

บทที่ 6

สรุปผลงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รวบรวมองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาระบบป้องกันแบบผลต่างให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น หากมีความผิดปกติใดๆเกิดขึ้นภายในเขตป้องกัน รีเลย์จะทำการปลดวงจร ในทางกลับกันหากไม่มีความผิดปกติเกิดขึ้น รีเลย์จะไม่สั่งปลดวงจร การผิ่ยนของสัญญาณกระแส ไม่ว่าจะเกิดจากการอ้อมตัวของหม้อแปลงกระแส หรือเกิดจากสัญญาณรบกวนจากสิ่งแวดล้อมรอบข้างอาจส่งผลให้รีเลย์ป้องกันทำงานผิดพลาด ทำให้ระบบไฟฟ้ากำลังมีเสถียรภาพลดลง เกิดไฟฟ้าดับ อีกทั้งยังทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนำอุปกรณ์ต่อกลับเข้าระบบดั้งเดิม อัลกอริธึมที่งานวิจัยนี้นำเสนอสามารถช่วยลดปัญหาข้างต้นได้

6.1 อัลกอริธึมของการป้องกันแบบผลต่างเพื่อเสริมความทนทานต่อการผิ่ยนของสัญญาณกระแส

การอ้อมตัวของหม้อแปลงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สัญญาณกระแสเกิดความผิ่ยน และส่งผลให้รีเลย์เข้าใจผิดว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น งานวิจัยของวิทยานิพนธ์นี้ได้ออกแบบอัลกอริธึมสำหรับรีเลย์ป้องกันแบบผลต่างที่มีความทนทานต่อการผิ่ยนของสัญญาณกระแสโดยอัลกอริธึมได้ออกแบบให้เลือกใช้แต่สัญญาณที่มีคุณภาพดีมาใช้ในการประมวลผล และทำการตัดส่วนของสัญญาณที่มีการผิ่ยนหรือไม่แน่ใจว่ามีคุณภาพดีหรือไม่ทิ้งไป โดยใช้คุณสมบัติสองประการของสัญญาณที่มีคุณภาพดี ไม่มีการผิ่ยน เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้

1. สัญญาณกระแสที่มีคุณภาพดี ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ (สั้นกว่าหนึ่งในสิบส่วนของคาบ) ขนาดของสัญญาณจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก หรืออีกนัยหนึ่งคือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของขนาดจะต้องมีค่าที่ต่ำมาก
2. สัญญาณกระแสที่มีคุณภาพดีจะมีความถี่เท่ากับความถี่มูลฐานของระบบ หากระบบไฟฟ้ามีความถี่มูลฐาน 50 Hz (คาบเวลาเป็น 20 มิลลิวินาที) มุมของสัญญาณกระแสจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วยอัตรา 360° ต่อ 20 มิลลิวินาทีเสมอ

หลังจากที่ได้ออกแบบอัลกอริธึมแล้ว จึงนำไปทดสอบการทำงาน โดยในการทดสอบได้ใช้สัญญาณกระแสผิ่ยนในหลาย ๆ กรณีมาทำการทดสอบ เช่น เกิดความผิ่ยนทั้งภายนอกและในเขตป้องกัน มีและไม่มีองค์ประกอบสัญญาณกระแสตรงทั้งชั่วบวกและชั่วลบ จังหวะของการเริ่มเกิดเหตุผิ่ยนมีการควบคุมให้เริ่มเกิดขึ้นที่หลากหลายมุม อัตราส่วน X/R ทั้งสูงและต่ำ มีและ

ไม่มีเส้นแรงแม่เหล็กตกค้าง มีการทดสอบในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงชนิดของความผิดปกติขณะเกิดการอิมิตัว อีกทั้งยังนำเอาสัญญาณที่บันทึกจากกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สายส่ง หม้อแปลงกำลัง มอเตอร์ บัสบาร์ มาทำการทดสอบ รวมสัญญาณที่นำมาใช้ในการทดสอบเป็นจำนวน 910 สัญญาณ ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่าอัลกอริธึมนี้มีความทนทานต่อการบิดเบี้ยวของสัญญาณกระแส ในกรณีที่เป็เหตุผิดปกติภายนอก รีเลย์จะ ไม่มีการสั่งตัดวงจรแม้กระแสที่ตรวจวัดได้จะมีการบิดเบี้ยวก็ตาม ในทางกลับกันหากเหตุผิดปกติเกิดขึ้นภายในเขตป้องกัน รีเลย์จะสั่งปลดวงจรไม่ว่าจะเกิดการอิมิตัวของหม้อแปลงกระแสหรือไม่ ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้ตอบสนองวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการอัลกอริธึมที่มีความทนทานต่อความผิดปกติของสัญญาณกระแส

6.1.1 จุดเด่นของอัลกอริธึม

อัลกอริธึมที่วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอมีจุดเด่นอยู่หลายประการคือ มีความทนทานต่อการบิดเบี้ยวของสัญญาณกระแส แม้จะมีการอิมิตัวของหม้อแปลงกระแส การคำนวณของขนาดและมุมของสัญญาณกระแสก็ยังคงทำได้ถูกต้อง ให้ผลการคำนวณของขนาดและมุมที่เร็วกว่าวิธีการแปลงฟูริเยร์แบบครึ่งคลื่นหรือเต็มคลื่น กลไกในการแก้ปัญหาสัญญาณผิดเพี้ยนนั้น ไม่จำเป็นต้องใช้กราฟคุณลักษณะการกระตุ้น ไม่จำเป็นต้องทราบค่าภาระ (Burden) ของหม้อแปลงกระแส ไม่ต้องทำการฝึกฝนอัลกอริธึม ทำให้สามารถใช้อัลกอริธึมนี้ได้กับหม้อแปลงกระแสทุกรุ่นทุกขนาด นอกจากอัลกอริธึมนี้จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดจากการอิมิตัวของหม้อแปลงกระแส ยังสามารถช่วยลดปัญหาของการอิมิตัวของหม้อแปลงกำลังได้ด้วย แม้กระแสพุ่งเข้าของหม้อแปลงจะทำให้เกิดกระแสนวดสูงในช่วงที่หม้อแปลงอิมิตัว แต่อัลกอริธึมจะเลือกใช้แต่สัญญาณกระแสในขณะที่แกนของหม้อแปลงกำลังไม่มีการอิมิตัวเท่านั้น อีกทั้งอัลกอริธึมของงานวิจัยนี้ใช้การคำนวณที่ไม่ซับซ้อนสามารถนำไปใช้กับการควบคุมเวลาจริง (Real-time) ได้

6.1.2 ข้อดีของอัลกอริธึม

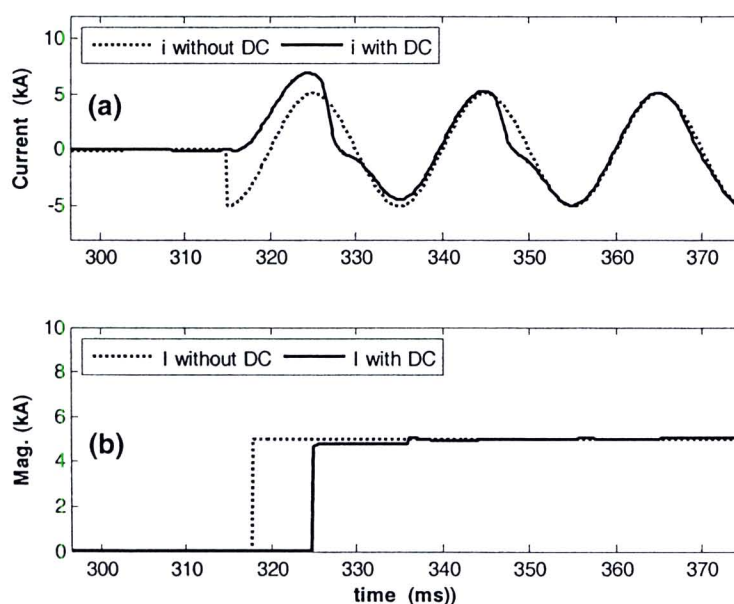
อัลกอริธึมที่นำเสนอแม้จะมีความสามารถเด่นหลายประการ แต่ก็มีข้อด้อยอยู่บ้าง คือระยะเวลาที่รีเลย์ผลต่างใช้ในการตัดสินใจนั้นไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับคุณภาพของสัญญาณกระแสที่ได้จากหม้อแปลงว่ามีการผิดเพี้ยนรุนแรงหรือไม่ มีองค์ประกอบกระแสดรบกวนเพียงใด หากในครั้งแรกแรกสัญญาณที่มีคุณภาพดีนั้นสั้นเกินไป อัลกอริธึมจะต้องรอสัญญาณครั้งแรกถัดไปซึ่งจะมีคุณภาพดีขึ้นเนื่องจากองค์ประกอบสัญญาณกระแสดรบกวนมีค่าน้อยลง

6.1.3 แนวทางการวิจัยเพิ่มเติมในอนาคตสำหรับการพัฒนาอัลกอริธึม

6.1.3.1 อัลกอริธึมในวิทยานิพนธ์นี้เป็นการแก้ไขปรับปรุงสัญญาณกระแสในระดับขนาดและมุม หากพัฒนาให้อัลกอริธึมสามารถกู้ข้อมูลในระดับรูปร่างของคลื่นได้

6.1.3.2 การพัฒนาอัลกอริธึมให้มีกระบวนการที่สามารถลดทอนสัญญาณกระแสดรบกวนได้ จะทำให้อัลกอริธึมสามารถตรวจจับสัญญาณคุณภาพดีได้เร็วขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 6-1(a) เป็น

สัญญาณกระแสที่มีและไม่มีองค์ประกอบของสัญญาณกระแสตรง (เส้นทึบและเส้นจุดตามลำดับ) ผลของการคำนวณขนาดของสัญญาณทั้งสองเป็นดังแสดงไว้ดังภาพที่ 6-1(b) เห็นได้ว่าหากใช้สัญญาณกระแสที่ไม่มีองค์ประกอบกระแสตรง อัลกอริทึมจะสามารถประมวลผลเพื่อหาค่าของขนาดได้เร็วกว่าในกรณีที่สัญญาณกระแสตรงผสมอยู่ถึง 7 มิลลิวินาที



ภาพที่ 6-1 การเปรียบเทียบความเร็วในการคำนวณค่าขนาดของสัญญาณที่มีและไม่มีองค์ประกอบกระแสตรง

6.1.3.3 มีความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มความเร็วและความแม่นยำในตรวจจับการอิมตัวของหม้อแปลงกระแส โดยนำเทคนิคการตรวจจับการอิมตัวโดยอัลกอริทึมของงานวิจัยนี้ร่วมกับการตรวจจับแบบการหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการอิมตัว เนื่องจากวิธีการตรวจจับแบบหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเป็นวิธีที่ตรวจจับได้รวดเร็ว แต่ช่วงเวลาระหว่างกลางของจุดทั้งสองนั้นจะไม่มี การตรวจจับ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้ ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.11.1.2 หากมีการนำเอาอัลกอริทึมของงานวิจัยนี้ซึ่งให้ผลการตรวจจับแบบจุดต่อจุด (Point by Point) แต่ใช้เวลาในการตรวจจับนานกว่าเข้ามาทำงานร่วมกัน มีความเป็นไปได้ที่จะได้ระบบตรวจจับที่มีความเร็วสูง และมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงทันทีทันใด

6.2 การตรวจวัดสภาพของเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยใช้สัญญาณการสั่นสะเทือน

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบสภาพของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ โดยที่ในการตรวจสอบจะนำสัญญาณการสั่นสะเทือนขณะทำการเปิดและปิดหน้าสัมผัสมาแปลงเวฟเลท หากผลลัพธ์จากการแปลงเวฟเลทบ่งชี้ว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่ในสภาพที่ดี

การตรวจสอบสภาพโดยการรื้อชิ้นส่วนจึงไม่มีความจำเป็น ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาได้ ในทางกลับกัน หากหากผลลัพธ์จากการแปลงเวฟเลทบ่งชี้ว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น เซอร์กิตเบรกเกอร์จะถูกซ่อมแซมอย่างทันที่ ทำให้เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถทำงานได้สมบูรณ์เสมอในกรณีที่มีกระแสผิดปกติเกิดขึ้น

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยของวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการประยุกต์ใช้ เพื่อพัฒนาการป้องกันระบบไฟฟ้าให้ดีขึ้น เพื่อที่จะส่งผลให้ประชากรผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งภาคที่อยู่อาศัย ภาคอุตสาหกรรม และภาคธุรกิจ ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีคุณภาพในการพัฒนาประเทศสืบไป