

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 แผนการดำเนินงาน	4
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.7 งบประมาณที่ใช้ทำโครงการ.....	5
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส	6
2.2 หลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	8
2.3 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	13
2.4 คุณลักษณะของแรงบิดและความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	20
บทที่ 3 ความสูญเสียในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	33
3.1 ประเภทของความสูญเสียในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	33
3.2 ความสูญเสียในส่วนต่างๆ และแผนภาพแสดงทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้า.....	37
3.3 ค่าความสูญเสียในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ แยกเป็นส่วนต่างๆ ที่สภาวะการทำงานเต็มพิกัด	39

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 วิธีช่วยลดค่าความสูญเสียในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของมอเตอร์.....	40
บทที่ 4 การทดสอบมอเตอร์และการวิเคราะห์ค่าความสูญเสียในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	42
4.1 การทดสอบมอเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ความสูญเสียในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	42
4.2 การวิเคราะห์ความสูญเสียในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	54
บทที่ 5 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
5.1 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบโรเตอร์กรงกระรอก	62
5.2 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบขดลวดพัน โรเตอร์	71
บทที่ 6 สรุปผลการดำเนิน โครงการและข้อเสนอแนะ.....	80
6.1 สรุปผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
6.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไข	81
6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป.....	82
เอกสารอ้างอิง	83
ภาคผนวก	84
ภาคผนวก ก	85
ภาคผนวก ข	91
ประวัติผู้เขียนโครงการ.....	104

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน (Gantt chart)	4
3.1 แสดงค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นและองค์ประกอบ ที่ทำให้เกิดความสูญเสียภายในมอเตอร์ 4 ขั้ว	39
3.2 แสดงประสิทธิภาพของมอเตอร์ตามมาตรฐานต่าง ๆ	40
5.1 ค่าพิกัดต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบโรเตอร์กรงกระรอก	62
5.2 ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ตามช่วงค่าแรงดันต่างๆ	62
5.3 ค่าความต้านทานของชุดขดลวดสเตเตอร์ต่อเฟสที่ค่าแรงดันต่างๆ	63
5.4 ค่ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และความเร็วรอบที่วัดได้ที่ค่าแรงดันต่างๆ	63
5.5 ค่า $P_{core} + P_{FW}$ ที่คำนวณได้ที่ค่า V_{NL} ค่าต่างๆ	64
5.6 ค่ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และความเร็วรอบที่วัดได้ ที่ค่าแรงบิดที่เพลาโรเตอร์ค่าต่างๆ ที่แรงดันพิกัด 380 V	66
5.7 ตารางสรุปค่าที่ได้จากการคำนวณที่สถานะโหลดค่าต่างๆ ที่แรงดันพิกัด 380 V	69
5.8 ค่าพิกัดต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบขดลวดพันรอบโรเตอร์	71
5.9 ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ตามช่วงค่าแรงดันต่างๆ	71
5.10 ค่าความต้านทานของชุดขดลวดสเตเตอร์ต่อเฟสที่ค่าแรงดันต่างๆ	71
5.11 ค่ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และความเร็วรอบที่วัดได้ที่ค่าแรงดันต่างๆ	72
5.12 ค่า $P_{core} + P_{FW}$ ที่คำนวณได้ที่ค่า V_{NL} ค่าต่างๆ	73
5.13 ค่ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และความเร็วรอบที่วัดได้ ที่ค่าแรงบิดที่เพลาโรเตอร์ค่าต่างๆ ที่แรงดันพิกัด 380 V	75
5.14 ตารางสรุปค่าที่ได้จากการคำนวณที่สถานะโหลดค่าต่างๆ ที่แรงดันพิกัด 380 V	78

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส.....	6
2.2 ส่วนที่อยู่กับที่ของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส หรือที่เรียกว่า สเตเตอร์.....	6
2.3 โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel-cage rotor) ของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	7
2.4 โรเตอร์แบบขดลวดพันรอบโรเตอร์ (Wound-rotor) ของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	8
2.5 โครงสร้างภายในของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบขดลวดพันรอบโรเตอร์	8
2.6 แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นที่ตัวนำโรเตอร์	
(a) สนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์ B_s เหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ตัวนำโรเตอร์.....	10
(b) แรงดันไฟฟ้าที่โรเตอร์จะสร้างกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำโรเตอร์ ซึ่งจะตามหลังแรงดันไฟฟ้า	10
(c) กระแสไฟฟ้าในตัวนำโรเตอร์จะสร้างสนามแม่เหล็ก และเกิดความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กในตัวนำโรเตอร์ B_R	10
2.7 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	13
2.8 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำเทียบเท่าของหม้อแปลงไฟฟ้า.....	14
2.9 เส้นโค้งของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Magnetomotive-force)	
- เส้นโค้งของฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetization curve) ระหว่างหม้อแปลงไฟฟ้า และมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	15
2.10 วงจรสมมูลโรเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	17
2.11 วงจรสมมูลโรเตอร์ที่สนใจค่าของสลิปในความต้านทาน R_R	17
2.12 กระแสไฟฟ้าของโรเตอร์ที่ความเร็วรอบของโรเตอร์ค่าต่างๆ	18
2.13 วงจรสมมูลต่อเฟสของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	19
2.14 (a) สนามแม่เหล็กภายในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำภายใต้สภาวะโหลดเบา.....	21
(b) สนามแม่เหล็กภายในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำภายใต้สภาวะโหลดหนัก.....	21
2.15 กราฟแสดงคุณลักษณะของแรงบิดและความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	
(a)-(c).....	22
(d)	23
2.16 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.....	25
2.17 (a) วงจรหาค่าแรงดันเทวินิน	25
(b) วงจรหาค่าอิมพีแดนซ์เทวินิน	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.18 วงจรสมมูลเทวินิน	27
2.19 เส้นโค้งคุณลักษณะของแรงบิดเทียบกับความเร็วในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	28
2.20 เส้นโค้งคุณลักษณะของแรงบิดเทียบกับความเร็วในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และแสดงช่วงการทำงานของมอเตอร์	29
2.21 แรงบิดเหนี่ยวนำ และกำลังไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เทียบกับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 4 ขั้ว	30
2.22 ผลของความต้านทานโรเตอร์ที่มีต่อเส้นโค้งคุณลักษณะของแรงบิด และความเร็วของมอเตอร์	31
3.1 ความสูญเสียจากกระแสไหลวน	35
3.2 เส้นโค้งฮิสเตอร์ซิส สำหรับความสูญเสียฮิสเตอร์ซิส	35
3.3 วงเส้นโค้งฮิสเตอร์ซิสกระแสดตรงและกระแสลับ	36
3.4 ความสูญเสียในส่วนต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	37
3.5 แผนภาพแสดงทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้า	37
4.1 วงจรทดสอบเพื่อหาค่าความต้านทานของชุดขดลวดสเตเตอร์	43
4.2 วงจรทดสอบโดยการยัดโรเตอร์	44
4.3 วงจรสมมูลต่อเฟสของการทดสอบโดยการยัดโรเตอร์	46
4.4 วงจรทดสอบในสถานะไม่มีโหลด	47
4.5 วงจรสมมูลต่อเฟสของการทดสอบในสถานะไม่มีโหลด	50
4.6 วงจรทดสอบในสถานะมีโหลด	51
4.7 วงจรสมมูลต่อเฟสของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	54
4.8 วงจรสมมูลต่อเฟสซึ่งประกอบด้วยความสูญเสียต่างๆ และค่ากำลังไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล	55
4.9 แผนภาพแสดงค่าความสูญเสีย และกำลังไฟฟ้าในส่วนต่างๆ	55
5.1 ค่า $P_{core} + P_{FW}$ พล็อตเทียบกับค่า V_{NL}	65
5.2 ค่า $P_{core} + P_{FW}$ พล็อตเทียบกับค่า V_{NL}^2	65
5.3 ค่าความสูญเสียต่างๆ ที่สถานะโหลด 0-100 %	69
5.4 ค่าความสูญเสียเป็นร้อยละในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เมื่อทำงานเต็มพิกัด	70
5.5 ค่า $P_{core} + P_{FW}$ พล็อตเทียบกับค่า V_{NL}	74

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.6 ค่า $P_{core} + P_{FW}$ พล็อตเทียบกับค่า V_{NL}^2	74
5.7 ค่าความสูญเสียต่างๆ ที่สภาวะโหลด 0-100 %	78
5.8 ค่าความสูญเสียเป็นร้อยละในมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เมื่อทำงานเต็มพิกัด	79