

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 มอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปดถ่าน (Brushless DC Motor)	4
2.2 ระบบควบคุมและอินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมมอเตอร์ BLDC	8
2.3 อินเวอร์เตอร์และเทคนิคการสร้างสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชัน (PWM)	16
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)	28
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	29
3.1 การจำลองระบบควบคุมมอเตอร์ Brushless DC	29
3.2 ส่วนประกอบแต่ละส่วนของแบบจำลอง	31
บทที่ 4 ผลการทดลอง	41
4.1 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	41
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของชุดต้นแบบ	42
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการทดลอง	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก แบบจำลองของมอเตอร์ในโปรแกรม MATLAB	49
ประวัติผู้วิจัย	54

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อดีของมอเตอร์ไร้แปรงถ่านเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน	5
2.2 จังหวะการทำงานของ Hall effect เซนเซอร์และการทำงานของสวิตช์เพื่อจ่ายพลังงาน	15
2.3 เซกเตอร์การทำงานของสวิตช์ทั้ง 8 สถานะ	24
3.1 รูปแบบการทำงานของสวิตช์แต่ละตัวในวงจรอินเวอร์เตอร์	33

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ไลอะแกรมระบบควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปลงถ่านด้วยระบบ DSP	4
2 สเตเตอร์ของมอเตอร์ BLDC	6
3 การต่อใช้งานขดลวดในสเตเตอร์ของมอเตอร์ BLDC	7
4 โรเตอร์ของมอเตอร์ BLDC	7
5 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์ Hall Effect	8
6 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบมีแปรงถ่าน	8
7 การหมุนของมอเตอร์กระแสตรงแบบมีแปรงถ่าน	9
8 โครงสร้างภายในของมอเตอร์ BLDC	10
9 จังหวะการทำงานของ Hall เซนเซอร์ทั้ง 3 ตัวและการจ่ายพลังงาน	13
10 ส่วนประกอบของวงจรขับเคลื่อนของมอเตอร์ BLDC เมื่อปฏิบัติงานจริง	14
11 รูปคลื่นของแรงดันในแต่ละจังหวะการจ่ายพลังงานไฟฟ้า	15
12 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส	16
13 หลักการสร้างสัญญาณพัลส์วีก์มอดูเลชันด้วยเทคนิคมอดูเลชันรูปคลื่นไซน์	17
14 การมอดูเลชันสัญญาณเพื่อสร้างสัญญาณพีคเบิลยูเอ็มสามเฟส	18
15 เวกเตอร์ไลอะแกรมการแปลง 3 แกนเป็น 2 แกน	22
16 วงจรอินเวอร์เตอร์สามเฟส	23
17 สถานะในการทำงานของสวิตช์ทั้ง 8 สถานะ	23
18 เวกเตอร์ไลอะแกรมของแรงดันในแต่ละเซกเตอร์การทำงานของสวิตช์	25
19 เวกเตอร์ไลอะแกรมของ \vec{V}_s	26
20 รูปแบบสถานะของการสวิตช์ของแต่ละเซกเตอร์	27
21 ไลอะแกรมระบบควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปลงถ่านด้วยระบบ DSP	29
22 บล็อกไลอะแกรมระบบควบคุมมอเตอร์ BLDC ในโปรแกรม Simulink	31
23 วงจรภายใน Subsystem ของ Braking chopper Subsystem	31
24 วงจรภายใน Subsystem ของ Inverter & BLDC Motor Subsystem	32
25 วงจรภายในของ Gate drive Subsystem	32
26 วงจรการทำงานของสวิตช์ Q1	33
27 วงจรการทำงานของสวิตช์ Q2	34
28 วงจรการทำงานของสวิตช์ Q3	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
29 วงจรการทำงานของสวิตช์ Q4	35
30 วงจรการทำงานของสวิตช์ Q5	35
31 วงจรการทำงานของสวิตช์ Q6	36
32 สัญญาณจากเซนเซอร์ Hall effect ทั้ง 3 ตัว	36
33 สัญญาณเอาต์พุตในแต่ละตัวของวงจรขับเคลื่อน	37
34 สัญญาณขาออกแรงดันไลน์-ไลน์ ของวงจรอินเวอร์เตอร์	38
35 ไดอะแกรมระบบควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์ BLDC	38
36 วงจรการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010	39
37 วงจรเรียงกระแส	39
38 วงจรเบรก	40
39 วงจรอินเวอร์เตอร์และวงจร R เซนเซอร์	40
40 ชุดต้นแบบสำหรับทดลอง	41
41 สัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์ Hall effect ทั้ง 3 ตัว	42
42 สัญญาณแรงดันเฟส-เฟสของเฟส A, B และ C และแรงดันเชื่อมโยงกระแสตรง	44