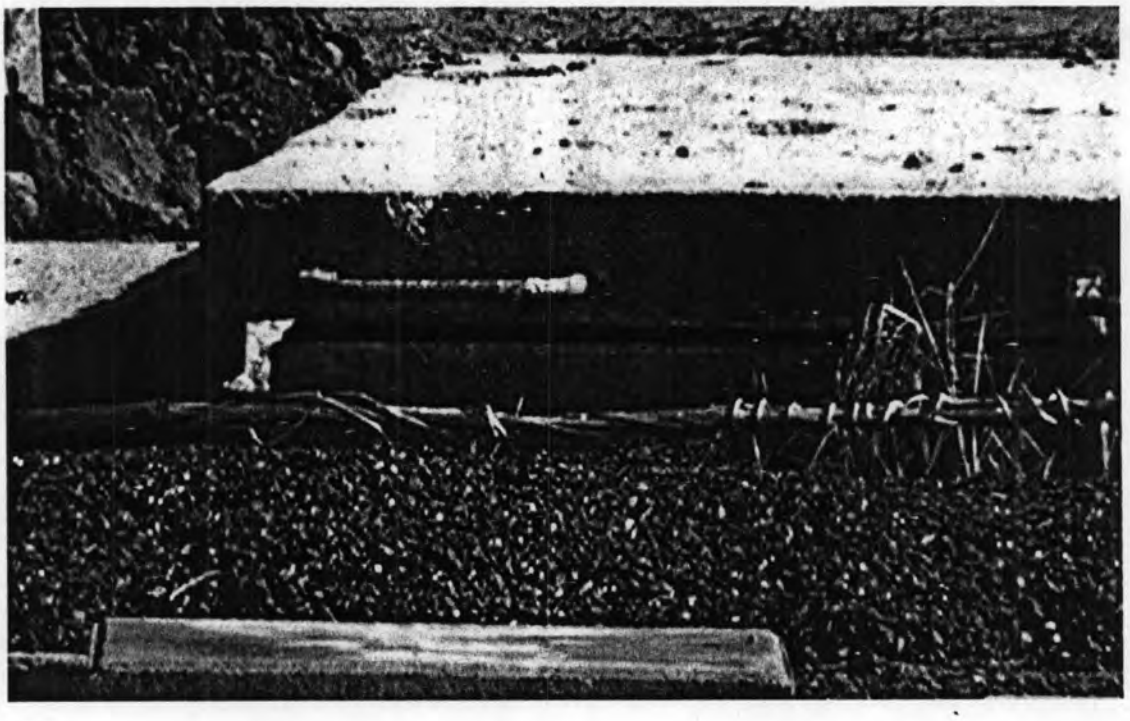
ตารางที่ 5.2 รูปแบบการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง วันที่ 3 ธันวาคม 2551

การทดลองครั้งที่	พื้นผิวทดลอง	ชนิดการเกิดลัดวงจร
1	คอนกรีต	ด้านแหล่งจ่าย
2	คอนกรีต 2 ชั้น	ด้านแหล่งจ่าย
3	คอนกรีต 3 ชั้น	ด้านแหล่งจ่าย
4	บล็อกปูทางเท้า 3 ชั้น	ด้านแหล่งจ่าย
5	บล็อกปูทางเท้า 2 ชั้น	ด้านแหล่งจ่าย
6	บล็อกปูทางเท้า 2 ชั้น(พรมน้ำ)	ด้านแหล่งจ่าย
7	บล็อกปูทางเท้า 2 ชั้น(จุ่มน้ำ)	ด้านแหล่งจ่าย
8	ยางมะตอย	ด้านแหล่งจ่าย
9	กรวด	ด้านแหล่งจ่าย
10	คอนกรีต 2 ชั้นใส่ทราย(หนา) (Sandwich)	ด้านแหล่งจ่าย
11	คอนกรีต 2 ชั้นใส่ทราย(บาง) (Sandwich)	ด้านแหล่งจ่าย

ตารางที่ 5.2 การทดลองเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง ในวันที่ 3 ธันวาคม 2551 ทำการปรับเปลี่ยนค่าอิมพีแดนซ์ของพื้นผิว โดยนำพื้นผิวทดสอบมาวางซ้อนกันเพื่อให้เกิดการอาร์ก นานที่สุด โดยไม่เปลี่ยนสภาพเป็นการลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าต่ำ การทดลองในครั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า กรณีพื้นผิวทดลองเป็นพื้นยางมะตอยและพื้นกรวดจะไม่มีอาร์กเกิดขึ้น ณ ตำแหน่งที่สายตัวนำไฟฟ้าขาดตกสัมผัสพื้น ดังแสดงในรูปที่ 5.10 – 5.11



รูปที่ 5.10 สายตัวนำไฟฟ้าสัมผัสพื้นกรวด ไม่มีอาร์กเกิดขึ้น



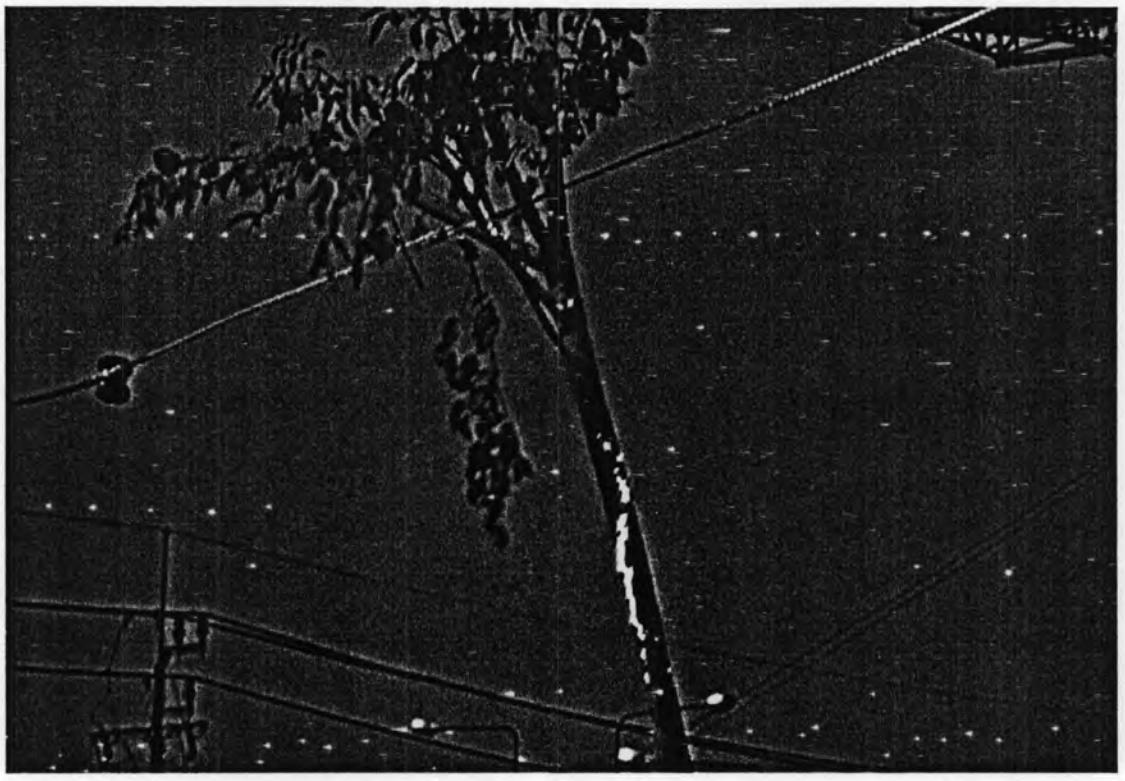
รูปที่ 5.11 สายตัวนำไฟฟ้าสัมผัสพื้นยางมะตอย ไม่มีอาร์กเกิดขึ้น

การทดลองในวันที่ 4 ธันวาคม 2551 ทำการทดลองทั้งหมด 9 กรณี ดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 รูปแบบการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง วันที่ 4 ธันวาคม 2551

การทดลองครั้งที่	พื้นผิวทดลอง	ชนิดการเกิดลัดวงจร	หมายเหตุ
1	คอนกรีต 2 ชั้นใส่ทราย(บาง) (Sandwich)	ด้านแหล่งจ่าย	-
2	คอนกรีต 2 ชั้นใส่ทราย(หนา) (Sandwich)	ด้านแหล่งจ่าย	-
3	กรวด	ด้านแหล่งจ่าย	-
4	ต้นพญาสัตบัน (ใบ)	ด้านแหล่งจ่าย	-
5	ต้นพญาสัตบัน (กิ่ง)	ด้านแหล่งจ่าย	-
6	ต้นราชพฤกษ์ (กิ่ง)	ด้านแหล่งจ่าย	-
7	ต้นราชพฤกษ์ (ลำต้น)	ด้านแหล่งจ่าย	-
8	ต้นประดู่	ด้านแหล่งจ่าย	-
9	คอนกรีต	ด้านโหลด	หม้อแปลงมีโหลด

ตารางที่ 5.3 การทดลองเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง ในวันที่ 4 ธันวาคม 2551 กรณีที่น่าสนใจ คือ กรณีที่สายตัวนำไฟฟ้าสัมผัสต้นไม้ ซึ่งในวันทดลองมีสภาพอากาศที่แห้งจะสามารถ สังเกตการเกิดอาร์กได้อย่างชัดเจนรวมถึงมีการลุกไหม้ที่ต้นไม้ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 5.12 ซึ่งในการทดลองกรณีนี้ใช้อุปกรณ์ป้องกัน คือ ฟิวส์ขนาด 40 แอมแปร์ โดยที่ฟิวส์ไม่มีการทำงานตลอดช่วงเวลาที่สายสัมผัสกับต้นไม้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญว่าในกรณีที่สภาพอากาศแห้งไม่มีฝนตก การทำงานของรีเลย์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินที่สถานีย่อยโดยไม่ทราบสาเหตุนั้น ไม่ได้เป็นผลจากสายสัมผัสกับต้นไม้



รูปที่ 5.12 สายตัวนำไฟฟ้าสัมผัสต้นไม้ เกิดอาร์กและมีการลุกไหม้

จากการทดลองเหตุการณ์ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงในระบบจำหน่ายของ กฟน. ทั้ง 3 วัน ดังแสดงในตารางที่ 5.1 – 5.3 โดยมีการบันทึกการเปลี่ยนแปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้าที่สถานีย่อย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบรีเลย์ พบว่าพื้นผิวส่วนใหญ่ที่ใช้ในการทดลองมีผลทำให้เกิดอาร์ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีพื้นผิวคอนกรีตซึ่งมีแนวโน้มพัฒนาไปสู่การลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าต่ำ ยกเว้นกรณีพื้นยางมะตอยและกรวดที่ไม่มีอาร์กเกิดขึ้น ณ จุดที่สายสัมผัส ประโยชน์ที่ได้จากการทดลองดังกล่าวทำให้ทราบว่าการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงบนพื้นผิวชนิดใดที่ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้าที่สถานีย่อย ซึ่งเป็นปัญหาที่อาจจะทำให้รีเลย์ไม่สามารถตรวจจับได้