สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าในระบบจำหน่าย (distribution system) ส่วนใหญ่จะมีรูปแบบการส่งจ่ายโดยใช้สายอากาศ (overhead lines) เนื่องจากมีต้นทุนในการก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำเมื่อเทียบกับการส่งจ่ายผ่านสายใต้ดิน (underground cables) แต่รูปแบบการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าลักษณะนี้ จะมีโอกาสที่สายตัวนำสัมผัสกับวัตถุอื่นๆ ที่อยู่ข้างเคียง เช่น ต้นไม้ โคมไฟถนน ป้ายโฆษณาหรือใกล้กับสะพานลอยข้ามถนน เป็นต้น ในการออกแบบระบบจำหน่ายไฟฟ้าจึงต้องมีการออกแบบระบบป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในระบบด้วย โดยเฉพาะเมื่อระบบเกิดการลัดวงจร (fault) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ระบบป้องกันต้องสามารถตรวจจับความผิดปกติลักษณะต่างๆ ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้ คุณลักษณะทั่วไปของการเกิดลัดวงจรในระบบจำหน่ายไฟฟ้า คือ กระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะมีค่าสูงกว่ากระแสโหลดมาก ดังนั้นหลักการทำงานของระบบป้องกันไฟฟ้าส่วนใหญ่ จึงใช้วิธีตรวจจับปริมาณของกระแสไฟฟ้าโดยหากปริมาณกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงถึงค่าที่กำหนดไว้ จะทำให้ระบบป้องกันทำงานโดยจะแยกส่วนที่เกิดความผิดพร่องออกจากระบบไฟฟ้าให้เร็วที่สุด

อย่างไรก็ตามการเกิดเหตุการณ์ลัดวงจรในระบบจำหน่ายไฟฟ้านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในลักษณะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเกินเท่านั้น แต่ยังมีเหตุการณ์ที่เรียกว่า ลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง (high impedance fault, HIF) ซึ่งไม่มีผลทำให้ปริมาณของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงยกตัวอย่างเช่น เหตุการณ์สายไฟฟ้าขาดตกลงสู่พื้น (ถนน, ซีเมนต์, กรวด, ทรายหรือพื้นผิวชนิดอื่นๆ) หรือกรณีวัตถุอื่นๆ มาสัมผัสสายตัวนำ เช่น ต้นไม้ เป็นต้น ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวนี้จะมีปริมาณของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรค่าต่ำ(บางครั้งต่ำกว่าปริมาณกระแสโหลด) [1] และมีลักษณะการเกิดแบบไม่ต่อเนื่องทำให้ระบบป้องกันที่มีหลักการทำงานโดยตรวจจับปริมาณกระแสไฟฟ้าเกินไม่สามารถตรวจจับได้ แต่การเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงนั้นไม่ได้สร้างความเสียหายให้กับอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในระบบไฟฟ้าแต่จะเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่สัญจรผ่านบริเวณที่เกิดเหตุ เนื่องจากสายตัวนำไฟฟ้ายังมีพลังงานจ่ายอยู่ [2]

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาพฤติกรรม รูปแบบและคุณลักษณะการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงว่ามีผลต่อสัญญาณทางไฟฟ้าอย่างไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการ

ประเมินขั้นตอนวิธีตรวจจับการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงของรีเลย์ ที่จะนำมาติดตั้งใช้งานในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เข้าใจพฤติกรรม รูปแบบและเหตุการณ์การเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง

2.เข้าใจขั้นตอนวิธีตรวจจับการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงของรีเลย์ที่จะนำมาติดตั้งใช้งานในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง

3. สามารถประเมินสมรรถนะขั้นตอนวิธีตรวจจับการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงของรีเลย์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการติดตั้งใช้งานในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษารูปแบบการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีการติดตั้งเครื่องมือบันทึกสัญญาณไฟฟ้าที่สถานีย่อยพร้อมทั้งมีการทดลองการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงบนพื้นผิววัสดุชนิดต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาวิเคราะห์โดยแยกองค์ประกอบของฮาร์มอนิก เพื่อพิจารณาผลตอบสนองของรีเลย์

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีดำเนินงาน

1.รวบรวมข้อมูล ศึกษาพฤติกรรม รูปแบบและคุณลักษณะการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง

2.ศึกษาคุณลักษณะการทำงานของรีเลย์ที่มีขั้นตอนวิธีตรวจจับการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง

3.บันทึกสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงบนพื้นผิวทดลองชนิดต่างๆ ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง

4.นำสัญญาณที่บันทึกได้มาทดสอบรีเลย์ที่มีขั้นตอนวิธีตรวจจับการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูง

5.ประเมินคุณสมบัติและการตั้งค่าการทำงานที่เหมาะสมของรีเลย์ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกรีเลย์ไปติดตั้งใช้งานในระบบจำน่ายของการไฟฟ้านครหลวง

6.สรุปผลการวิจัย เรียบเรียงและจัดเข้ารูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจถึงพฤติกรรมและรูปแบบการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง
2. เข้าใจการทำงานของรีเลย์ที่มีขั้นตอนวิธีตรวจจับการเกิดลัดวงจรแบบอิมพีแดนซ์ค่าสูงและสามารถเลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสม