สารบาญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
สารบาญภาพ		ฌ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 สรุปสาระสำคัญจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
	1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	4
	1.5 ขอบเขตของการศึกษา	4
บทที่ 2	แรงดันตกชั่วขณะ	5
	2.1 นิยามศัพท์	5
	2.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดแรงดันตกชั่วขณะ	8
	2.3 องค์ประกอบของแรงดันตกชั่วขณะ	9
	2.4 ชนิดของแรงดันตกชั่วขณะ	11
	2.5 ผลกระทบเนื่องจากแรงดันตกชั่วขณะ	13
	2.5.1 ผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า	14
	2.5.2 ดรรชนีพลังงานสูญเสียของแรงดันตกชั่วขณะ	14
บทที่ 3	การตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสโดยวิธีซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป	16
	3.1 บทนำ	16
	3.2 แนวคิดในการออกแบบและสร้างวงจรการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะ	16
	3.3 โครงสร้างของวงจร	17
	3.4 หลักการของวิธีซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป	18
	3.4.1 แบบจำลองของซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป	19
	3.5 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป เนื่องจากความผิดเพี้ยนของแหล่งจ่าย	22

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

	3.5.1 แหล่งจ่ายแรงดันชนิดสามเฟสแบบไม่สมดุล	22
	3.5.2 แหล่งจ่ายแรงดันชนิดสามเฟสที่มีองค์ประกอบฮาร์มอนิก	25
	3.6 การออกแบบตัวควบคุมแบบเฟสตามและเฟสนำ	27
	3.7 กระบวนการตรวจจับการรบกวน	29
บทที่ 4	การจำลองการทำงานและการออกแบบของระบบควบคุม	32
	4.1 การจำลองการทำงานของระบบ	32
	4.1.1 การจำลองการทำงาน	32
	4.1.2 ผลการจำลองการทำงาน	33
	4.1.3 ผลการประเมินอัลกอริทึมจากการจำลองการทำงาน	44
	4.2 ฮาร์ดแวร์ของระบบ	45
	4.2.1 ส่วนชุดควบคุม	45
	4.2.2 ส่วนการตรวจวัดสัญญาณ	49
	4.3 ซอฟต์แวร์ของระบบ	51
บทที่ 5	ผลการวิจัย	54
	5.1 การทดสอบของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส	54
	5.1.1 การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล	55
	5.1.2 การแปลงแรงดันสามเฟสเป็นแรงดันสองเฟสบนแกนหยุดนิ่ง	55
	5.1.3 การแปลงแรงดันสองเฟสบนแกนหยุดนิ่งไปอยู่ในแกนที่หมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส	56
	5.1.4 กระบวนการตรวจจับการรบกวน	57
	5.2 ผลการทดสอบในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบสมดุล	57
	5.3 ผลการทดสอบในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบไม่สมดุล	59
	5.4 ผลการประเมินอัลกอริทึม	61
	5.4.1 ผลกระทบของขนาดของแรงดันตก	61
	5.4.2 อิทธิพลของจุดบนคลื่นที่เกิดแรงดันตกชั่วขณะ	62
	5.5 ผลการทดสอบในการเปลี่ยนถ่ายโหลดระหว่างแหล่งจ่ายไฟฟ้า	64

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 65
6.1 บทสรุป 65
6.2 ข้อเสนอแนะ 66

บรรณานุกรม 67

ภาคผนวก 69
ภาคผนวก ก ภาพจริงของต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะ 70
ภาคผนวก ข ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ 72
ภาคผนวก ค รายละเอียดซอฟต์แวร์ของระบบ 76
ภาคผนวก ง แผนภาพบล็อกในการจำลองการทำงาน
ในโปรแกรม MATLAB/SIMULINK 84

ประวัติผู้เขียน 85

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
2.1	แรงดันตกชั่วขณะแบบต่าง ๆ	6
2.2	คำอธิบายของแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบสมดุล	7
2.3	แบบจำลองของการแบ่งแรงดันสำหรับการคำนวณหาค่าขนาดแรงดันตกชั่วขณะ	10
2.4	องค์ประกอบแรงดันตกชั่วขณะที่มีมุมเลื่อนเฟสในจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการเกิด	11
2.5	ชนิดของแรงดันตกชั่วขณะในรูปแบบของเฟสเซอร์	12
3.1	หลักการทำงานของต้นแบบอุปกรณ์แก้ปัญหาแรงดันตกชั่วขณะ	16
3.2	โครงสร้างของวงจรการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส	17
3.3	แผนภาพของวิธีซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป	19
3.4	ความสัมพันธ์ระหว่างแกนอ้างอิงของแกนหยุดนิ่งกับแกนหมุน	21
3.5	แผนภาพโบดีและทางเดินของรากของระบบควบคุมซอฟต์แวร์เฟสล็อกลูป	29
3.6	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของแหล่งจ่ายชนิดสามเฟสและ $V_{d\,error}$	30
3.7	แผนภาพบล็อกของกระบวนการตรวจจับการรบกวน	31
4.1	แผนภาพบล็อกของวงจรการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส	32
4.2	ผลการจำลองการแปลงแรงดันชนิดสามเฟสเป็นแรงดันกระแสตรงบนแกนที่หมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส	33
4.3	ผลการจำลองแรงดันกระแสตรงบนแกนหมุนเมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสที่เวลา 0.04-0.08 วินาที	34
4.4	ผลการจำลองของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบสมดุลขนาด 90% ที่เวลา 0.04-0.08 วินาที	36
4.5	ผลการจำลองของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบสมดุลขนาด 50% ที่เวลา 0.04-0.08 วินาที	37
4.6	ผลการจำลองของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบไม่สมดุลขนาด 90% โดยตกลงไปสองเฟส ที่เวลา 0.04-0.08 วินาที	38
4.7	ผลการจำลองของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบไม่สมดุลขนาด 50% โดยตกลงไปสองเฟส ที่เวลา 0.04-0.08 วินาที	39
4.8	ผลการจำลองของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบไม่สมดุลขนาด 90% โดยตกลงไปหนึ่งเฟส ที่เวลา 0.04-0.08 วินาที	40

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.9 ผลการจำลองของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส
แบบไม่สมดุลขนาด 50% โดยตกลงไปหนึ่งเฟส ที่เวลา 0.04-0.08 วินาที 41
4.10 ผลการจำลองของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบสมดุลขนาด 90%
และมีองค์ประกอบฮาร์มอนิกปะปนอยู่ในแหล่งจ่าย ที่เวลา 0.04-0.08 วินาที 42
4.11 ผลการจำลองของการตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟสแบบไม่สมดุลขนาด 50%
และมีการเลื่อนเฟสที่เฟส a แบบเฟสนำ 60 องศา ที่เวลา 0.04-0.08 วินาที 43
4.12 เวลาหน่วงของการตรวจจับในกรณีเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบสมดุลและไม่สมดุล
ที่มีขนาดของแรงดันตกที่ต่างกัน 44
4.13 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส 45
4.14 โครงสร้างภายในของ DSP รุ่น TMS320F2812 46
4.15 แผนภาพบล็อกของบอร์ด eZdsp™F2812 47
4.16 โครงสร้างของ ADC ใน TMS320F2812 48
4.17 การต่อขาสัญญาณ ADC 48
4.18 การผลิตสัญญาณ PWM ใน TMS320F2812 49
4.19 โครงสร้างภายในของ HCPL-788J 49
4.20 วงจรใช้งานของ HCPL-788J 51
4.21 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของวงจรตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะ 53
5.1 โครงสร้างของโปรแกรมที่เขียนลงใน DSP 54
5.2 การสุ่มสัญญาณของแรงดันอินพุตในรูปแบบของ Q15 55
5.3 การแปลงแรงดันสามเฟสเป็นแรงดันสองเฟสบนแกนหยุดนิ่ง 56
5.4 แรงดันอินพุตหลังจากการแปลงให้อยู่ในรูปแรงดันกระแสตรง
บนแกนที่หมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส 56
5.5 แรงดันเฟส a และสัญญาณของ V_{dist} ของแรงดันอินพุตในสภาวะปกติ
ที่มีความสัมพันธ์กับสัญญาณ Trip Sag 57
5.6 การสุ่มสัญญาณของแรงดันอินพุตในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบสมดุล 58
5.7 การแปลงแรงดันสามเฟสเป็นแรงดันสองเฟสบนแกนหยุดนิ่ง
ในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบสมดุล 58
5.8 แรงดันอินพุตหลังจากการแปลงให้อยู่ในรูปแรงดันกระแสตรงบนแกนที่หมุน
ด้วยความเร็วซิงโครนัสในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบสมดุล 58
5.9 สัญญาณของ V_{dist} และสัญญาณ Trip Sag
ในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบสมดุล 59

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.10 การสุ่มสัญญาณของแรงดันอินพุตในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะไม่แบบสมดุล 60
5.11 การแปลงแรงดันสามเฟสเป็นแรงดันสองเฟสบนแกนหยุดนิ่ง
ในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบไม่สมดุล 60
5.12 แรงดันอินพุตหลังจากการแปลงให้อยู่ในรูปแรงดันกระแสตรงบนแกนที่หมุน
ด้วยความเร็วซิงโครนัสในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบไม่สมดุล 60
5.13 สัญญาณของ V_{dist} และสัญญาณ Trip Sag
ในสภาวะการเกิดแรงดันตกชั่วขณะแบบไม่สมดุล 61
5.14 จุดบนคลื่นของสัญญาณไซน์ที่มีผลต่อเวลาหน่วง 63
5.15 เวลาหน่วงหลังจากเกิดแรงดันตกที่มีขนาดของแรงดันเหลือน้อยกว่า 10% 63
5.16 ผลการตรวจจับแรงดันตกที่มีขนาดของแรงดันเหลือน้อยกว่า 10%
โดยตกลงไปหนึ่งเฟสแบบชั่วขณะ 64
ก.1 ภาพวงจรการใช้งานของ HCPL-788J 70
ก.2 ภาพของต้นแบบอุปกรณ์ตรวจจับแรงดันตกชั่วขณะชนิดสามเฟส 70
ก.3 ภาพชุดทดสอบในการปฏิบัติการบนบอร์ดตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล 71

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved