

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.3 แนวทางการแก้ปัญหา	4
1.4 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
1.5 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและเชิงประยุกต์	6
1.7 ขอบเขตของการทำวิจัย	6
1.8 วิธีการทำวิจัย	7
บทที่ 2 คุณลักษณะของวงจรกรองกำลังแอกทีฟ	8
2.1 บทนำ	8
2.2 วงจรกรองกำลังแอกทีฟ	8
2.3 การทำงานของวงจรกรองกำลังแอกทีฟ	11
บทที่ 3 โครงข่ายประสาทเทียม	13
3.1 ทฤษฎีเบื้องต้น	13
3.2 คุณลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียม	16
3.3 การเรียนรู้แบบแพร่กลับ	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1 ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการเรียนรู้แบบแพร่กลับ	18
3.3.2 ขั้นตอนในกระบวนการเรียนรู้แบบแพร่กลับ	19
3.4 การประยุกต์ใช้งานโครงข่ายประสาทเทียม	22
บทที่ 4 การจำลองการทำงาน โดยใช้คอมพิวเตอร์	25
4.1 บทนำ	25
4.2 การจำลองโหนดที่มีฮาร์โมนิก	25
4.3 การจำลองการทำงานของวงจรรอกำลังแอกทีฟ	28
4.4 ผลการจำลองโหนดที่มีฮาร์โมนิกและผลการจำลองการทำงานของวงจรรอกำลัง แอกทีฟวิธีฮิสเตอร์ซิสและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	29
4.5 การทดสอบผลของความถี่สวิตชิงและโหนดที่ต่างกันต่อค่าที่เอชดี	36
บทที่ 5 การออกแบบวงจรกำลังและวงจรควบคุม	46
5.1 การออกแบบวงจรกำลัง	46
5.2 การออกแบบวงจรควบคุมสำหรับวิธีฮิสเตอร์ซิส	47
5.3 การออกแบบวงจรควบคุมสำหรับวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	53
5.4 การจัดชุดทดลองการทำงานของวงจรรอกำลังแอกทีฟ	56
บทที่ 6 ผลการทดสอบวงจรรอกำลังแอกทีฟ	58
6.1 บทนำ	58
6.2 ผลการทดสอบวงจรรอกำลังแอกทีฟวิธีฮิสเตอร์ซิส	59
6.3 ผลการทดสอบวงจรรอกำลังแอกทีฟวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	63
6.4 ผลการทดสอบความสามารถในการทนทานต่อความผิดพร่องวิธีฮิสเตอร์ซิส และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	67
6.5 เปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการจำลองการทำงาน โดยใช้คอมพิวเตอร์	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ	74
7.1 สรุป	74
7.2 ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	79
ก. โปรแกรมฝึกโครงข่ายประสาทเทียม	80
ข. โปรแกรมจำลองการทำงาน	82
ค. โปรแกรมภาษาซีเพื่อทำหน้าที่เป็น โครงข่ายประสาทเทียม	99
ง. ตัวเชื่อมต่อผ่านแสง เบอร์ 6N137	102
จ. ตัวตรวจจับกระแส เบอร์ CLN-25	112
ฉ. วงจรขยายสำหรับแยกโคด เบอร์ HCPL-7800	116
ช. เครื่องแปลงผันแอนะล็อกเป็นดิจิตอล เบอร์ ADC0820	124
ซ. การ์ด ISA	130
ประวัติผู้เขียน	138

ญ

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตัวอย่างรูปแบบของอินพุต และสัญญาณที่ต้องการ ซึ่งใช้ในการสอนโครงข่ายประสาทเทียม	23
4.1 สรุปผลของความถี่สวิตชิงต่อค่าที่เอชดี	43
4.2 สรุปผลของโหลดที่ต่างกันต่อค่าที่เอชดี	44
6.1 ผลการทดลอง	67
6.2 เปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการจำลองการทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์เมื่อโหลดต่างกัน	73

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 (ก) ตัวอย่างกระแสไหลที่มีฮาร์มอนิกในเฟส A	3
1.1 (ข) ตัวอย่างกระแสไหลที่มีฮาร์มอนิกในเฟส B	3
1.1 (ค) ตัวอย่างกระแสไหลที่มีฮาร์มอนิกในเฟส C	3
1.1 (ง) ตัวอย่างกระแสไหลที่มีฮาร์มอนิกในสายกลาง	3
2.1 องค์ประกอบพื้นฐานของวงจรองค์กำลังแอกทีฟ และโหลดไม่เชิงเส้น	9
2.2 วงจรองค์กำลังแอกทีฟ	10
2.3 การควบคุมการทำงานของวงจรองค์กำลังแอกทีฟ	12
3.1 รูปแบบนิเวศน์อย่างง่าย	13
3.2 ไบนารีซิมมอยด์	15
3.3 ไบโพลาร์ซิมมอยด์	15
3.4 โครงข่ายประสาทเทียมอย่างง่าย	15
3.5 การเรียนรู้แบบแพร่กลับที่มีจำนวนชั้นซ่อนเร้น 1 ชั้น	17
3.6 ตัวอย่างโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับวงจรองค์กำลังแอกทีฟ	23
4.1 โหลดไม่เชิงเส้น	26
4.2 (ก) กระแสไหลไม่เชิงเส้น	30
4.2 (ข) กระแสวงจรองค์กำลังแอกทีฟวิธีฮัสเตอร์ชีส	30
4.2 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรองค์กำลังแอกทีฟวิธีฮัสเตอร์ชีส	30
4.2 (ง) กระแสไหลไม่เชิงเส้นในสายกลาง	31
4.2 (จ) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังในสายกลางหลังใช้วงจรองค์กำลังแอกทีฟวิธีฮัสเตอร์ชีส	31
4.2 (ฉ) แรงดันบัลกระแสตรงวิธีฮัสเตอร์ชีส	31
4.2 (ซ) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสไหลไม่เชิงเส้น	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 (ซ) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ วิธีฮิสเตอร์ซิส	32
4.3 (ก) กระแสโหลดไม่เชิงเส้น	33
4.3 (ข) กระแสวงจรรอกำลังแอกทีฟวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	33
4.3 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	33
4.3 (ง) กระแสโหลดไม่เชิงเส้นในสายกลาง	34
4.3 (จ) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังในสายกลางหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	34
4.3 (ฉ) แรงดันบัสกระแสตรงวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	34
4.3 (ช) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสโหลดไม่เชิงเส้น	35
4.3 (ซ) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	35
4.4 (ก) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ เมื่อความถี่สวิตชิงคือ 2 กิโลเฮิร์ตซ์ วิธีฮิสเตอร์ซิส	37
4.4 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ เมื่อความถี่สวิตชิงคือ 2 กิโลเฮิร์ตซ์ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	37
4.5 (ก) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ เมื่อความถี่สวิตชิงคือ 5 กิโลเฮิร์ตซ์ วิธีฮิสเตอร์ซิส	38
4.5 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ เมื่อความถี่สวิตชิงคือ 5 กิโลเฮิร์ตซ์ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 (ก) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟ เมื่อความถี่สวิตซิงคือ 15 กิโลเฮิร์ตซ์ วิธีฮีสเตอร์ซิส	39
4.6 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟ เมื่อความถี่สวิตซิงคือ 15 กิโลเฮิร์ตซ์ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	39
4.7 (ก) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟ เมื่อความถี่สวิตซิงคือ 20 กิโลเฮิร์ตซ์ วิธีฮีสเตอร์ซิส	40
4.7 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟ เมื่อความถี่สวิตซิงคือ 20 กิโลเฮิร์ตซ์ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	40
4.8 (ก) กระแสโหลดไม่เชิงเส้น	41
4.8 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีฮีสเตอร์ซิส	41
4.8 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	41
4.9 (ก) กระแสโหลดไม่เชิงเส้น	42
4.9 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีฮีสเตอร์ซิส	42
4.9 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	42
4.10 กราฟแสดงผลของความถี่สวิตซิงต่อค่าที่เอชดี	43
4.11 กราฟแสดงผลของโหลดที่ต่างกันต่อค่าที่เอชดี	44
5.1 วงจรขับเคลื่อน	46
5.2 วงจรควบคุมกระแสวิธีฮีสเตอร์ซิส	47
5.3 ฟังก์ชันการทำงานของวงจรควบคุมกระแสวิธีฮีสเตอร์ซิส	48
5.4 วงจรตัวตรวจจับกระแส	49
5.5 วงจรเปรียบเทียบความแตกต่างของกระแส	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.6 วงจรตัวคูณ	50
5.7 วงจรแรงดันอ้างอิง	51
5.8 ชุดควบคุมพีไอ	51
5.9 วงจรตรวจจับแรงดันบั๊ตกระแสดตรง	52
5.10 ฟังก์ชันการทำงานของภาคฮาร์ดแวร์สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม	54
5.11 วงจรยกกระชับสัญญาณ	55
5.12 การจัดชุดทดลอง	56
5.13 ชุดวงจรควบคุมวิธีฮิสเตอร์ซิสและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	57
5.14 ชุดวงจรขับขาเกต ไอจีบีที และตัวเก็บประจุสำหรับบั๊ตกระแสดตรง	57
6.1 (ก) กระแสโหลดไม่เชิงเส้นเฟส	59
6.1 (ข) กระแสวงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีฮิสเตอร์ซิส	59
6.1 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีฮิสเตอร์ซิส	59
6.1 (ง) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสโหลดไม่เชิงเส้น	60
6.1 (จ) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีฮิสเตอร์ซิส	60
6.1 (ฉ) กระแสโหลดไม่เชิงเส้นในสายกลาง	61
6.1 (ช) กระแสวงจรกรองกำลังแอกทีฟในสายกลางวิธีฮิสเตอร์ซิส	61
6.1 (ซ) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟในสายกลางวิธีฮิสเตอร์ซิส	61
6.1 (ณ) สัญญาณควบคุมวิธีฮิสเตอร์ซิส	62
6.1 (ญ) แรงดันบั๊ตกระแสดตรงวิธีฮิสเตอร์ซิส	62
6.2 (ก) กระแสโหลดไม่เชิงเส้นเฟส	63
6.2 (ข) กระแสวงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	63
6.2 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6.2 (ง) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสไหลดไม่เชิงเส้น	64
6.2 (จ) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	64
6.2 (ฉ) กระแสไหลดไม่เชิงเส้นในสายกลาง	65
6.2 (ช) กระแสวงจรรอกำลังแอกทีฟในสายกลางวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	65
6.2 (ซ) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟในสายกลาง วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	65
6.2 (ณ) สัญญาณควบคุมวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	66
6.2 (ญ) แรงดันบัสดกระแสตรงวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	66
6.3 (ก) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังเฟส A วิธีฮิสเตอร์ซิส	68
6.3 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังเฟส B วิธีฮิสเตอร์ซิส	68
6.3 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังเฟส C วิธีฮิสเตอร์ซิส	68
6.4 (ก) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังเฟส A วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	69
6.4 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังเฟส B วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	69
6.4 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังเฟส C วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	69
6.5 (ก) กระแสไหลดไม่เชิงเส้น	70
6.5 (ข) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟวิธีฮิสเตอร์ซิส	71
6.5 (ค) กระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	71
6.5 (ง) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสไหลดไม่เชิงเส้น	71
6.5 (จ) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ วิธีฮิสเตอร์ซิส	72
6.5 (ฉ) สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณกระแสแหล่งกำเนิดกำลังหลังใช้วงจรรอกำลังแอกทีฟ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	72