บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

การตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการที่จะแก้ปัญหาแรงดันตกชั่วขณะ ซึ่งแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสสามารถเกิดได้ทั้งแบบสมดุลและไม่สมดุล โดยมีขนาดของแรงดันลดลงตั้งแต่ 10% ถึง 90% ของแรงดันประสิทธิผลปกติ และสามารถเกิดขึ้นได้ที่เวลาต่าง ๆ ในช่วงหนึ่งคาบเวลา องค์ประกอบเหล่านี้จะทำให้ยากในการสร้างอัลกอริทึมเพื่อใช้สำหรับตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะ

ในวิทยานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสโดยใช้วิธีซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป (Software Phase –Locked Loop : SPLL) ตรวจจับค่า V_d ในตัวควบคุมเวกเตอร์ โดยที่แบบจำลองของซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูปใช้ตัวควบคุมแบบเฟสตามและเฟสนำ (Lag/lead controller) พบว่าในการออกแบบค่าความกว้างแคบ (Bandwidth) ควรให้อยู่ในภาวะถ่วงดุล (Tradeoff) ระหว่างคุณลักษณะการกรองและผลตอบสนองที่รวดเร็ว เพราะการออกแบบให้มีความกว้างแคบที่สูงจะนำไปสู่ผลตอบสนองที่รวดเร็วจึงทำให้มีความสามารถในการล็อกมุมได้เป็นอย่างดี แต่ค่าความผิดพลาดในการหาค่ามุมเฟสก็จะเพิ่มขึ้นภายใต้ลักษณะของความเพี้ยนที่เกิดขึ้นในแหล่งจ่ายตามไปด้วย โดยค่าความผิดพลาดที่เกิดจากแหล่งจ่ายแรงดันชนิดสามเฟสแบบไม่สมดุลและแหล่งจ่ายแรงดันที่มีองค์ประกอบฮาร์มอนิก จะมีองค์ประกอบความถี่ 2ω และ 6ω ตามลำดับ และสามารถแก้ไขได้โดยเลือกความกว้างแคบให้ต่ำลงโดยให้มีค่าระลอกเนื่องจากแรงดันไม่สมดุลปรากฏที่เอาต์พุตของซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูปบ้าง และเนื่องจากในการใช้งานจริงแรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้าอาจจะเกิดสัญญาณรบกวน (Noise) ได้ ซึ่งกรณีนี้ก็จะไม่มีผลกระทบต่อการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะเพราะวิธีซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูปจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณที่มีความถี่และเฟสตรงกับแรงดันของแหล่งจ่ายเพื่อเป็นสัญญาณอ้างอิงในการหมุนแกนที่ใช้คำนวณการเปลี่ยนแปลงแรงดันของแหล่งจ่าย

จากผลการทดสอบได้ข้อสรุปว่าต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสและอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอนี้สามารถตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว รวมไปถึงยังรองรับในการตรวจจับได้ทั้งสภาวะการเกิดแบบสมดุลและไม่สมดุล โดยที่เมื่อเกิดแรงดันตกแบบตื้น (การเกิดแรงดันตกชั่วขณะที่เหลือแรงดันขณะเกิดแรงดันตกค่อนข้างมาก) จะมีเวลาหน่วงในการตรวจจับที่มาก และในกรณีเกิดแรงดันตกชั่วขณะที่จุดบนคลื่นใกล้จุดตัดศูนย์ (Zero-crossing) ของสัญญาณไซน์จะทำให้ใช้เวลาในการตรวจจับที่มาก และกรณีเกิดแรงดันตกชั่วขณะที่จุดบนคลื่นใกล้จุดค่ายอด (Peak) ของสัญญาณไซน์จะทำให้ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เวลาในการตรวจจับที่น้อย โดยที่เวลาหน่วงในการตรวจจับที่มากที่สุดสำหรับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบไม่สมดุลโดยตกลงไปหนึ่งเฟส(Single-phase voltage sag) มีค่าน้อยกว่า 1/4 คาบ (5 มิลลิวินาที) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับระบบเปลี่ยนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฟ้าในต้นแบบอุปกรณ์แก้ปัญหาแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสได้ต่อไป

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำงานวิจัยในครั้งนี้ มีประเด็นที่สำคัญบางประการที่ควรพิจารณาศึกษาและวิจัยเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาขีดความสามารถของระบบให้ดียิ่งขึ้นดังนี้

6.2.1 ในการปรับปรุงสมรรถนะของซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูปภายใต้ลักษณะของความเพี้ยนที่เกิดขึ้นในแหล่งจ่าย โดยการพิจารณาออกแบบซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูปที่มีอันดับที่สูงขึ้น

6.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้สร้างแรงดันตกชั่วขณะเพื่อการทดสอบในการตรวจจับเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูงและเนื่องจากไม่สามารถจัดหามาทำการทดสอบได้ ในงานวิจัยนี้จึงสร้างอุปกรณ์ทดสอบขึ้นเอง ทำให้ในบางสภาวะไม่สามารถทดสอบได้ ดังนั้นในการพัฒนาขีดความสามารถของระบบจึงควรทดสอบให้ครบทุกสภาวะ

6.2.3 เนื่องจากโปรแกรมในการบริการการอินเตอร์รัพต์ มีจำนวนแมชชีนไซเคิล 1,044 ไซเคิล โดยจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 6.96 ไมโครวินาทีซึ่งในการวิจัยนี้สามารถตรวจจับโดยมีเวลาหน่วงที่มากที่สุดเท่ากับ 2.56 มิลลิวินาที ดังนั้นในการเขียนซอฟต์แวร์และการเลือกใช้ไมโครโพรเซสเซอร์หรือตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลจำเป็นต้องคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในโปรแกรมในการบริการการอินเตอร์รัพต์นี้ด้วย เพื่อที่จะได้เวลาในการตรวจจับน้อยกว่า 5 มิลลิวินาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved