รหัสโครงงาน 56EE114

อินเวอร์เตอร์จ่ายแรงดันการควบคุมกระแสสำหรับตัวกรองกำลังชนิดแอคทีฟหนึ่งเฟส

SINGLE-PHASE CURRENT CONTROL VOLTAGE SOURCE INVERTER FOR ACTIVE POWER FILTER

บทคัดย่อ (Abstract)

การทำโครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์จ่ายแรงดันการควบคุมกระแสสำหรับตัวกรองกำลังแอคทีฟฟิลเตอร์ขึ้นมาสืบเนื่องมาจากปัจจุบันการใช้โหลดประเภทที่ไม่เป็นเชิงเส้นจะเป็นแหล่งกำเนิดฮาร์มอนิกในโรงงานอุตสาหกรรมและในอาคารพาณิชย์นับวันมีการใช้โหลดดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น ผลทำให้รูปคลื่นของกระแสเพี้ยนไปจากรูปไซด์ ซึ่งจะส่งผลกระทบให้อุปกรณ์มีการทำงานผิดพลาดหรืออาจเกิดการเสียหายได้ โดยชิ้นงานนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องช่วยกำจัดหรือลดปริมาณกระแสฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้าเพื่อป้องกันปัญหาจากกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกเพื่อลดปัญหาจากฮาร์มอนิกในระบบลงและ เพื่อใช้ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้าที่มีฮาร์มอนิกส์ทำให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้สูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งมีปัญหาในการทำงานบ้าง แต่ก็สามารถแก้ไขงานให้สำเร็จได้ เนื่องจากได้คำแนะนำและได้รับความช่วยเหลือในด้านต่างๆจากท่านอาจารย์ปรากฤต เหลี่ยงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษา คณะผู้จัดทำโครงงานจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนั้นขอขอบคุณเพื่อนๆ และรุ่นพี่ในมหาวิทยาลัยที่ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำในการทำโครงงานด้วยดีตลอดมา

ประโยชน์และความดีอันใดที่ได้รับจากโครงงานนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ บิดา มารดา ที่ช่วยอุปการะในการศึกษาเล่าเรียนของลูกๆให้ประสบความสำเร็จ อาจารย์ที่มีพระคุณ และหากการจัดทำโครงงานฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาพ (ต่อ)	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 การทบทวนวรรณกรรมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.4โครงสร้างของโครงงาน	2
1.5 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.6 ประโยชน์ของโครงงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้า	5
2.2 วิธีการกำจัดฮาร์มอนิก	14
2.3 อินเวอร์เตอร์	17
2.4 การควบคุมอินเวอร์เตอร์	23
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์	28
2.6 วงจรการตรวจจับของสัญญาณ	29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน

3.1 การกำจัดฮาร์มอนิกด้วยวงจรกรองกำลังแอคทีฟ 31

3.2 การออกแบบและสร้างส่วนวงจรกำลัง 32

3.3 ตัวตรวจจับ 35

3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 38

บทที่ 4 แบบจำลอง MATLAB

4.1 ผลการทดสอบการคำนวณหากระแส 42

4.2 ผลการทดสอบการคำนวณหากระแส 43

4.3 การจำลองวงจรอินเวอร์เตอร์จ่ายแรงดันควบคุมด้วยกระแส สำหรับตัวกรองแบบแอคทีฟ 45

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง

5.1 ผลการทดสอบการทำงานของการควบคุม 49

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการผลทดลอง 60

6.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป 60

เอกสารอ้างอิง 62

ภาคผนวก ก 63

ภาคผนวก ข 64

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ขีดจำกัดค่าความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิก 11

ตารางที่ 2.2 ขีดจำกัดค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกลำดับเลขที่สำหรับระบบจำหน่ายทั่วไป (แรงดัน 120V ถึง 69 kV) 12

ตารางที่ 2.3 ขีดจำกัดค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกลำดับเลขคี่สำหรับระบบส่งจ่ายทั่วไป (แรงดัน 69,001 V ถึง 161kV) 12

ตารางที่ 2.4 ขีดจำกัดค่าความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกลำดับเลขคี่สำหรับระบบส่งจ่ายทั่วไป (แรงดัน >161kV) 13

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบเพื่อการพิจารณาในการสร้างวงจรอินเวอร์เตอร์ 33

ตารางที่ 3.2 พิกัดในการใช้งาน 33

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติ IC Opto Coupler เบอร์ TLP250 34

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติตัวตรวจจับกระแส LEM เบอร์ LA25-NP 35

ตารางที่ 3.5 คุณสมบัติไอซี เบอร์ ISO124 37

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 โครงสร้างรวมของเครื่องกรองกำลังแอคทีฟชนิด 1 เฟส 2

ภาพที่ 1.2 โครงสร้างอินเวอร์เตอร์จ่ายแรงดันควบคุมด้วยกระแส 3

ภาพที่ 2.1 แสดงรูปคลื่นที่ความถี่มูลฐานและความถี่ที่เป็นจำนวนเท่าของความถี่มูลฐาน 5

ภาพที่ 2.2 แสดงรูปคลื่นที่เกิดจากการรวมกันของความถี่มูลฐานและความถี่ที่เป็นจำนวนเท่าของความถี่มูลฐานจากภาพที่ 1 6

ภาพที่ 2.3 ไดอะแกรมแสดงจุดต่อร่วม (PCC) ตามมาตรฐาน IEEE std. 519-1992 11

ภาพที่ 2.4 หลักการทำงานของแอคทีฟฟิลเตอร์ 15

ภาพที่ 2.5 ผลรวมของกระแสฮาร์มอนิกจากอุปกรณ์ไฟฟ้า และกระแสฮาร์มอนิกจากแอคทีฟฟิลเตอร์รวมกันแล้วจะได้รูปคลื่นไซน์ที่สมบูรณ์ปราศจากฮาร์มอนิก 16

ภาพที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมของอินเวอร์เตอร์ 17

ภาพที่ 2.7โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ 18

ภาพที่ 2.8 อินเวอร์เตอร์ 1 เฟส แบบฟูลบริดจ์ 18

ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของไอจีบีที 20

ภาพที่ 2.10 วงจรสมมูลของไอจีบีที 21

ภาพที่ 2.11 กราฟลักษณะสมบัติของไอจีบีที 22

ภาพที่ 2.12 วงจรฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์ 24

ภาพที่ 2.13 การสวิตช์แรงดันแบบไบโพลาร์ 24

ภาพที่ 2.14 การสวิตช์แรงดันแบบยูนิโพลาร์ 26

ภาพที่ 2.15 แสดงการควบคุมแบบฮีสเตอริซีส 27

ภาพที่ 3.1 การกำจัดฮาร์มอนิกด้วยวงจรกรองกำลังแอคทีฟแบบขนาน 31

ภาพที่ 3.2 ไดอะแกรมภายในของ IC TLP250 เพื่อใช้เป็นภาคขับ IGBT 34

ภาพที่ 3.3 อินเวอร์เตอร์ 1 เฟส แบบฟูลบริดจ์ 34

ภาพที่ 3.4 ความสัมพันธ์เซนเซอร์กระแส เบอร์ LA55-P 36

ภาพที่ 3.5 วงจรตรวจจับสัญญาณกระแส 36

ภาพที่ 3.6 ไดอะแกรมภายในของ IC ISO124 37

ภาพที่ 3.7 วงจรตรวจจับสัญญาณแรงดัน 38

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรแอคทีฟฟิลเตอร์ต่อขนานกับโหลดไม่เป็นเชิงเส้น 42
ภาพที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรมของวงจรอินเวอร์เตอร์พีดับเบิ้ลยูเอ็ม 42
ภาพที่ 4.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรการคำนวณสำหรับตัวกรองแอคทีฟ 43
ภาพที่ 4.4 ผลการทดสอบการชดเชยกระแสใน MATLAB 45
ภาพที่ 4.5 วงจรอินเวอร์เตอร์จ่ายแรงดันควบคุมด้วยกระแส 46
ภาพที่ 4.6 สัญญาณแรงดัน สัญญาณแรงดันและโหลดหักล้างกันและสัญญาณควบคุมอินเวอร์เตอร์ 46
ภาพที่ 4.7 สัญญาณกระแสโหลดและแรงดันอินเวอร์เตอร์(สลับรูปสัญญาณบนล่าง) 47
ภาพที่ 5.1 ตำแหน่งการตรวจจับแรงดันและกระแส 50
ภาพที่ 5.2 แสดงรูปคลื่นสัญญาณแรงดันจากการไฟฟ้าและกระแสโหลดที่มีฮาร์มอนิก 51
ภาพที่ 5.3 วงจรกำลังรับสัญญาณ PWM ภายในตัว C2000 51
ภาพที่ 5.4 แสดงสัญญาณพัลส์ของ IGBT ตัวที่หนึ่งและตัวที่สี่ 52
ภาพที่ 5.5 แสดงสัญญาณพัลส์ของ IGBT ตัวที่สองและตัวที่สาม 53
ภาพที่ 5.6 สัญญาณเอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์ต่อกับโหลดเป็นเชิงเส้น 53
ภาพที่ 5.7 วงจรกำลังรับสัญญาณ PWM อ้างอิงสัญญาณแรงดันระบบ 54
ภาพที่ 5.8 สัญญาณแรงดันเทียบกับเอาท์พุทอินเวอร์เตอร์ 55
ภาพที่ 5.9 ขอบสัญญาณแรงดันขอบบนเทียบกับเอาท์พุทอินเวอร์เตอร์ 56
ภาพที่ 5.10 ขอบสัญญาณแรงดันที่ศูนย์เทียบกับเอาท์พุทอินเวอร์เตอร์ 57
ภาพที่ 5.11 ขอบสัญญาณแรงดันขอบล่างเทียบกับเอาท์พุทอินเวอร์เตอร์ 58
ภาพที่ 5.12 สัญญาณกระแสโหลด RL ผ่านวงจรตรวจจับกระแส 59