รหัสโครงงาน 54EE208

การควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบสเปซเวคเตอร์ที่มีการควบคุมกระแสมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส

Space Vector Controlled Inverter with Current Control of Three Phase Induction motor

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงงานนี้ กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโท ลเลอร์เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด 1 แรงม้า แบบเวกเตอร์คอนโทรล โดยสร้างชุดคำสั่งด้วยภาษาซี และทำการป้อนความเร็วรอบผ่านปุ่มกดพร้อมด้วยแสดงผลผ่านจอภาพแอลซีดี เนื้อหากล่าวถึงทฤษฎีของอินดักชั่นมอเตอร์ วงจรเรียงกระแ 3 เฟส วงจรสนับเบอร์ การควบคุมแรงดันแบบ PWM อินเวอร์เตอร์ ทฤษฎีตัวควบคุมอัตโนมัติ ทฤษฎีของซิงเกิล-นิโคล (Ziegler-Nichols) ทฤษฎีของไอจีบีที เพื่อเปรียบเทียบการทดลองแบบไม่มีตัวควบคุมเวกเตอร์กับแบบมีตัวควบคุมแบบเวกเตอร์ ผลที่ได้คือตัวขับเคลื่อนแบบเวกเตอร์คอนโทรลให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบที่ไม่มีชุดควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน “ การควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบสเปซเวคเตอร์ที่มีการควบคุมกระแสมอเ
เหนี่ยวนำสามเฟ ” ได้ดำเนินการจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก
ดร.นิมิต บุญภิรมย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำต่างๆในการปฏิบัติงาน คณะผู้จัดทำ
จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงในความกรุณาครั้งนี้และขอกราบขอบพระ
อาจารย์ทุกท่านรวมถึงเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกฝ่ายที่ได้มีส่วนช่วยเหลือจนโครงงาน
สำเร็จได้ด้วยดีและขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือให้คำเสนอแนะอีกทั้งคอยให้กำลังใจ
ประโยชน์และคุณความดีใดที่เกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้จัดทำขออุทิศให้บิดา มารดาและ
บูรพคณาจารย์ต่อไป

คณะผู้จัดทำ

พ.ศ.2555

สารบัญ

หน้า

[illegible] ง

[illegible] จ

[illegible] ฉ

[illegible] ช

[illegible] ฌ

บทที่ 1 [illegible] 1

1.1 [illegible] 1

1.2 [illegible] 1

1.3 [illegible] 1

1.4 [illegible] 2

1.5 งานวิจัยที่ผ่านมา 2

1.6 [illegible] 3

1.7 [illegible] 4

บทที่ 2 ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟส 5

2.2 [illegible] 3 [illegible] 21

2.3 [illegible] 24

2.4 [illegible] PWM 27

2.5 [illegible] 28

2.6 [illegible] 39

2.7 IGBT 52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 □□□□□□□□□□□□□□□□	62
3.1 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 3 □□□	62
3.2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□	65
3.3 การออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 □□□	68
3.4 □□□□□ PWM	71
3.5 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□	74
บทที่ 4 การทดสอบขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 □□□	79
4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	79
4.2 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□	80
4.3 □□□□□□□□□□□	81
4.4 สรุปผลที่ได้จากการทดสอบ	88
บทที่ 5 □□□□□□□□□□□□□□□□□	89
□□□□□□□□□□□□□	90
□□□□□□□□	91

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 [illegible] 4
ตารางที่ 2.1 [illegible] นิโคลพื้นฐานบน Step Reponses [illegible] Plant (อันดับหนึ่ง) 51
ตารางที่ 4.1 [illegible] 79
ตารางที่ 4.2 ผลที่ได้การทดสอบการขับเคลื่อนแบบไม่มีชุดควบคุม 81
ตารางที่ 4.3 ผลที่ได้การทดสอบการขับเคลื่อนแบบมีชุดควบคุม 83

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1.1	[illegible]	3
ภาพที่ 2.1	ลักษณะของมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส	5
ภาพที่ 2.2	ส่วนที่อยู่กับที่ ของสเตเตอร์	6
ภาพที่ 2.3	ตัวโรเตอร์ของมอเตอร์อินดักชั่น	6
ภาพที่ 2.4	คุณสมบัติทอร์กและความเร็วของมอเตอร์อินดักชั่นกลุ่มต่างๆ	8
ภาพที่ 2.5	คุณสมบัติของมอเตอร์อินดักชั่น 3 [illegible] 4 ขั้ว	8
ภาพที่ 2.6	ผลการทดสอบภาวะครึ่งตัวหมุนของมอเตอร์อินดักชั่น 3 [illegible] 4 ขั้ว	9
ภาพที่ 2.7	[illegible]	9
ภาพที่ 2.8	ชุดหมุนที่อยู่บนเพลาและมีแบริ่ง	10
ภาพที่ 2.9	ชุดสเตเตอร์และโรเตอร์ที่มีขดลวดต่ออยู่ในร่องสล็อต	10
ภาพที่ 2.10	การส่งผ่านกำลังของมอเตอร์เหนี่ยวนำ	12
ภาพที่ 2.11	ทอร์กที่เกิดขึ้นในมอเตอร์	16
ภาพที่ 2.12	[illegible] Stator 1 [illegible]	17
ภาพที่ 2.13	วงจรสมมูลของโรเตอร์ที่ Slip Frequency	19
ภาพที่ 2.14	[illegible]ของมอเตอร์อินดักชั่น	21
ภาพที่ 2.15	[illegible] 3 [illegible]	21
ภาพที่ 2.16	[illegible]	22
ภาพที่ 2.17	กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวไดโอดแต่ละตัวและกระแสไฟฟ้า I_a	22
ภาพที่ 2.18	[illegible]	25
ภาพที่ 2.19	[illegible]	25
ภาพที่ 2.20	[illegible] Pulse Width Modulation	27
ภาพที่ 2.21	แส[illegible](IGBT)	28
ภาพที่ 2.22	แสดงระดับการทำงานที่ 1	29
ภาพที่ 2.23	แสดงระดับการทำงานที่ 2	30
ภาพที่ 2.24	แสดงระดับการทำงานที่ 3	31
ภาพที่ 2.25	แสดงระดับการทำงานที่ 4	32
ภาพที่ 2.26	แสดงระดับการทำงานที่ 5	32
ภาพที่ 2.27	แสดงระดับการทำงานที่ 6	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.28 38
ภาพที่ 2.29 Line - to -Line 6 39
ภาพที่ 2.31 41
ภาพที่ 2.32 ผลตอบสนองต่อฟังก์ชันขั้นบันไดของตัวควบคุมแบบสัดส่วน 41
ภาพที่ 2.33 41
ภาพที่ 2.34 ฟังก์ชันถ่ายโอนและผลตอบสนองต่อฟังก์ชันขั้นบันไดแบบบูรณกา 43
ภาพที่ 2.35 44
ภาพที่ 2.36 ฟังก์ชันถ่ายโอนและผลตอบสนองต่อฟังก์ชันขั้นบันไดแบบอนุพัน 46
ภาพที่ 2.37 46
ภาพที่ 2.38 49
ภาพที่ 2.39)PI-Controller) 49
ภาพที่ 2.40 51
ภาพที่ 2.41 52
ภาพที่ 2.42 สัญลักษณ์และการเรียกชื่อขาของ IGBT ทั้ง 2 53
ภาพที่ 2.43 ภาพตัดขวางโครงสร้างพื้นฐานของ IGBT 53
ภาพที่ 2.44 IGBT 54
ภาพที่ 2.45 55
ภาพที่ 2.46 โครงสร้างที่ปรับปรุงเพื่อป้องกันการแลตช์ใน IGBT 57
ภาพที่ 2.47 IGBT 59
ภาพที่ 2.48 พื้นที่การทำงานที่ปลอดภัยของ IGBT 61
ภาพที่ 3.1 3 62
ภาพที่ 3.2 3 63
ภาพที่ 3.3 3 64
ภาพที่ 3.4 รูปสัญญาณที่ได้จากการจำลองการทำงานวงจรเรียงกระแส 3 64
ภาพที่ 3.5 3 66
ภาพที่ 3.6 3 66
ภาพที่ 3.7 3 เฟสที่ใส่ตัวเก็บประจุ 67
ภาพที่ 3.8 3 เฟสที่ใส่ตัวเก็บประจุ 67

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.9 [illegible] 3 [illegible] 68

ภาพที่ 3.10 [illegible] 69

ภาพที่ 3.11 [illegible] PWM ที่มี delay time 70

ภาพที่ 3.12 วงจรขับเกท และ เลื่อนเฟส 70

ภาพที่ 3.13 [illegible] Sine PWM [illegible] 71

ภาพที่ 3.14 [illegible] Sine PWM 3 [illegible] 71

ภาพที่ 3.15 จำลองการทำงานวงจรขับเกท และ เลื่อนเฟส 72

ภาพที่ 3.16 [illegible] Sine PWM ของวงจรขับเกท และ เลื่อนเฟส เฟสเอและเฟสบี 72

ภาพที่ 3.17 จำลองการทำงานของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ 3 [illegible] 73

ภาพที่ 3.18 [illegible] Sine PWM ที่ออกจากวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ 3 [illegible] 73

ภาพที่ 3.19 [illegible] 74

ภาพที่ 3.20 [illegible]เร็กกูเลต 15 V_{dc} 75

ภาพที่ 3.21 [illegible]เร็กกูเลต 5 V_{dc} 75

ภาพที่ 3.21 [illegible] Current Sensor 76

ภาพที่ 3.21 [illegible] 76

ภาพที่ 3.21 [illegible] Opto Drive 77

ภาพที่ 3.21 [illegible] 78

ภาพที่ 4.1 [illegible] 82

ภาพที่ 4.2 [illegible] 84

ภาพที่ 4.3 [illegible]สัญญาณที่ขาเกต ทางด้าน HI [illegible] LOW 85

ภาพที่ 4.4 [illegible] HI [illegible] LOW ที่มีการเลื่อนเฟสแล้ว 85

ภาพที่ 4.5 [illegible] ที่วัดจาก เฟส A [illegible] B [illegible] 86

ภาพที่ 4.6 [illegible] ที่วัดจาก เฟส A [illegible] B ที่ได้ทำการต่อมอเตอร์ 86

ภาพที่ 4.7 สัญญาณที่ได้จากว[illegible] Feed – back [illegible] ACS712 87

ภาพที่ 4.8 สัญญาณที่ได้จากว[illegible] Feed–back [illegible] ACS712 [illegible] A [illegible] B 88