สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 การตรวจเอกสาร	2
1.3 วัตถุประสงค์	5
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	5
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 มอเตอร์สำหรับเครื่องเลื่อย	8
2.1.1 พารามิเตอร์ของมอเตอร์	10
2.1.2 คุณลักษณะของมอเตอร์	11
2.2 คุณลักษณะโหลดของเครื่องเลื่อย	13
2.3 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์	23
2.4 การใช้โครงข่ายประสาท (Neural Network) ในการจำแนกรูปแบบ	24
2.4.1 กฎการเรียนรู้แบบเปอร์เซบตรอน	25
2.4.2 กฎการเรียนรู้แบบ Hebbian	26
2.4.3 กฎการเรียนรู้แบบ Windrow-Hoff	27
2.4.4 การเรียนรู้แบบแพร่กลับ Backpropagation	27
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์	28
3. การออกแบบระบบควบคุม	29
3.1 การศึกษาการทำงานของมอเตอร์	29
3.2 การออกแบบโครงข่ายประสาทในการประมาณโหลดของมอเตอร์	31
3.2.1 อินพุตและเอาท์พุตของโครงข่ายประสาท	31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.2 ผลการสอนโครงข่ายประสาท 32

3.2.3 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาท 33

3.3 การศึกษาการใช้พลังงานของเครื่องเลื่อยไม้เมื่อปรับความถี่ของแหล่งจ่าย 34

3.4 การออกแบบโครงข่ายประสาทในการกำหนดความถี่ของแหล่งจ่าย 37

3.4.1 อินพุตและเอาท์พุตของโครงข่ายประสาท 37

3.4.2 ผลการสอนโครงข่ายประสาท 38

3.4.3 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาท 40

3.5 โครงข่ายประสาทที่ใช้ประมาณโหลดและกำหนดความถี่ของแหล่งจ่าย 40

3.6 อินเวอร์เตอร์ 41

3.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 42

3.8 สัญญาณอินพุต (Input signal) 44

3.8.1 สัญญาณแรงดัน (Voltage signal) 44

3.8.2 สัญญาณความถี่ (Frequency signal) 45

3.8.3 สัญญาณกระแส (Current signal) 45

3.9 การสร้างสัญญาณควบคุมความถี่ของอินเวอร์เตอร์ 46

4. การทดสอบและผลการทดสอบ 48

4.1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุม 49

4.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด 52

4.2.1 เครื่องเลื่อยที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม 52

4.2.2 ผลการทำงานของเครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด 54

4.3 การวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน 59

5. บทสรุป (Conclusion) 61

5.1 สรุปผลของการวิจัยที่ผ่านมา 61

5.2 ปัญหาอุปสรรคและจุดอ่อนของงานวิจัยและแนวทางแก้ปัญหา 61

บรรณานุกรม 63

ภาคผนวก 65

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ก ข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายประสาทเทียม 66

ก.1 ผลการ Simulation การทำงานของมอเตอร์ที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ 67

ก.2 ข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายประสาทเทียม 92

ข รายละเอียดและคุณสมบัติของบอร์ด ET-ARM7 STAMP LPC2119 102

ค รายละเอียดและคุณสมบัติของอินเวอร์เตอร์ FUJI

รุ่น FRENIC-Mini Model:FRN3. 7C1S-4A 108

ค.1 องค์ประกอบของอินเวอร์เตอร์ FUJI รุ่น FRENIC-Mini Model:FRN3. 7C1S-4A 109

ค.2 องค์ประกอบเพิ่มเติมของอินเวอร์เตอร์ FUJI

รุ่น FRENIC-Mini Model:FRN3. 7C1S-4A 111

ค.3 คุณสมบัติของอินเวอร์เตอร์ FUJI รุ่น FRENIC-Mini Model:FRN3. 7C1S-4A 112

ง บทความทางวิชาการ 133

ประวัติผู้เขียน 139

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
2-1	เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อปรับอัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่ในสภาวะต่างๆสำหรับโหลดขนาด 30 N-m	22
2-2	เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อปรับอัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่ในสภาวะต่างๆสำหรับโหลดขนาด 20 N-m	22
2-3	เปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงเมื่อปรับอัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่ในสภาวะต่างๆสำหรับโหลดขนาด 30 N-m	22
2-4	เปรียบเทียบความเร็วที่ลดลงเมื่อปรับอัตราส่วนของแรงดันต่อความถี่ในสภาวะต่างๆสำหรับโหลดขนาด 20 N-m	23
3-1	การปรับปรุงค่าตัวเลขสำหรับสอนโครงข่ายประสาท	31
3-2	ข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายประสาท	31
3-3	ผลการทดสอบการทำงานของโครงข่ายประสาท	33
3-4	จุดทำงานที่ประหยัดพลังงานที่สุด	37
3-5	การปรับปรุงค่าตัวเลขสำหรับสอนโครงข่ายประสาท	37
3-6	ข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายประสาท	38
ก-1	ผลการ simulation การทำงานของมอเตอร์ที่สภาวะการทำงานต่าง ๆ	67
ก-2	ข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อรับรู้ปริมาณโหลดภาระ	92

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1-1	การทำงานของ Motor Load Control	1
1-2	ระบบควบคุมที่นำเสนอใช้ในงานวิจัยนี้	2
1-3	แผนภูมิสายงานของ MEH Benbouzid และคณะ	3
1-4	การประมาณค่าความเร็วด้วยโครงข่ายประสาทเทียมของ Seong-Hwan และคณะ	5
2-1	วงจรสมมูลหนึ่งเฟสของมอเตอร์เหนี่ยวนำ	8
2-2	วงจรสมมูล Thevenin ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ	8
2-3	พารามิเตอร์ของมอเตอร์ที่ใช้ในการวิจัย	11
2-4	คุณลักษณะแรงบิดของมอเตอร์	11
2-5	กำลังไฟฟ้าด้านเข้าของมอเตอร์	12
2-6	กระแสไฟฟ้าด้านเข้าของมอเตอร์	12
2-7	คุณลักษณะค่าตัวประกอบกำลังของมอเตอร์	13
2-8	ประสิทธิภาพของมอเตอร์	13
2-9	คุณลักษณะแรงบิด-ความเร็วในขณะที่ไม่มีโหลด	14
2-10	คุณลักษณะกำลัง-ความเร็วในขณะที่ไม่มีโหลด	14
2-11	คุณลักษณะแรงบิด-ความเร็วในขณะเลื่อยไม้ยางพาราขนาด 1 นิ้ว	15
2-12	คุณลักษณะกำลัง-ความเร็วในขณะเลื่อยไม้ยางพาราขนาด 1 นิ้ว	16
2-13	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกำลังไฟฟ้า	17
2-14	การทำงานของมอเตอร์เมื่อป้อนแรงดัน 220 V 50 Hz ขับโหลดขนาด 30 N-m	18
2-15	การทำงานของมอเตอร์เมื่อป้อนแรงดัน 176 V 40 Hz ขับโหลดขนาด 30 N-m	18
2-16	การทำงานของมอเตอร์เมื่อป้อนแรงดัน 150 V 40 Hz ขับโหลดขนาด 30 N-m	19
2-17	การทำงานของมอเตอร์เมื่อป้อนแรงดัน 220 V 50 Hz ขับโหลดขนาด 20 N-m	19
2-18	การทำงานของมอเตอร์เมื่อป้อนแรงดัน 132 V 30 Hz ขับโหลดขนาด 20 N-m	20
2-19	การทำงานของมอเตอร์เมื่อป้อนแรงดัน 100 V 30 Hz ขับโหลดขนาด 20 N-m	20
2-20	วงจรอินเวอร์เตอร์ภาคกำลัง	23
2-21	โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม	25
2-22	โครงข่ายเปอร์เซบตรอน	25
2-23	Linear Associator	26

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
2-24	โครงข่าย ADAALINE	27
3-1	ความสัมพันธ์ของปริมาณโหลด แรงดันเฟส และกระแสของมอเตอร์ เมื่อแหล่งจ่ายมีความถี่ 50 Hz	29
3-2	ความสัมพันธ์ของปริมาณโหลด แรงดันเฟส และกระแสของมอเตอร์ เมื่อแหล่งจ่ายมีความถี่ 40 Hz	30
3-3	ความสัมพันธ์ของปริมาณโหลด แรงดันเฟส และกระแสของมอเตอร์ เมื่อแหล่งจ่ายมีความถี่ 30 Hz	30
3-4	โครงข่ายประสาทสำหรับการประมาณโหลดของมอเตอร์	32
3-5	กำลังไฟฟ้าเมื่อปรับความถี่แหล่งจ่ายขณะโหลดมีค่าต่างๆ	34
3-6	กระแสไฟฟ้าเมื่อปรับความถี่แหล่งจ่ายขณะโหลดมีค่าต่างๆ	35
3-7	ประสิทธิภาพของมอเตอร์เมื่อปรับความถี่แหล่งจ่ายขณะโหลดมีค่าต่างๆ	35
3-8	เวลาที่ใช้ในการเลื่อยไม้แต่ละขนาดเมื่อปรับความถี่แหล่งจ่าย	36
3-9	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเลื่อยไม้แต่ละขนาดเมื่อปรับความถี่แหล่งจ่าย	36
3-10	โครงข่ายประสาท 1-2-1 สำหรับการกำหนดความถี่ของอินเวอร์เตอร์	39
3-11	ผลการทดสอบการทำงานของโครงข่ายประสาท	40
3-12	โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด	40
3-13	การควบคุมความถี่ของอินเวอร์เตอร์จากภายนอก	41
3-14	การใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Potentiometer) ปรับค่าความถี่	42
3-15	การปรับค่าความถี่จากอุปกรณ์ภายนอก	42
3-16	บอร์ด ET-ARM7 Stamp LPC2119	42
3-17	โปรแกรม Keil และโปรแกรม File Download	43
3-18	ลับขั้นการทำงานของโปรแกรม	43
3-19	วงจรตรวจรู้แรงดันเฟสของมอเตอร์	44
3-20	การตรวจวัดแรงดันเฟสขอมอเตอร์	44
3-21	วงจรตรวจรู้ความถี่ของแหล่งจ่าย	45
3-22	หม้อแปลงกระแส (Current transformer) สำหรับตรวจรู้กระแสของมอเตอร์	45
3-23	วงจรตรวจรู้กระแสของมอเตอร์	46

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
3-24	วงจรขยายสัญญาณอินพุตของโครงข่ายประสาทเทียม	46
3-25	วงจรสร้างสัญญาณควบคุมความถี่ของอินเวอร์เตอร์	47
4-1	การทำงานของระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ตามสภาวะโหลด	48
4-2	ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 37 Hz	49
4-3	ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 43 Hz	50
4-4	ผลการทำงานของระบบควบคุมขณะทำงานที่ความถี่ประมาณ 50 Hz	50
4-5	ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่าน้อย	51
4-6	ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่าปานกลาง	51
4-7	ผลการทำงานของอินเวอร์เตอร์เมื่อปริมาณโหลดค่ามาก	52
4-8	เครื่องเลื่อยไม้ที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม	53
4-9	การขับใบเลื่อยด้วยมอเตอร์ผ่านทางสายพาน	53
4-10	การทำงานของระบบควบคุมขณะกำลังเลื่อยไม้	54
4-11	ลักษณะกระแสของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยอย่างต่อเนื่อง	55
4-12	ลักษณะกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยอย่างต่อเนื่อง	55
4-13	กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องเลื่อยเมื่อไม่ใช้ระบบควบคุมความเร็ว	56
4-14	การทำงานของมอเตอร์เครื่องเลื่อยเมื่อใช้ระบบควบคุมความเร็วตามสภาวะโหลด	57
4-15	ความเร็วของมอเตอร์เครื่องเลื่อยขณะเลื่อยไม้ที่ปริมาณโหลดต่างๆ	58
4-16	การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของการเลื่อยไม้	59
ข-1	โครงสร้างบอร์ด ET-ARM7 STAMP LPC2119	105
ข-2	รายละเอียดของบอร์ด ET-ARM7 STAMP LPC2119	106
ข-3	รายละเอียดของบอร์ด ET-ARM7 START KIT V1.0 / EXP	108