

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีความเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรม และมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นมากขึ้น ความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้ามีปริมาณเพิ่มขึ้น ระบบไฟฟ้ากำลังจึงมีการขยายตัวอย่างมากเพื่อรองรับการใช้พลังงานภายในประเทศ ระบบไฟฟ้ากำลังจึงต้องมีอุปกรณ์ป้องกันที่เชื่อถือได้มากขึ้นด้วยเพื่อป้องกันการเกิดฟอลต์ ฟอลต์ที่เกิดขึ้นเป็นอันตรายต่อระบบไฟฟ้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากหากเกิดฟอลต์ในระบบไฟฟ้ากำลัง นอกจากจะทำให้อุปกรณ์หลักในระบบไฟฟ้าเกิดความเสียหายแล้ว ยังมีผลกระทบต่อระบบการผลิตและส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปสู่แหล่งอุตสาหกรรมและชุมชน

จากเหตุผลข้างต้นระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก ในปัจจุบันประเทศไทยมีระบบสายส่งทั้ง ระบบสายส่งอากาศ (Overhead line) และระบบสายส่งใต้ดิน (Underground cable) ซึ่งสายส่งในแต่ละแบบนี้จะมีการใช้งานในพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป สายส่งอากาศ (Overhead line) นั้นมักจะพบเห็นอยู่ทั่วไปซึ่งเป็นระบบสายส่งที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะสายส่งอากาศนั้นมีการติดตั้งที่ง่าย และเสียค่าใช้จ่ายน้อยในการติดตั้ง จึงเป็นที่นิยม แต่ก็ยังมีข้อเสียอยู่บ้างคือ เป็นสายส่งที่มีความน่าเชื่อถือต่ำ อีกทั้งยังเกิดความเสียหายได้ง่ายกว่าแบบอื่น สายส่งอีกแบบที่มีการใช้ในประเทศไทยคือ สายส่งเคเบิลใต้ดิน สายส่งชนิดนี้ใช้ในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทั่วไป มีการติดตั้งที่ค่อนข้างลำบากกว่าสายส่งชนิดอื่นเนื่องจากต้องมีการวางสายไว้ใต้ดิน จึงมีการใช้งานสายส่งชนิดนี้ในบางพื้นที่เท่านั้น ปัจจุบันสายส่งใต้ดินได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะพื้นที่ ๆ มีความสำคัญหรือแหล่งสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ มีการติดตั้งใช้งานสายส่งใต้ดินเพิ่มมากขึ้น เพราะสายส่งใต้ดินนั้นจะสิ้นเปลืองพื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้งสายน้อยกว่า และยังมีความน่าเชื่อถือในระบบที่สูงกว่าสายส่งอากาศอย่างมาก แต่เนื่องจากสายส่งชนิดนี้มีการฝังสายเคเบิลไว้ใต้ดิน จึงมีข้อจำกัดที่สำคัญคือ การบำรุงรักษาสายส่ง อีกทั้งมีการใช้งานในชุมชนจึงยากต่อการบำรุงรักษา จากเหตุผลดังกล่าวการบำรุงรักษาสายส่งเคเบิลใต้ดินจึงเป็นสิ่งสำคัญมากที่ต้องมีความรวดเร็ว และความแม่นยำให้ได้มากที่สุด ในระบบสายส่งนั้น ไม่ว่าจะเป็นสายส่งแบบเหนือดินหรือ ใต้ดิน ย่อมมีความผิดปกติเกิดขึ้นได้ในสายส่ง คือมีโอกาสเกิดการลัดวงจรในสายส่ง หรือฟอลต์ (fault) เป็นต้น ซึ่งเมื่อเกิดฟอลต์ในระบบไฟฟ้ากำลัง จะทำให้เกิดผลเสียต่อระบบอย่างมาก ดังนั้นเมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้นในสายส่งจึงเป็นปัญหาที่ต้องทำการแก้ไข ซ่อมแซมอย่างรวดเร็ว เพื่อจะได้ไม่ต้องเกิดความเสียหายรุนแรงต่อระบบ สิ่งที่สามารถตรวจจับฟอลต์ได้คือรีเลย์ (Relay) โดยรีเลย์มีหลากหลายชนิดหลากหลายหน้าที่ หากเป็นระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า รีเลย์ที่ทำหน้าที่หลักคือ รีเลย์ตรวจจับกระแสเกิน จะตรวจจับฟอลต์ประเภท หนึ่งเฟสลงดิน สามเฟสลงดิน เป็นต้น เมื่อกระแสไหลมากกว่า

ค่าที่ตั้งไว้ รีเลย์ที่อยู่ใกล้จุดเกิดฟอลต์สามารถส่งปลดวงจรที่เกิดฟอลต์ได้ก่อน และจะต้องทำการระบุ ว่าสัญญาณฟอลต์ที่เกิดขึ้นนั้นเป็นฟอลต์ชนิดใด เกิดขึ้นที่ตำแหน่งใดบนสายส่ง เมื่อทำการวิเคราะห์ ทั้งหมดแล้ว ก็จะทำให้ง่ายในการที่จะส่งช่างเทคนิคไปทำการแก้ไข ซ่อมแซมได้อย่างรวดเร็ว และไม่ ผิดพลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบที่ไม่ใช่ระบบเชื่อมโยงแบบโครงข่าย (Network) หรือ ระบบที่มีการ เชื่อมต่อกัน เพราะหากเกิดฟอลต์ในระบบแบบนี้จะทำให้เกิดความเสียหายมากมายเพราะไม่มี กำลังไฟฟ้าจากระบบอื่นเข้ามาจ่ายพลังงานไฟฟ้าแทน ดังนั้น กล่าวโดยสรุป รีเลย์คืออุปกรณ์สำคัญใน ระบบไฟฟ้า เพื่อป้องกันอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยเหตุนี้เอง การศึกษาพฤติกรรมของการเกิดฟอลต์เพื่อให้ เข้าใจลักษณะสัญญาณที่บ่งชี้การเกิดฟอลต์ ซึ่งสามารถนำสัญญาณนั้นมาวิเคราะห์ว่า สัญญาณที่พบ นั้นเป็นสัญญาณฟอลต์หรือไม่ เมื่อรู้ว่าเป็นสัญญาณฟอลต์ ชุดคำสั่งในการตัดสินใจที่แม่นยำขณะที่เกิด ฟอลต์ต้องสามารถส่งปลดวงจรที่เกิดฟอลต์ได้

1.1 แนวโน้มงานวิจัยที่ผ่านมา

ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้ศึกษาพฤติกรรมของรูปคลื่นสัญญาณกระแสที่เกิดฟอลต์ขึ้นในสายส่ง แบบผสมคือ มีสายอากาศ (Overhead Line) และสายใต้ดิน (Underground Cable) เชื่อมต่อกัน โดยทำการจำลองการเกิดฟอลต์จะจำลองแบบเกิดฟอลต์พร้อมกันสองจุด (Simultaneous Fault) โดยทำการเปลี่ยนตำแหน่งที่เกิดฟอลต์ ชนิดฟอลต์ และมุมมองของแรงดันขณะที่เกิดฟอลต์ ซึ่งตัว ตรวจสอบสัญญาณจะอ่านค่าสัญญาณที่ปลายทั้งสองด้านของสายส่ง จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยนี้ พบวิธีในการระบุตำแหน่งฟอลต์หลายๆ วิธี เช่น การวัดค่าคลื่นจรที่ปลายทั้งสองด้านของ สายส่งตาม [1] [2] [3] [4] การแปลงของปาร์ก (Park's Transformation) ใช้ในการแปลง กระแสสลับสามเฟสให้เป็นกระแสดตรงสองเฟสเพื่อใช้หาผลต่างของคลื่นจรแสดงใน [2] การออกแบบ กระบวนการระบุตำแหน่งฟอลต์จากคลื่นจรในระบบสายส่งที่มีคาปาซิเตอร์ต่ออนุกรมกับระบบเพื่อ เพิ่มค่าพาเวอร์แฟกเตอร์ให้กับระบบ แต่ส่งผลให้เกิดปัญหามากมายกับระบบป้องกันแสดงใน [3] และ การระบุตำแหน่งฟอลต์ในสายส่งแบบผสมที่มีทั้งสายส่งอากาศและสายส่งใต้ดินโดยใช้คลื่นจร เพื่อดู ความแตกต่างระหว่างแบบผสมกับแบบสายอากาศอย่างเดียวว่าแบบใดมีค่าที่สูงที่สุดที่ทำให้การระบุ ตำแหน่งฟอลต์แม่นยำกว่าได้แสดงใน [4] วิธีการใช้ ฟัซซี่ลอจิก (fuzzy logic) ในการวิเคราะห์หา ตำแหน่งฟอลต์แสดงใน [5] โดยระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ใช้วิเคราะห์เป็นระบบที่มีคาปาซิเตอร์ต่อ อนุกรมกับระบบ วิธีอ่านค่ากระแสและค่าแรงดันจากเครื่องกำเนิดแบบกระจาย (DG) หรือเป็น เวกเตอร์ของเครื่องกำเนิดจากวิธี การวัดแบบซิงโครฟาสเซอร์ (Synchrophasor Measurements) เพื่อระบุตำแหน่งฟอลต์ถูกแสดงใน [6] [7] ตามลำดับ หรือวิธีการนำค่ากระแสฟอลต์จากเครื่องมือวัด ที่จุดต่างๆมาวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งฟอลต์แสดงอยู่ใน [8] [9] วิธีการนำค่าช่วงสภาวะคงตัว (Steady State) มาวิเคราะห์หาตำแหน่งฟอลต์ในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่มีคาปาซิเตอร์ต่ออนุกรม กับระบบ เป็นอีกวิธีที่ใช้ระบุตำแหน่งฟอลต์ได้แม่นยำ แสดงอยู่ใน [10] หรือการหาค่าอิมพีแดนซ์ที่

เปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นในระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่มีสถานีไฟฟ้าหลายแห่ง เพื่อหาตำแหน่งที่เกิดฟอลต์ แสดงใน [11] และการกระจายพารามิเตอร์จาก อิมพีแดน เบส แอลกอริทึม (Impedance based Algorithm) เพื่อสามารถใช้ได้ผลที่แม่นยำกับสายส่งกำลังไฟฟ้าแบบยาวได้ เพื่อนำค่าพารามิเตอร์ไปกำหนดค่ารีเลย์ที่สถานีไฟฟ้าให้มีค่าที่เหมาะสม แสดงใน [12]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเสนอพฤติกรรมของรูปคลื่นสัญญาณ เพื่อนำไปปรับใช้กับอุปกรณ์ป้องกัน เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่แม่นยำขึ้น และเป็นการลดผลกระทบทางพลังงานและผลกระทบทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้า ทำให้การใช้พลังงานของประเทศเต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ประเทศได้พัฒนาไปอีกขั้นอีกต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการศึกษา

- 1) เพื่อทำการจำลองสัญญาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดฟอลต์ขึ้นกับระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบเหนือนดิน แบบใต้ดิน และแบบผสม
- 2) เพื่อทำการจำลองการเกิดฟอลต์แบบสองจุดพร้อมกันในระบบส่งกำลังไฟฟ้าทั้งสามรูปแบบ
- 3) วิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ด้วยวิธีการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย
- 4) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยของระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทั้งสามรูปแบบ
- 5) ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยของการเกิดฟอลต์แบบสองจุดพร้อมกันบนระบบส่งกำลังไฟฟ้า
- 6) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยของฟอลต์แต่ละประเภทเพราะจะมีประโยชน์ในด้านการประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับและแบ่งแยกประเภทของฟอลต์ต่อไป

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ตั้งสมมติฐานของการศึกษาโดยอ้างอิงจากพฤติกรรมของสัญญาณฟอลต์คือ เมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่ต่างๆ แทรกอยู่ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ จะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของฟอลต์ โดยข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงนี้เมื่อนำการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย (DWT) มาใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ โดยทำการแยกองค์ประกอบความถี่สูง (Detail) และองค์ประกอบความถี่ต่ำ (Approximation) พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของในหลายสเกล หรือหลายช่วงความถี่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตมาศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้น การเกิดฟอลต์ของระบบส่งกำลังไฟฟ้าแต่ละประเภทจะมีลักษณะและรูปแบบของลูกคลื่นและค่าที่ได้จากการ

แปลงเวฟเล็ทแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการเกิดฟอลต์บนสายส่งแบบผสม จึงต้องศึกษาพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ทั้งสายส่งแบบเหนือดิน และสายส่งใต้ดิน ทั้งนี้หากเกิดฟอลต์แบบสองจุดพร้อมกันบนระบบส่งกำลังไฟฟ้า พฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะต้องมีพื้นฐานมาจากการเกิดฟอลต์แบบจุดเดียว

1.4 ขอบเขตการศึกษา

- 1) สร้างแบบจำลองระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบเหนือดิน แบบใต้ดิน และแบบผสมด้วยโปรแกรม ATP/EMTP
- 2) จำลองสถานการณ์การเกิดฟอลต์ทั้ง 10 ประเภท (AG, BG, CG, AB, AC, BC, ABG, ACG, BCG, ABC) และแบ่งจุดเกิดฟอลต์ตามระยะทางตั้งแต่ 10% - 90% ด้วยโปรแกรม ATP/EMTP
- 3) จำลองการเกิดฟอลต์แบบสองจุดพร้อมกันบนระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า
- 4) นำสถานการณ์การเกิดฟอลต์ที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการแปลงเวฟเล็ทแบบเต็มหน่วยด้วยโปรแกรม MATLAB
- 5) เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ทแบบเต็มหน่วยของระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทั้งสามรูปแบบ
- 6) ศึกษาพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ทของฟอลต์แต่ละประเภท
- 7) ศึกษาพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ทของการเกิดฟอลต์แบบสองจุดพร้อมกัน

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

- 1) การศึกษารูปแบบของการแปลงเวฟเล็ทแบบเต็มหน่วยที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์สัญญาณความผิดพร่อง
- 2) ทำการจำลองสัญญาณความผิดพร่องแบบจุดเดียวที่แตกต่างกัน 3,240 ตัวอย่างโดยโปรแกรม EMTP/ATPDraw สำหรับระบบส่งกำลังไฟฟ้าแบบเหนือดิน ใต้ดิน และแบบผสม (ระบบละ 1,080 ตัวอย่าง)
- 3) ทำการจำลองสัญญาณความผิดพร่องแบบสองจุดพร้อมกันที่แตกต่างกัน 3,240 ตัวอย่างโดยโปรแกรม EMTP/ATPDraw สำหรับระบบส่งกำลังไฟฟ้าแบบเหนือดิน ใต้ดิน และแบบผสม (ระบบละ 1,080 ตัวอย่าง)

- 4) นำสัญญาณความผิดปร้องมาทำการแปลงเวฟเล็ทแบบเต็มหน่วย
- 5) ศึกษาพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ท
- 6) เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ทของการเกิดพอลต์บนระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทั้งสามรูปแบบ
- 7) ศึกษาพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ทของการเกิดพอลต์แบบสองจุดพร้อมกัน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถนำพฤติกรรมที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตรวจจับและแบ่งแยกประเภทของพอลต์ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าได้
- 2) สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์สัญญาณในรูปแบบอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ากำลังได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับนักวิจัย และผู้สนใจอื่นๆ เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อไป