

บทที่ 1

บทนำ

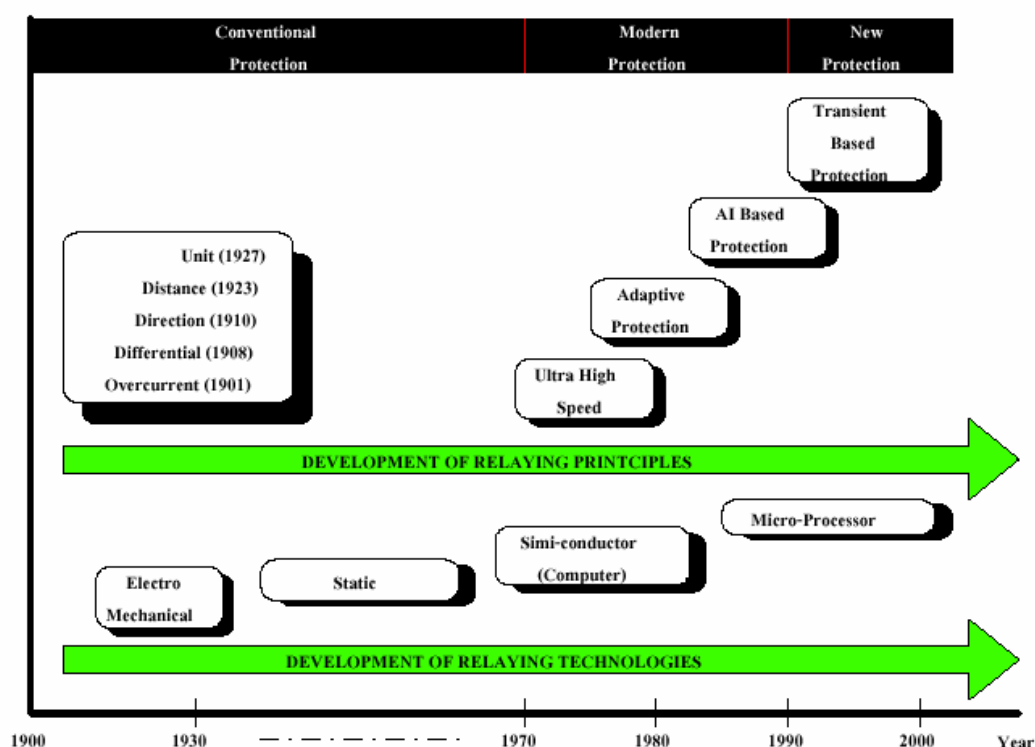
ฟอลต์ที่เกิดขึ้นในสายส่งเป็นอันตรายต่อระบบไฟฟ้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะทำให้อุปกรณ์หลักในระบบไฟฟ้าเกิดความเสียหายแล้วยังมีผลกระทบต่อการใช้งานไฟฟ้าไปสู่แหล่งอุตสาหกรรมและชุมชน ดังนั้นจึงมีการเน้นความสำคัญไปยังการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ป้องกัน ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องในการปรับปรุงการป้องกันความเสียหายของสายส่งไฟฟ้าและอุปกรณ์ในการจัดวางในการเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "ฟอลต์" (Fault)

การพิจารณาฟอลต์ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าจะพิจารณาในส่วนของคุณค่าความถี่ สิ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่เกิดทรานเซียนต์จะมีส่วนประกอบของความถี่สเปกตรัมรวมอยู่ องค์ประกอบที่เกิดขึ้นนี้สามารถบ่งบอกฟอลต์และการกระจายของคุณค่าโดยตลอด สเปกตรัมนี้จะมีแนวตามสัญญาณกระแสตรง (DC) ขององค์ประกอบความถี่สูง การป้องกันระบบไฟฟ้าทำได้โดยการวัดองค์ประกอบความถี่ที่เกิดขึ้นสำหรับการตรวจจับฟอลต์ เทคนิคเดิมที่ใช้ในการป้องกันจะพิจารณาสัญญาณความถี่สูงที่เกิดขึ้นโดยทำการกรองออกมาวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามองค์ประกอบความถี่สูงนอกจากจะทำหน้าที่บ่งบอกเกี่ยวกับฟอลต์ที่เกิดขึ้นแล้วยังสามารถใช้ประโยชน์ในการพัฒนาหลักการป้องกันของอุปกรณ์ที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดความถี่ที่เกิดขึ้นได้ การนำประโยชน์ขององค์ประกอบความถี่สูงที่เกิดขึ้นไปใช้งานนั้น ปัญหาเดียวที่เกิดขึ้นก็คือ การพัฒนาความเร็วในการตรวจจับของเทคโนโลยีไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเทคนิคพื้นฐานต่าง ๆ ในการตรวจจับฟอลต์ในลักษณะต่าง ๆ หรือ "การป้องกันพื้นฐานด้วยสัญญาณทรานเซียนต์" (Transient Based Protection "TBP") เทคนิคการป้องกันพื้นฐานด้วยสัญญาณทรานเซียนต์จะทำหน้าที่โดยการดึงเอาสัญญาณความถี่สูงที่เกิดขึ้นจากสัญญาณฟอลต์มาทำการออกแบบอุปกรณ์ในการตรวจจับ เทคนิคนี้มีความแตกต่างไปจากเทคนิคพื้นฐานอื่น เช่น เทคนิคการป้องกันแบบทฤษฎีคลื่นเดินทาง เทคนิคการป้องกันพื้นฐานด้วยสัญญาณทรานเซียนต์นี้ไม่มีข้อจำกัดในการวิเคราะห์และยังสามารถให้ความถูกต้องในการแยกและดึงเอาความถี่สูงที่เกิดขึ้นจากสัญญาณความถี่มาพิจารณา

1.1 การพัฒนาเทคโนโลยีของการวิเคราะห์สัญญาณในระบบป้องกันสายส่ง [1]

จากรูปที่ 1.1 ได้แสดงแผนภาพการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้ากำลัง ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมานับตั้งแต่การประยุกต์ใช้หลักการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กที่เรียกว่า "แม่เหล็กทางกล" (Electro-mechanical) เป็นอันดับแรกในปี 1901 ในระบบการป้องกันไฟฟ้าซึ่งใช้พื้นฐานหลักการทำงานของกระแสเกิน ซึ่งหลักการทำงานของรีเลย์ก็มีลักษณะต่างๆ

กันออกไป โดยจะทำการแสดงให้เห็นถึงระยะเวลาของการพัฒนาภายใน 30 ปีแรก ดังตัวอย่างคือ การป้องกันแบบผลต่าง (Differential protection) ในปี 1908, การป้องกันแบบทิศทาง (Direction protection) ในปี 1910, การป้องกันแบบระยะทาง (Distance protection) ในปี 1923 และการป้องกันแบบหน่วย (Unit protection) ในปี 1927 หลักการของรีเลย์ที่ได้กล่าวไปนั้นจะใช้พื้นฐานจากการวัดความถี่กำลังจากการตรวจจับฟอลต์ จากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม พื้นฐานของอุปกรณ์ป้องกันเบื้องต้นจะกล่าวถึงการปรับปรุงการพัฒนาของแม่เหล็กทางกล, รีเลย์แบบสถิตย์ (Static relay), อุปกรณ์ทางด้านสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor), วงจรรวม (Intregated circuit) และไมโครโปรเซสเซอร์ อย่างไรก็ตามในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา มีการศึกษาค้นคว้าพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเพิ่มความสามารถของเทคโนโลยีรีเลย์ ในเบื้องต้นจะกล่าวถึงหลักการพื้นฐานที่ยังคงใช้กันอยู่จนถึงทุกวันนี้



รูปที่ 1.1 แสดงการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์ป้องกันที่ใช้ในระบบไฟฟ้ากำลัง [1]

การนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เป็นประวัติศาสตร์หน้าใหม่ของการป้องกันระบบไฟฟ้า ซึ่งมีเป้าหมายที่จะพัฒนาระบบป้องกันให้ทันสมัยขึ้น นับตั้งแต่ช่วงปี 1960 จึงมีแนวคิดริเริ่มในการพัฒนาความเร็วของรีเลย์ป้องกันโดยใช้การป้องกันแบบดิจิทัลนำมาป้องกันสายส่งไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดการพัฒนาอุปกรณ์ทางด้านคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถนำมาใช้ปรับปรุงการวิเคราะห์สัญญาณและการตัดสินใจ

ของรีเลย์ให้มีความรวดเร็วและถูกต้องทำให้รีเลย์มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น จึงนับเป็นการเริ่มเข้าสู่ยุคของรีเลย์แบบดิจิทัลหรือลักษณะของรีเลย์แบบนิวเมอริกอล (Numerical relay) ที่มีการทำงานในลักษณะรีเลย์ป้องกันความเร็วสูง (Ultra high speed) อย่างแท้จริง

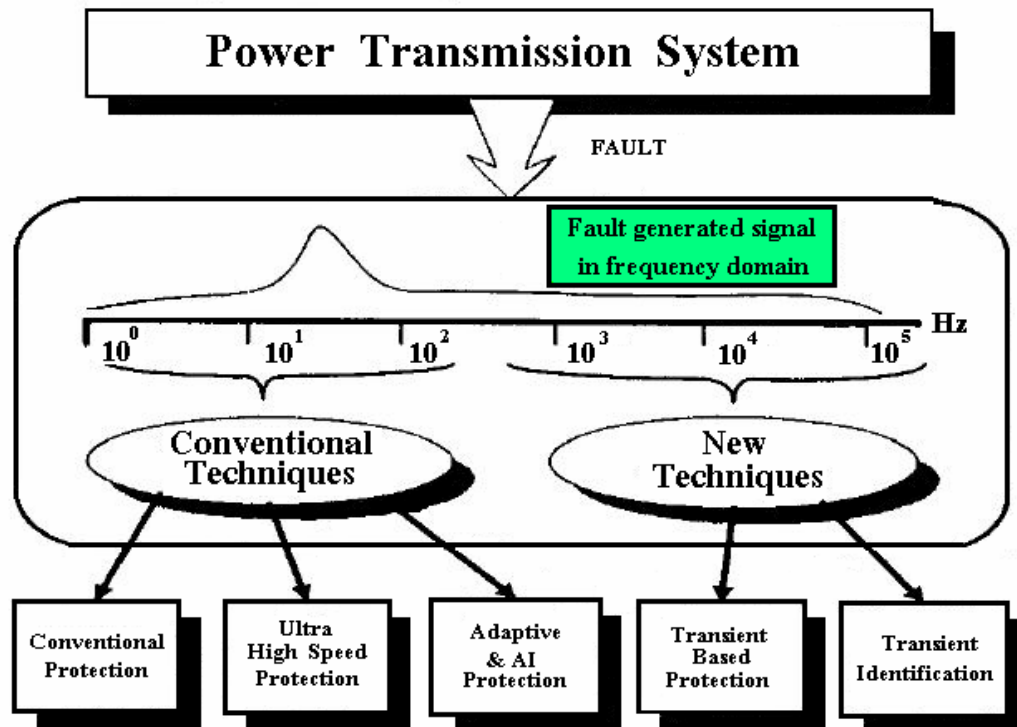
ต่อมาได้มีการพัฒนารีเลย์ป้องกันความเร็วสูง โดยใช้พื้นฐานทฤษฎีคลื่นเดินทางและเพิ่มองค์ประกอบสำหรับป้องกันสายส่งเริ่มใช้ตั้งแต่ปี 1970 โดยมีวัตถุประสงค์คือ ใช้ประโยชน์จากพอลต์ในลักษณะต่างๆ เพื่อทำการป้องกันเป็นเป้าหมายหลัก การค้นคว้าวิธีการเพิ่มความเร็วในการตอบสนองของรีเลย์เพื่อให้ระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพ จากการศึกษาพบว่าการเดินทางของคลื่นที่เป็นส่วนที่เพิ่มขึ้นจากองค์ประกอบทั่วไปที่ได้จากสัญญาณพอลต์ สามารถใช้ในการตรวจจับพอลต์ได้อย่างรวดเร็ว

หลักการป้องกันแบบปรับตัวได้ (Adaptive protection) ได้พัฒนาในระหว่างปี 1980 จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าหลักการนี้มีการประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น การป้องกันแบบระยะทาง การป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้า และระบบปิดวงจรซ้ำอัตโนมัติ (Autoreclosure) โดยมีจุดเด่นก็คือ การปรับปรุงผลตอบสนองของระบบ การเพิ่มความปลอดภัยและลดต้นทุน

นอกจากนี้ในช่วงต้นของทศวรรษที่ 90 ยังมีการนำเสนอแนวความคิดในการนำเทคนิคของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligent : AI) ในรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการวิเคราะห์และตัดสินใจของรีเลย์ แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการสอนและความหลากหลายของข้อมูลรูปแบบทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นเพียงการพัฒนาแบบของอุปกรณ์และเทคนิคการตัดสินใจของรีเลย์เพียงเท่านั้น แต่ยังคงอาศัยหลักการสำหรับการวิเคราะห์สัญญาณด้วยการแปลงฟูเรียร์เพื่อวิเคราะห์ความถี่พื้นฐานที่ 50 หรือ 60 เฮิร์ตซ์ซึ่งจะต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 1 ไซเคิล เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์และตัดสินใจ เมื่อพิจารณาลักษณะของสัญญาณพอลต์ที่เกิดขึ้นพบว่าจะมีองค์ประกอบของสัญญาณความถี่สูงรวมอยู่ด้วยซึ่งโดยทั่วไปจะถือว่าเป็นสัญญาณรบกวนและต้องกำจัดออก จึงทำให้ต้องพิจารณาถึงการกำจัดสัญญาณรบกวนเพื่อให้มีข้อมูลที่ถูกต้องในการวิเคราะห์ด้วย และเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าองค์ประกอบความถี่พื้นฐานเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์สัญญาณพอลต์ รวมทั้งการกำจัดสัญญาณองค์ประกอบความถี่สูงนั้นจะเป็นการทิ้งข้อมูลที่สำคัญของสัญญาณพอลต์ออกไปอีกด้วย

ในช่วงปลายของทศวรรษที่ 90 ได้มีแนวความคิดใหม่เกิดขึ้นมาโดยเปลี่ยนแนวโน้มของการวิเคราะห์สัญญาณองค์ประกอบความถี่พื้นฐานมาสู่การวิเคราะห์สัญญาณองค์ประกอบความถี่สูงเนื่องจากสัญญาณองค์ประกอบความถี่สูงนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับสัญญาณพอลต์ที่มีความหลากหลายมากขึ้น และเมื่อพิจารณาความก้าวหน้าของเทคโนโลยีของอุปกรณ์การวัดและไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันพบว่าสามารถสนับสนุนแนวความคิดนี้ให้มาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้มากขึ้น จึงทำให้แนวความคิดนี้ได้รับความสนใจและมีการนำมาทำการศึกษาและวิจัยเพื่อใช้ในการพัฒนาหลักการวิเคราะห์สัญญาณของระบบป้องกันรูปแบบใหม่ในลักษณะการ

ป้องกันพื้นฐานด้วยสัญญาณทรานเซียนต์ (Transient base protection) โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดช่วงของสัญญาณที่ทำการวิเคราะห์ให้สั้นลงซึ่งจะส่งผลให้ระบบการวิเคราะห์และตัดสินใจใช้เวลาที่ลดลงตามไปด้วย



รูปที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบการพัฒนาของเทคนิคการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ [1]

คำจำกัดความของการป้องกันทรานเซียนต์คือ "การป้องกันระบบสายส่งไฟฟ้าโดยการตรวจจับความถี่สูงที่เกิดจากฟอลต์ในลักษณะต่าง ๆ" สัญญาณทรานเซียนต์ที่เกิดจากฟอลต์สามารถบ่งบอกถึง ชนิด, ทิศทาง, ตำแหน่ง และเวลาที่เกิดฟอลต์ ข้อมูลทั้งหมดได้มาจากโดเมนความถี่ดังรูปที่ 1.2 เทคนิคการป้องกันด้วยความถี่พื้นฐานจะพิจารณาจากสัญญาณความถี่สูงที่ถูกรบกวนและทำการกรองออกมา ผลที่ได้สามารถนำมาศึกษาออกแบบตัวกรองเพื่อทำการตรวจจับฟอลต์ แต่ก็มีข้อจำกัดของเครื่องมือวัดที่ไม่สามารถดึงเอาความถี่สูงที่ต้องการได้นอกจากนั้นการค้นคว้ายังแสดงให้เห็นว่าสัญญาณความถี่สูงในระบบไฟฟ้า ถ้าสามารถตรวจจับได้ยังสามารถใช้เป็นประโยชน์ไม่เพียงแต่การพัฒนาเทคนิคการป้องกันแบบใหม่ ๆ แต่ยังนำไปใช้ประโยชน์อย่างมากมายในส่วนต่าง ๆ ของงานวิศวกรรมดังแสดงในรูปที่ 1.2 ที่แสดงพฤติกรรมของปรากฏการณ์ทรานเซียนต์ของระบบไฟฟ้า

วิทยานิพนธ์นี้จึงได้ทำการศึกษาถึงรูปแบบของกระบวนการประมวลผลสัญญาณ (Signal processing) ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่สูงในสัญญาณฟอลต์ที่เกิดขึ้นบนสายส่ง รูปแบบเดิมในการพิจารณาฟอลต์จะใช้การแปลงฟูเรียร์ที่

เป็นคณิตศาสตร์พื้นฐานในการวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนความถี่ ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยการแปลงฟูเรียร์จะมีความแม่นยำด้านความถี่ และเหมาะสำหรับการวิเคราะห์สัญญาณที่มีลักษณะเป็นคาบเวลาที่แน่นอน (Stationary signal) แต่ข้อจำกัดของการแปลงฟูเรียร์คือ ในกรณีที่สัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ (Non-Stationary signal) เช่น สัญญาณทรานเซียนต์รูปแบบต่าง ๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ด้วยการแปลงฟูเรียร์จะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นรวมทั้งข้อมูลทางด้านเวลาที่ขาดหายไป ซึ่งข้อมูลทางด้านเวลาเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการวิเคราะห์สัญญาณในลักษณะทรานเซียนต์ และต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 1 ไซเคิล จากการศึกษาพบว่า การแปลงเวฟเลตมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สัญญาณในลักษณะทรานเซียนต์ เช่น ฟอลต์ อันเนื่องมาจากคุณสมบัติการปรับระดับความละเอียดและการเลื่อนตำแหน่งในการวิเคราะห์ จึงทำให้สามารถพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเฉพาะช่วงได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว แต่ก็มีข้อเสียก็คือ ไม่สามารถบอกถึงลักษณะฟอลต์ได้ด้วยตัวมันเองจึงต้องทำการออกแบบขั้นตอนการวิเคราะห์ ซึ่งต้องใช้ข้อมูลจากตัวอย่างสัญญาณฟอลต์จำนวนมากและต้องคอยปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการออกแบบไม่สามารถที่จะวิเคราะห์ได้ครอบคลุมในทุก ๆ ลักษณะของสัญญาณฟอลต์ จึงทำให้มีการนำประโยชน์ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เรียกว่า โครงข่ายประสาทเทียม ที่เป็นการประมวลผลข้อมูลที่มีพฤติกรรมเหมือนกับโครงข่ายประสาทชีวภาพโดยมีอัลกอริทึมที่เลียนแบบการเรียนรู้ของสมองมนุษย์ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการแปลงเวฟเลตในการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการประยุกต์การใช้การแปลงเวฟเลตแบบเต็มหน่วยร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อวิเคราะห์ฟอลต์ที่เกิดขึ้นบนสายส่งแรงดัน 230 kV และนำผลที่ได้มาระบุการเกิดฟอลต์ใน 3 ลักษณะด้วยกันคือ

1. การตรวจจับวงจรที่เกิดฟอลต์ขึ้นบนสายส่งแรงดัน
2. การหาตำแหน่งฟอลต์ที่เกิดขึ้นว่าอยู่ตำแหน่งใดบนสายส่ง
3. การระบุประเภทของฟอลต์ที่เกิดขึ้นว่าเป็นฟอลต์ที่เฟสใด

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ตั้งสมมุติฐานของการศึกษาโดยอ้างอิงจากพฤติกรรมของสัญญาณฟอลต์คือ เมื่อมีฟอลต์เกิดขึ้นบนสายส่งจะมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่ต่าง ๆ เกิดขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของฟอลต์โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่สูง ซึ่งองค์ประกอบความถี่สูงที่เกิดขึ้นนี้สามารถให้ข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับฟอลต์ที่เกิดขึ้นได้เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยการแปลงเวฟเลตแบบเต็มหน่วยเพื่อวิเคราะห์การ

เปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความถี่สูงในหลายสเกลหรือหลายช่วงความถี่ และทำการออกแบบขั้นตอนการวิเคราะห์ร่วมกันอ้างอิงหลักการที่ใช้กับการวิเคราะห์องค์ประกอบความถี่พื้นฐานที่มีอยู่เดิม นอกจากนี้ยังนำเทคโนโลยีความก้าวหน้าของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิเคราะห์โดยนำข้อมูลที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตเป็นข้อมูลการฝึกสอนให้แก่โครงข่ายประสาทเทียมโดยตัดขั้นตอนการออกแบบการวิเคราะห์ที่ได้กล่าวมาเบื้องต้นเพื่อลดความยุ่งยากในการพิจารณา ผลที่ได้สามารถตรวจจับวงจรที่เกิดฟอลต์ การหาตำแหน่งฟอลต์ และการระบุประเภทของฟอลต์บนสายส่งได้มีความถูกต้องใกล้เคียงกัน

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. ทำการจำลองสัญญาณฟอลต์บนสายส่งวงจรคู่ด้วยโปรแกรม ATP/EMTP เพื่อศึกษารูปแบบของสัญญาณในขณะเกิดฟอลต์ที่แตกต่างกันโดยอาศัยแบบสายส่งวงจรคู่ระหว่างโรงไฟฟ้าแม่เมาะ 3 ถึงสถานีไฟฟ้าเชิงรับเป็นแบบจำลองหลักที่ใช้ในการศึกษา
2. ศึกษาารูปแบบของสัญญาณฟอลต์ที่ได้จากข้อ 1 แล้วนำมาผ่านการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยในสเกลที่ 1-5 โดยใช้ Wavelet Toolbox ของโปรแกรม MATLAB เพื่อหาค่าในสเกลแรกที่สามารถตรวจจับฟอลต์ได้
3. นำข้อมูลที่ผ่านการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยในข้อ 2 มาทำการออกแบบขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความถูกต้อง โดยอาศัยโปรแกรมที่สร้างขึ้นบนโปรแกรม MATLAB
4. ทำการฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม 2 ชนิดด้วยกัน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนในข้อ 2 โดยอาศัยโปรแกรม Neural Network Toolbox ของโปรแกรม MATLAB ใช้ในการวิเคราะห์ความถูกต้อง
5. จากนั้นนำผลที่ได้จากข้อ 3 และ 4 มาทำการเปรียบเทียบความถูกต้อง

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาของวิทยานิพนธ์นี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาการใช้โปรแกรม ATP/EMTP ในการจำลองสัญญาณฟอลต์ในรูปแบบต่าง ๆ ในระบบสายส่งวงจรคู่และดูความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของฟอลต์ในลักษณะต่าง ๆ
2. ศึกษาารูปแบบของการแปลงเวฟเล็ตที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ และเวฟเล็ตที่เหมาะสมโดยอาศัยผลการวิจัยที่ผ่านมา
3. ทำการจำลองสัญญาณฟอลต์ที่แตกต่างกันจำนวน 2160 ตัวอย่างแล้วนำสัญญาณฟอลต์มาทำการแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย เพื่อทำการพิจารณารูปแบบความเหมือนและแตกต่างกันของสัญญาณฟอลต์แต่ละแบบโดยอ้างอิงกับหลักการที่มีอยู่เดิม รวมถึงจำนวนสเกลและช่วงของข้อมูล

ที่เหมาะสมที่ควรใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ เพื่อนำมาสรุปเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์และตัดสินใจ

4. ศึกษาประโยชน์ของโครงข่ายประสาทเทียมในการใช้วิเคราะห์บ่งบอกถึงชนิดและแยกแยะประเภทเพื่อนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์พอลต์ในลักษณะต่าง ๆ ของระบบสายส่ง เพื่อตัดความยุ่งยากในการศึกษาขั้นตอนการวิเคราะห์และตัดสินใจในขั้นตอนที่ 3

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองและเสนอแนวทางการพัฒนาการศึกษาต่อไป ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถแสดงเป็นแผนภาพการทำงานได้ดังรูปที่ 1.3

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา

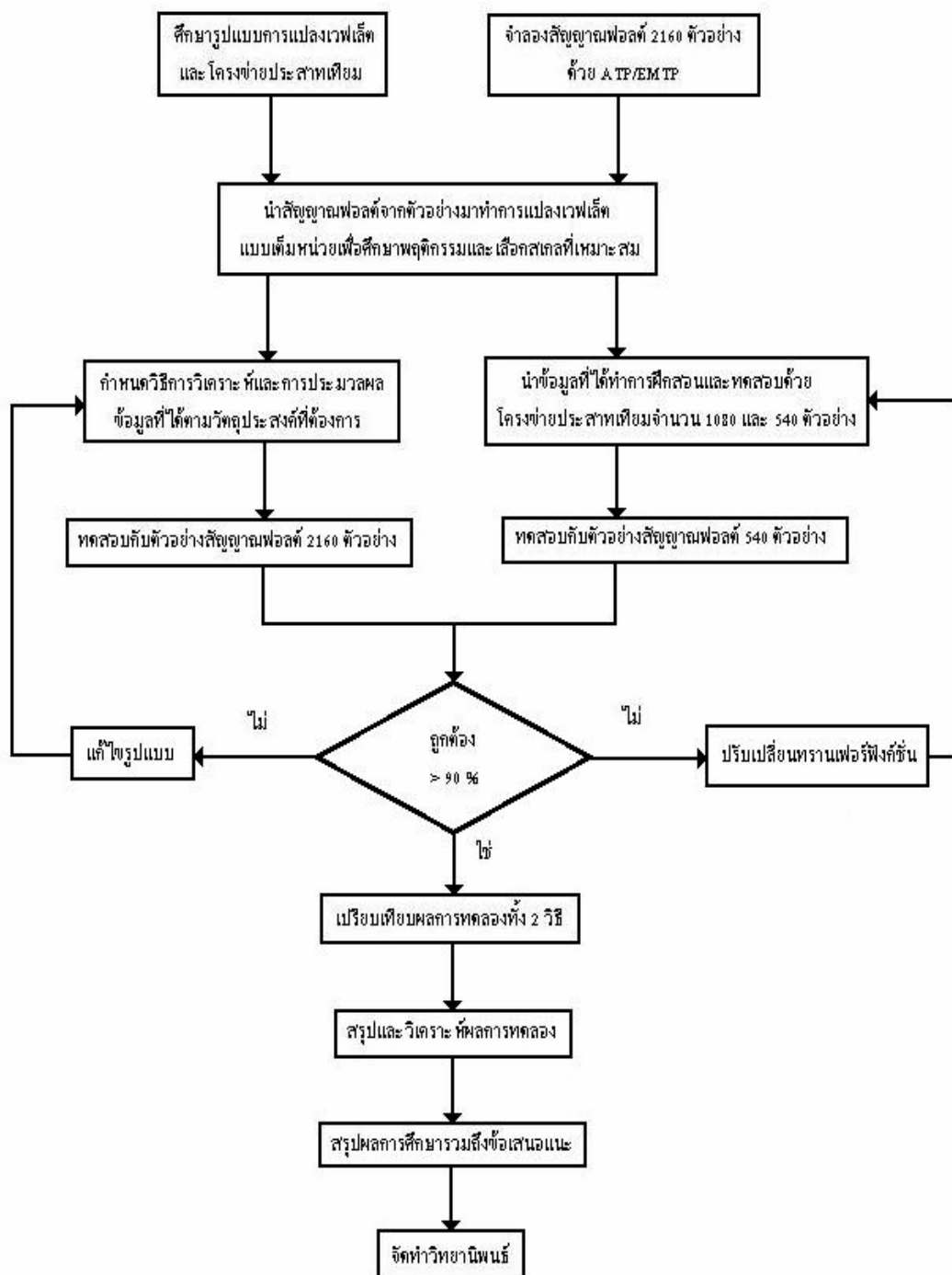
การศึกษานี้เป็นการจำลองรูปแบบของพอลต์ที่มีสมมุติฐานว่าเป็นสัญญาณพอลต์ที่เกิดขึ้นระหว่างสายส่งวงจรคู่แบบ 2 บัสใด ๆ ที่เกิดพอลต์ขึ้นจริง โดยไม่พิจารณาถึงรูปแบบของสัญญาณรบกวนอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกันเช่น ฟาผ่า

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำการแปลงเวฟเล็ตร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณพอลต์ที่เกิดขึ้นในส่วนอื่นของระบบไฟฟ้า หรือ สัญญาณในรูปแบบอื่น ๆ

2. สามารถนำหลักการดังกล่าวไปพัฒนาเพื่อทำการวิเคราะห์ระบบสายส่งในรูปแบบของโครงข่ายที่มีการเชื่อมต่อกันหลายบัส

3. สามารถนำรูปแบบการวิเคราะห์สัญญาณด้วยการแปลงเวฟเล็ตร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้กับหลักการของระบบป้องกันแบบต่าง ๆ เช่น รีเลย์ป้องกันแบบดิจิทัล หรือเครื่องบันทึกพอลต์แบบดิจิทัล เป็นต้น



รูปที่ 1.3 แสดงแผนภาพขั้นตอนการศึกษาของวิทยานิพนธ์