บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้านั้นควรจะมีความน่าเชื่อถือที่สูง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิ์ภาพให้กับระบบ และความสะดวกแก่ผู้บริโภคด้วย ในอดีตที่ผ่านมา ระบบป้องกันสายส่งไฟฟ้าแรงสูงใช้รีเลย์ระยะทาง (Distance Relay) เป็นตัวเฝ้ามองและมีการวิเคราะห์สัญญาณองค์ประกอบความถี่พื้นฐานของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าด้วยการแปลงฟูเรียร์ เพื่อนำมาใช้หาอิมพีแดนซ์ของสายส่งที่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นเมื่อเกิดฟอลต์จะทำให้กระแสไฟฟ้าสูงขึ้นในขณะที่แรงดันไฟฟ้าลดต่ำลง ผลที่ตามมาคือ อิมพีแดนซ์ของสายส่งลดลงจากสภาวะปกติ จากหลักการนี้จะนำมาใช้ในการตรวจจับการเกิดฟอลต์ นอกจากนี้ยังสามารถนำการลดลงของอิมพีแดนซ์มาเทียบเพื่อหาตำแหน่งฟอลต์ ส่วนการระบุประเภทของฟอลต์นั้นจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส หลักการทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วนั้นตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า ความต้านทานของฟอลต์เป็นศูนย์ ซึ่งในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยาก ทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นโดยเฉพาะการระบุระยะทางที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงค่อนข้างมาก การระบุระยะทางที่คลาดเคลื่อนนี้ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจแต่ละครั้งเป็นจำนวนมาก จากข้อมูลทางสถิติพบว่า รีเลย์แบบนี้จะมีข้อผิดพลาดที่สูงโดยเฉพาะการบอกระยะทางที่คลาดเคลื่อนจากระยะทางจริงมาก นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในการใช้งานอื่นๆ อีกด้วย จึงมีการประยุกต์นำหลักการที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้กับวิธีการหาตำแหน่งการเกิดฟอลต์

กระบวนการในการระบุตำแหน่งจุดเกิดฟอลต์เป็นขั้นตอนที่มีความซับซ้อนมาก เมื่อฟอลต์เกิดขึ้นสามารถรับรู้ได้หลายทางด้วยกัน เช่น อาจรับรู้จากสัญญาณคลื่นที่ตรวจจับฟอลต์ ในธุรกิจอุสาหกรรมได้มีการนำเทคนิคหลากหลายด้วยกันเพื่อนำมาระบุตำแหน่งการเกิดฟอลต์ ดังเช่น การใช้เสียงสะท้อน การใช้คลื่นแม่เหล็ก [1] เป็นต้น ในทางกลับกัน การตรวจหาฟอลต์บริเวณขั้วสายนั้นเป็นวิธีการที่แตกต่างออกไปจากการระบุฟอลต์ระหว่างสายส่ง มักใช้ Bridge Technique เป็นหลักการที่นิยมมากในการระบุการเกิดฟอลต์ที่จุดปลายสาย โดยเป็นการเชื่อมต่อกันของตัวต้านทาน [2] ยังมีหลักการอีกมากมายในการหาฟอลต์ที่ขั้วสาย เช่น Murry Loop Pulse Radar [3] ซึ่งใช้หลักการบริดจ์สมดุลมาใช้ในการหาตำแหน่งของฟอลต์โดยเทียบจากอัตราส่วนของค่าความต้านทานในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า และทฤษฎีคลื่นเดินทาง (Traveling Wave) [4-5] ที่เป็นเทคนิคในการหาตำแหน่งฟอลต์ที่อาศัยคลื่นสัญญาณที่ได้จากการเกิดฟอลต์มาวิเคราะห์โดยนำความเร็วคลื่นเดินทางมาใช้ อีกทั้งยังมีการใช้ SVMs (Support Vector Machines) [6] โดยเป็นเทคนิคที่ใช้ SVMs เข้ามาใช้วิเคราะห์แทนการแปลงเวฟเล็ต จากนั้นมีการ

ประยุกต์ใช้เทคนิคในการตรวจวัดแรงดันของสายส่งทั้งสองด้านเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาตำแหน่งเกิดฟอลต์ (Synchronized Voltage Measurements) [7] และได้พัฒนาเกี่ยวกับการนำระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI) มาประยุกต์ใช้งานทั้งเทคนิคฟัซซี่โลจิก (Fuzzy logic) [8] และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) [9- 12] มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการแปลงเวฟเล็ต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ในการวิเคราะห์สัญญาณ โดยใช้หลักการกำหนดกฎให้แก่โปรแกรม เพื่อให้ตัวโปรแกรมสามารถตัดสินใจ การทำงานด้วยตัวเองได้

จากงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ได้กล่าวมานั้นพบว่างานวิจัยส่วนใหญมักจะเป็นการวิเคราะห์ฟอลต์แบบจุดเดียว (Single Fault) ในส่วนการวิเคราะห์ฟอลต์แบบเกิดพร้อมกัน (Simultaneous Fault) มีน้อยมาก โดยในระยะแรกใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ [13] นอกจากนี้ ยังได้มีการวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่งฟอลต์ในกรณีการเกิดฟอลต์พร้อมกันในระบบไฟฟ้ากำลังด้วยทฤษฎีคลื่นเดินทาง [14] พบว่า เกิดความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งฟอลต์เกิดขึ้น เนื่องจากการตรวจจับฟอลต์แบบปกตินั้นจะทำการตรวจจับค่าเวลา ณ จุดที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการแปลงเวฟเล็ตที่สูงสุด แต่เมื่อวิเคราะห์ฟอลต์แบบเกิดพร้อมกัน สัมประสิทธิ์ที่ได้จะมีลักษณะที่แตกต่างออกไป จึงทำให้ค่าเวลาที่ตรวจจับได้เกิดความผิดพลาด [14] จึงกล่าวได้ว่าการเกิดฟอลต์พร้อมกันในระบบไฟฟ้ากำลังจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษา เพื่อที่จะป้องกันการเกิดฟอลต์ในกรณีการเกิดฟอลต์พร้อมกันในระบบไฟฟ้ากำลังที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ระบบไฟฟ้ามีเสถียรภาพและความเชื่อถือได้สูงยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการป้องกันแบบใหม่สำหรับวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ที่เกิดขึ้นบนสายส่งไฟฟ้าใต้ดิน
2. เพื่อขยายขอบเขตงานวิจัยและเทคโนโลยีทางด้านระบบไฟฟ้ากำลังโดยการประยุกต์ใช้การแปลงเวฟเล็ต
3. เพื่อทำการวิเคราะห์และตรวจจับสัญญาณฟอลต์ที่เกิดขึ้นในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าใต้ดิน เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบป้องกัน
4. เพื่อระบุตำแหน่ง และรูปแบบของสัญญาณฟอลต์ที่เกิดขึ้น โดยจะทำให้สามารถกำจัดฟอลต์ได้อย่างรวดเร็วซึ่งจะช่วยลดความเสียหายที่เกิดขึ้น

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

รูปแบบเดิมในการวิเคราะห์สัญญาณของรีเลย์แบบระยะทาง (distance relay) คือการวิเคราะห์องค์ประกอบความถี่พื้นฐานของกระแสและแรงดันลำดับบวก (Positive sequence) ด้วยการแปลงฟูเรียร์ เพื่อนำมาใช้หาอิมพีแดนซ์ของสายส่ง ดังนั้นเมื่อเกิดฟอลต์จะทำให้กระแสสูงขึ้นในขณะที่

แรงดันลดต่ำลง ผลที่ตามมาคือ อิมพีแดนซ์ของสายส่งลดลงจากสภาวะปกติ จากหลักการนี้จะนำมาใช้ในการตรวจจับการเกิดฟอลต์ นอกจากนี้ยังสามารถนำการลดลงของอิมพีแดนซ์มาเทียบเพื่อหาตำแหน่งฟอลต์ ส่วนการระบุประเภทของฟอลต์นั้นจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของกระแสในแต่ละเฟส หลักการทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วนั้นตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าความต้านทานของฟอลต์เป็นศูนย์ซึ่งในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยาก ทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น

งานวิจัยฉบับนี้ได้ตั้งสมมุติฐานของการศึกษาโดยอ้างอิงจากพฤติกรรมของสัญญาณฟอลต์คือ เมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้นบนสายส่งจะมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่ต่างๆ เกิดขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของฟอลต์โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่สูงจะมีค่าสูงขึ้นและยังสามารถให้ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับฟอลต์ที่เกิดขึ้น โดยข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงนี้เมื่อนำการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย (DWT) มาใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ที่แพร่มาจากจุดที่เกิดฟอลต์ตามทฤษฎีคลื่นเดินทาง โดยทำการแยกองค์ประกอบความถี่สูง (detail) พิจารณาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่สูงในหลายสเกลหรือหลายช่วงความถี่ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้จะนำมาใช้ในการตรวจจับฟอลต์ที่เกิดขึ้นบนสายส่ง ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบกระแสลำดับบวกที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ต และนำเอาผลที่ได้จากสเกลแรกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่สูง นำไปเป็นข้อมูลอินพุทสำหรับการวิเคราะห์หาตำแหน่งฟอลต์

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ขอบเขตของการศึกษาวิจัยแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ขอบเขตของระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลังที่พิจารณา ขอบเขตของการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตของระบบไฟฟ้ากำลังที่พิจารณา

ในโครงการวิจัยนี้ ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลังที่พิจารณาคือระบบสายส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า เท่านั้น ซึ่งเป็นสายส่งในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทั่วไป ความยาวสายอยู่ที่ 30 กิโลเมตร

2. ขอบเขตของการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์

การวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์จะใช้ข้อมูลของกระแสไฟฟ้าที่เกิดฟอลต์ขึ้นของแบบจำลอง โดยไม่พิจารณาถึงรูปแบบของสัญญาณรบกวนอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกันเช่น ฟ้าผ่า และทิศทางของสัญญาณฟอลต์ที่เกิดขึ้น จากนั้นใช้โปรแกรม MATLAB/Wavelet Toolbox มาวิเคราะห์ เพื่อศึกษาถึงรูปแบบและพฤติกรรมของสัญญาณฟอลต์ เช่น ตำแหน่งที่เกิดฟอลต์ และมุมที่เริ่มเกิดฟอลต์ เป็นต้น

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้จำลองสัญญาณฟอลต์ที่แตกต่างกันในกรณีการเกิดฟอลต์ ด้วยโปรแกรม ATP/EMTP แล้วนำสัญญาณฟอลต์มาทำการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย เพื่อทำการพิจารณาหาข้อมูลในสเกลแรกที่ตรวจจับฟอลต์ได้ รวมถึงช่วงของข้อมูลที่เหมาะสมที่ควรใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ เพื่อนำมาสรุปเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์และตัดสินใจ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

1. สามารถเป็นแนวคิดในการออกแบบสร้างระบบป้องกันสายส่งไฟฟ้า
2. เผยแพร่การความรู้ในเทคโนโลยีการตรวจจับการเกิดฟอลต์ในสายส่งไฟฟ้า
3. ส่งเสริมงานวิจัยให้มีการพัฒนาโดยการตีพิมพ์ในวาสารหรือการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ