บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ดังนั้นการขัดข้องของอุปกรณ์ในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าจึงมักจะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ ทั้งทางด้านความมั่นคงปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินและด้านจิตวิทยาของมนุษย์ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมและการดำเนินธุรกิจพาณิชย์ ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมภายในประเทศมีจำนวนมากซึ่งส่วนใหญ่รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุขัดข้องในระบบจำหน่ายไฟฟ้าย่อมส่งผลกระทบต่อโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดการหยุดชะงักในการผลิตสินค้า วัตถุดิบและเครื่องจักรได้รับความเสียหาย สูญเสียรายได้จากการดำเนินธุรกิจส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายของโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ต้นทุนการผลิตที่เป็นปัจจัยสำคัญในการแข่งขันทางการค้านั้น มีค่าสูงขึ้น

คุณภาพไฟฟ้าเป็นประเด็นสำคัญของพลังงานไฟฟ้า ทั้งผู้ใช้ไฟฟ้าในกลุ่มอุตสาหกรรม ธุรกิจและบ้านที่อยู่อาศัยต้องการนอกเหนือไปจากปริมาณที่ต้องการให้มีอย่างเพียงพอ ซึ่งแรงดันตกชั่วขณะในระบบไฟฟ้าเป็นปัญหาที่สำคัญทางด้านคุณภาพไฟฟ้า ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะได้มีความพยายามในการแก้ปัญหาด้านความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า แต่คุณภาพไฟฟ้าก็ยังไม่ได้อยู่ในระดับที่อุปกรณ์ที่ทันสมัยต้องการ โดยที่แรงดันตกชั่วขณะคือระดับแรงดันที่ลดลงระหว่าง 0.1 ถึง 0.9 p.u. จากระดับแรงดันประสิทธิผลปกติ ภายในช่วงเวลา 0.5 คาบ (10 มิลลิวินาที) ถึง 1 นาที และมีองค์ประกอบที่สำคัญคือขนาดความลึกของแรงดัน ช่วงเวลาในการเกิด และการเลื่อนเฟสเป็นตัวบ่งชี้ระดับความรุนแรงของปัญหาและสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดแรงดันตกชั่วขณะ มาจากการเกิดความผิดพร่อง (Fault) ในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าหรือการเริ่มเดินมอเตอร์ขนาดใหญ่ซึ่งส่งผลในการทำให้อุปกรณ์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน (Voltage sensitive equipment) ต้องปลดวงจรออกจากระบบหรือทำงานผิดพลาด เช่นโหลดที่เป็นตัวแปลงผันในอุตสาหกรรม คอมพิวเตอร์ในสำนักงาน และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อ่อนไหวต่อแรงดัน อีกทั้งยังทำให้เกิดพลังงานสูญเสียขึ้นในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าอีกด้วย

ดังนั้นในการแก้ปัญหาแรงดันตกชั่วขณะไม่เพียงแต่จะเกิดประโยชน์กับผู้ใช้ไฟฟ้าและยังสามารถลดพลังงานสูญเสียในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าซึ่งจะเป็นการช่วยลดการพึ่งพาแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ และนอกจากการที่ประเทศเราจะสามารถประหยัดเงินตราต่างประเทศลงได้บางส่วน อีกทั้งยังมีส่วนช่วยให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น และเป็นการช่วยรักษาทรัพยากรธรรมชาติไว้เป็นมรดกให้ลูกหลานสืบต่อไป ซึ่งในการแก้ปัญหาแรงดันตกชั่วขณะสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือการตรวจจับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แรงดันตกชั่วขณะต้องสามารถที่จะตรวจจับแรงดันตกได้ โดยไม่คำนึงว่าจะเป็นในสภาวะการเกิดแบบสมดุลหรือไม่สมดุล ซึ่งการตรวจจับแรงดันตกได้เร็วมากเท่าใด ก็จะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยที่เทคนิคการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะนั้น จะต้องสามารถตรวจจับขนาดของแรงดันที่ตกไป ลักษณะการเลื่อนเฟสพร้อมทั้งค่าเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ

วิทยานิพนธ์นี้จึงเป็นการนำเสนอวิธีการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสโดยใช้วิธีซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป (Software Phase –Locked Loop : SPLL) ตรวจจับค่า V_d ในตัวควบคุมเวกเตอร์ เพื่อใช้ตรวจจับขนาดของแรงดัน ช่วงเวลาในการเกิดและการเลื่อนเฟส ในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบสมดุลและไม่สมดุล ทั้งกรณีระบบเชิงเส้นและระบบที่มีฮาร์มอนิกปะปนอยู่ของแหล่งจ่าย โดยสร้างให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในต้นแบบอุปกรณ์แก้ปัญหาแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส ที่เหมาะสำหรับการใช้งานในปัจจุบันคือแก้ปัญหาได้จริง ราคาไม่แพง และติดตั้งได้ง่าย

1.2 สรุปสาระสำคัญจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

N.C.Tunaboylu, E.R.Collins, Jr. and R.Sarikaya [7] ได้เสนอวิธีการประเมินขนาดของแรงดันตกชั่วขณะโดยใช้การสังเกตและวัดค่า (Monitoring and Measurement) สำหรับสัญญาณคาบต่อเนื่อง (Continuous periodic signal) ของค่าแรงดันประสิทธิผล (Root Mean Square: RMS) หากคาบของสัญญาณไม่สมบูรณ์หรือมีค่าน้อยกว่าครึ่งคาบของสัญญาณที่ต้องการวัด จะทำให้การวัดค่าแรงดันประสิทธิผลที่ได้ตีความหมายผิดพลาดไป การที่รูปคลื่นขาดหายเป็นช่วง ๆ เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะ เป็นผลทำให้ค่าแรงดันประสิทธิผล ที่วัดได้มีลักษณะที่แตกต่างจากค่าในสภาวะปกติ ทำให้สามารถตรวจจับความผิดปกติในแง่ของขนาดได้แต่วิธีการนี้ไม่สามารถหาลักษณะการเลื่อนเฟสได้

Antony C.parson, W.Mack Grady and Edward J.Power [8] ได้เสนอวิธีการใช้การแปลงเวฟเลทในแรงดันแต่ละเฟส สำหรับการหาค่าเวลาในการเริ่มต้น- สิ้นสุดของแรงดันตกชั่วขณะ ซึ่งสามารถตรวจจับการเปลี่ยนสถานะของแหล่งจ่ายได้อย่างรวดเร็ว และสามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใดและให้ข้อมูลความลึกและการเลื่อนเฟส ทำได้โดยการสังเกตลักษณะความแตกต่างของรูปคลื่นการเกิดแรงดันตกชั่วขณะชนิดต่าง ๆ แล้วนำผลไปสั่งการโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เพื่อจดจำลักษณะรูปคลื่นและนำไปพิจารณาค่า แรงดันชั่วขณะต่อไป แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือในการพิจารณาผลของความแตกต่างของรูปคลื่นในการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแต่ละชนิด ซึ่งจะมีความยุ่งยากในการแปลความหมายของผลที่ได้ และต้องใช้โครงข่ายประสาทเทียมขนาดใหญ่ซึ่งทำได้ยากในช่วงเวลาทำงานจริง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Hong-seok Song, Hyan-gyu Park and Kwanghee Nam [9] ได้เสนอขั้นตอนวิธี (Algorithm) การตรวจจับมุมเฟสแบบทันทีทันใดภายใต้เงื่อนไขแรงดันตกชั่วขณะโดยใช้วิธี Weighted Least-squares Estimation (WLSE) และการใช้วิธีนี้ทำให้สามารถวัดได้ทั้งส่วนประกอบลำดับบวกและลำดับลบของแรงดัน ซึ่งการประมาณมุมเฟสของส่วนประกอบลำดับบวกจะถูกนำไปใช้สำหรับการตั้งค่าแกนอ้างอิง และการประมาณส่วนประกอบลำดับลบจะถูกใช้สำหรับการชดเชยแบบไม่สมดุล ซึ่งการประมาณค่าจะปราศจากการหน่วงเวลา

Vikram Kaura and Vladimir Blasko [10] ได้นำเสนอหลักการทำงานของเฟสล็อกลูปภายใต้สภาวะความผิดเพี้ยนของแหล่งจ่ายซึ่งเป็นการพัฒนาแบบจำลองของเฟสล็อกลูปโดยวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับโดเมนเวลา / ความถี่ และเจาะจงให้ทำงานภายใต้สภาวะความผิดเพี้ยนของแหล่งจ่ายเช่นแรงดันไม่สมดุล แรงดันที่มีองค์ประกอบฮาร์มอนิก การเปลี่ยนแปลงของความถี่ เฟสล็อกลูปสามารถปฏิบัติการในซอฟต์แวร์ได้โดยสมบูรณ์และไม่ต้องใช้ตัวกรองชนิดต่าง ๆ ที่เป็นส่วนของฮาร์ดแวร์

Chris Fitzer, Mike Barnes and Peter Green [11] ได้เสนอเทคนิควิธีในการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะสำหรับ Dynamic Voltage Restorer (DVR) ซึ่งพบว่าการนำเทคนิควิธีเฟสล็อกลูป (Phase Locked Loop:PLL) มาใช้ในการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะจะสามารถให้ผลข้อมูลทั้งเรื่องขนาด การเลื่อนเฟส และช่วงเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ โดยที่ผลข้อมูลออกมาในสภาวะช่วงเวลาจริง สามารถสรุปผลออกมาได้ทันที แต่วิธีนี้เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบไม่สมดุล รูปคลื่นที่ได้จะเกิดการแกว่ง (Oscillate)

Changjiang Zhan, *et al.* [12] ได้เสนอเทคนิควิธีซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป (Software Plase Locked Loop:SPLL) มาประยุกต์ใช้สำหรับ Dynamic Voltage Restorer (DVR) โดยที่แบบจำลองของ SPLL ใช้ตัวควบคุมแบบตามและแบบนำ (lag/lead loop controller) และนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะไปใช้ควบคุมการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (PWM) ของตัวแปลงผัน (Converter) พบว่าการนำเทคนิค SPLL มาประยุกต์ใช้ใน DVR สามารถกระทำได้ภายใต้เงื่อนไขระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบไม่สมดุล (Utility unbalance) ขนาดของแรงดันตกชั่วขณะฮาร์มอนิกของแรงดัน การเลื่อนเฟส และการแกว่งของความถี่

M.G.Ennis, *et al.* [13] ได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยการใช้สวิตช์โอนถ่ายแหล่งจ่าย (Static Transfer Switch: STS) วิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ไม่ซับซ้อน แต่มีข้อเสียคือต้องมีแหล่งจ่ายไฟ 2 ชุด โดยหลักการทำงานของ (Solid Static Transfer Switch :SSTS) คือการเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายหลักซึ่งเป็นแหล่งจ่ายในสภาวะปกติ ไปยังอีกแหล่งจ่ายหนึ่งซึ่งเป็นแหล่งจ่ายสำรองในกรณีเกิดแรงดันตกชั่วขณะ โดยไม่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องที่โหลดแม้โหลดจะมีความไวสูงต่อแรงดันตกชั่วขณะโดยวิธีนี้ได้พัฒนา SSTS ทำให้กระแสไม่ไหลผ่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไทริสเตอร์ตลอดเวลา นั่นคือไม่เกิดความสูญเสียและไม่ต้องการระบบทำความเย็นเพื่อแก้ไขปัญหาความร้อนที่เกิดขึ้นในไทริสเตอร์เหมือนระบบเก่า

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสในสภาวะการเกิดแบบสมดุลและไม่สมดุลทั้งในกรณีที่เป็นระบบเชิงเส้นและระบบที่มีฮาร์มอนิกปะปนอยู่ของแหล่งจ่าย

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ได้ต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส

1.4.2 เข้าใจถึงหลักการทำงานของ SPLL ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์อื่น ๆ ได้

1.4.3 สามารถรู้ถึงขนาด ช่วงเวลาในการเกิดและการเลื่อนเฟสของแรงดันตกชั่วขณะ ทำให้ใช้เป็นแนวทางในการสร้างอุปกรณ์ชดเชยแรงดันตกชั่วขณะ

1.4.4 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างต้นแบบอุปกรณ์แก้ปัญหาแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 สร้างต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิด 3 เฟส 400 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

1.5.2 ตรวจจับขนาดของแรงดัน ช่วงเวลาในการเกิดและการเลื่อนเฟสของแรงดันตกชั่วขณะในสภาวะการเกิดแบบสมดุลและไม่สมดุล ทั้งในกรณีที่เป็นระบบเชิงเส้นและระบบที่มีฮาร์มอนิกปะปนอยู่ของแหล่งจ่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved