

การควบคุมพัดลมด้วยฟัซซี่คอนโทรลเลอร์

ELECTRIC FAN CONTROLLING USING
FUZZY CONTROLLER



โดย

นายสุเมฆ

วิศยทักษิณ

นางสาวอุไรลักษณ์

ไชยศรีเฉลิมพล

ป.พ.

๖๘๖๐

๖๕๔๔

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 46283
วัน, เดือน, ปี 2 1 ส.ค. 2546

.b.....
.i.....

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ๘๘๑๐๗

การควบคุมพัดลมด้วยฟัซซี่คอนโทรลเลอร์

ELECTRIC FAN CONTROLLING USING
FUZZY CONTROLLER



โดย
นายสุเมธ วิทยทักษิณ เลขประจำตัว 41014483
นางสาวอุไรลักษณ์ ไชยศรีเฉลิมพล เลขประจำตัว 41014544

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ

ปริญญาโทสำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา

2544

ภาควิชา

อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง

การควบคุมพัลลคมด้วยพีซีคอนโทรลเลอร์

ผู้จัดทำ

1. นายสุเมธ วิทยทักษิณ เลขประจำตัว 41014483
2. นางสาวอุไรลักษณ์ ไชยศรีเฉลิมพล เลขประจำตัว 41014544



(รศ.ดร.กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ)


อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง (ภาษาไทย) การควบคุมพัดลมด้วยฟัซซี่คอนโทรลเลอร์
(ภาษาอังกฤษ) Electric fan controlling using fuzzy controller
จัดทำโดย นายสุเมธ วิทยทักษิณ เลขประจำตัว 41014483
นางสาวอุไรลักษณ์ ไชยศรีเฉลิมพล เลขประจำตัว 41014544
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ



ปริญญานิพนธ์ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้ -

ลงชื่อ..........อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร.กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ)

วันที่ 11 มิ.ย. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมพัลลัมด้วยพีซีคอนโทรลเลอร์

นายสุเมธ วิศยทักษิณ

นางสาวอุไรลักษณ์ ไชยศรีเฉลิมพล

รศ.ดร.กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพีซีลจิกเพื่อใช้ในการควบคุมพัลลัม โดยในส่วนควบคุมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 ตระกูล MCS-51 มาเป็นตัวควบคุมความเร็วรอบของพัลลัม มีตัวแปรในการควบคุมคือ อุณหภูมิและระยะทางของวัตถุเป้าหมาย เพื่อให้พัลลัมสามารถปรับความเร็วรอบให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติ โดยปริญญานิพนธ์นี้จะเน้นการผสมผสานระหว่างทฤษฎีพีซีลจิกกับงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ ต่อไป

Electric fan controlling using Fuzzy controller

MR.Sumek Wisayataksin

Miss Urailuk Chairichalermpol

Assoc.Prof.DR.Kitti Paithoonwattanakij

2001

Abstract

This project presents the application of fuzzy logic to controlling electric fan. In the controlling part, We use AT89C51 microcontroller to control speed . The controlling parameter are temperature and the distance of object, for making fan can adjust appropriate speed automatically. This project emphasizes to apply fuzzy logic theory with electronic appliance. We hope that this project will be the guidance for anyone who interested.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญ	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีการควบคุมแบบฟัซซี่	3
2.1 บทนำ	3
2.2 ทฤษฎีฟัซซี่เซต	4
2.3 ฟัซซี่ลอจิก	6
2.3.1 ตัวแปรลิงกวิสติก	6
2.3.2 การหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผลโดยใช้ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก	8
2.4 ฟัซซี่พีเคชั่น	8
2.4.1 ฟัซซี่พีเคชั่น โดยใช้ฟัซซี่ซิงเกิลตัน	8
2.4.2 ฟัซซี่พีเคชั่น โดยใช้ฟัซซี่นัมเบอร์	9
2.4.3 ฟัซซี่พีเคชั่น โดยใช้ไฮบริคนัมเบอร์	9
2.5 การอินเฟอเรนซ์แบบฟัซซี่	9
2.6 ดีฟัซซี่พีเคชั่น	10
2.6.1 Max Procedure	10
2.6.2 Mean of Maximum (MOM)	10
2.6.3 Center of area (COA) / Center of Gravity (COG)	10
บทที่ 3 ทฤษฎีพื้นฐานในการออกแบบ	11
3.1 ทฤษฎีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	11
3.1.1 คุณลักษณะพื้นฐานของ 8051	11
3.1.2 ฐานเวลาในการทำงานของซีพียูภายใน 8051	12
3.1.3 หน่วยความจำโปรแกรม	13
3.1.4 หน่วยความจำข้อมูล	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
3.1.5 พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ 8051	17
3.1.6 วงจรนับเวลา/จับเวลา	18
3.2 ทฤษฎีการวัดระยะทางด้วยคลื่นเสียง	20
3.2.1 ลักษณะของคลื่นอัลตราโซนิค	20
3.2.2 การลดทอนของคลื่นอัลตราโซนิค	21
3.2.3 หลักการกำเนิดคลื่นอัลตราโซนิค	22
3.2.4 หลักการประยุกต์ใช้งานคลื่นอัลตราโซนิคในการวัดระยะทาง	22
3.2.5 สิ่งที่ต้องรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิคเป็นตัวรับและส่ง	23
3.3 ทฤษฎีการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	24
3.3.1 ตัวแปรที่มีผลต่อความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแยกขดกระตุ้น	24
3.3.2 หลักการในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	26
บทที่ 4 การออกแบบและคำนวณ	28
4.1 การออกแบบวงจรเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ	28
4.1.1 หน่วยประมวลผล	29
4.1.2 ส่วนภาคส่งสัญญาณอัลตราโซนิค	29
4.1.3 ส่วนภาครับสัญญาณอัลตราโซนิค	29
4.1.4 ส่วนเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	30
4.1.5 ส่วนแสดงผล	30
4.1.6 ส่วนจ่ายไฟตรง	30
4.2 การออกแบบวงจรควบคุมพัลลวม (มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง)	34
4.2.1 ส่วนควบคุม	34
4.2.2 ส่วนสร้างสัญญาณ PWM	36
4.2.3 ส่วนแปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นอนาลอก	36
4.2.4 ส่วนจ่ายไฟตรง	36
4.3 การออกแบบระบบควบคุมพัลลวมด้วยทฤษฎีฟัซซี่	41
4.3.1 ฟัซซี่ฟิเคชัน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
4.3.3 คีพีซีพีเคชัน	46
4.3.4 ตัวอย่างการคำนวณแบบพีซีซี	46
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	49
5.1 การทดลองส่วนเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ	49
5.2 การทดลองส่วนควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	50
5.3 การทดลองส่วนซอฟต์แวร์ควบคุมพัลลวมด้วยทฤษฎีพีซีซี	55
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์	58
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของตัวแปรลิงกวิสติก	7
รูปที่ 2.2 การหาข้อสรุปจากหลักฐาน โดยใช้เงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล	9
รูปที่ 3.1 แผนภาพบล็อกแสดงหน่วยงานพื้นฐานของ MCS-51	12
รูปที่ 3.2 แสดงการใช้คริสตอลภายนอกต่อเข้ากับวงจรรอสซิลเลเตอร์ภายใน 8051	13
รูปที่ 3.3 แสดงแผนภาพเวลาพื้นฐานของ 8051 และลำดับของช่วงเวลา state ในการทำคำสั่งหนึ่งไบต์	14
รูปที่ 3.4 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลภายใน 8051	15
รูปที่ 3.5 รีจิสเตอร์ใช้งานพิเศษ	16
รูปที่ 3.6 โครงสร้างของแต่ละบิตภายในพอร์ตของ 8051	17
รูปที่ 3.7 การทำงานของ Timer/Counter โหมดที่ 1	20
รูปที่ 3.8 แสดงสัญญาณที่ใช้ในการคำนวณระยะทาง	29
รูปที่ 3.9 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแยกขดกระตุ้น	25
รูปที่ 3.10 แสดงการควบคุมมอเตอร์ด้วย Full-Bridge DMOS Driver	26
รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงวงจรเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ	28
รูปที่ 4.2 แผนผังการทำงานของวงจรวัดระยะทางและอุณหภูมิ	31
รูปที่ 4.3 วงจรเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ	32
รูปที่ 4.4 ลายวงจรเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ	33
รูปที่ 4.5 บล็อกไดอะแกรมของไอซี LMD18200	34
รูปที่ 4.6 แสดงขาต่าง ๆ ของไอซี LMD18200	35
รูปที่ 4.7 วงจรควบคุมพัลลวม	37
รูปที่ 4.8 ลายวงจรควบคุมพัลลวม	38
รูปที่ 4.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟตรงสำหรับขับพัลลวม	39
รูปที่ 4.10 ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟตรงสำหรับขับพัลลวม	40
รูปที่ 4.11 แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม	41
รูปที่ 4.12 แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของระยะห่างของเป้าหมาย	43

	หน้า
รูปที่ 4.13 แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเอาท์พุท	44
รูปที่ 4.14 แสดงการคำนวณและคิฟuzzyฟิเคชัน เมื่อให้ $T=30$ องศาเซลเซียส และ $D = 70$ เซนติเมตร	48
รูปที่ 5.1 ผลการทดลองการวัดระยะทางด้วยอัลตราโซนิก	50
รูปที่ 5.2 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดที่ระดับ 240	51
รูปที่ 5.3 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดที่ระดับ 230	51
รูปที่ 5.4 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดที่ระดับ 173	52
รูปที่ 5.5 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดที่ระดับ 135	52
รูปที่ 5.6 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดที่ระดับ 97	53
รูปที่ 5.7 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดที่ระดับ 64	53
รูปที่ 5.8 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดที่ระดับ 32	54
รูปที่ 5.9 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่โหลดที่ระดับ 0	54
รูปที่ 5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กำลังงานที่ได้ ในความเร็วระดับต่าง ๆ	55
รูปที่ 5.11 ผลการทดลองเมื่อให้อุณหภูมิคงที่หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง กับเอาท์พุท	56
รูปที่ 5.12 ผลการทดลองเมื่อให้ระยะห่างคงที่หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับเอาท์พุท	57
รูปที่ 6.1 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของเอาท์พุทเมื่อให้มีจำนวน 7 เซตสมาชิก	58
รูปที่ 6.2 ผลการทดลองเมื่อให้อุณหภูมิคงที่หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง กับเอาท์พุท	59
รูปที่ 6.3 ผลการทดลองเมื่อให้ระยะห่างคงที่หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับเอาท์พุท	60

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 บิตและหน้าที่ต่าง ๆ ภายในรีจิสเตอร์ TMOD	19
ตารางที่ 3.2 การกำหนดค่าบิตต่าง ๆ เพื่อทำการจับเวลา	19
ตารางที่ 4.1 กฎของพีซีซีสำหรับระบบการควบคุมพัลลวม	46
ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการวัดระยะทางด้วยเครื่องวัดเปรียบเทียบกับระยะทางจริง	49
ตารางที่ 6.1 กฎของพีซีซี เมื่อให้สมาชิกของเอาต์พุทมีจำนวน 7 เซตสมาชิก	59



บทที่ 1

บทนำ

ปริญญาบัตรนี้นำเสนอการควบคุมพัลลัมด้วยพีซีคอนโทรลเลอร์ ซึ่งได้ประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เข้ากับทฤษฎีการควบคุมแบบพีซี เพื่อใช้ในการควบคุมพัลลัมแบบอัตโนมัติ

1.1 วัตถุประสงค์

- 1.1.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีการควบคุมแบบพีซี และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของพัลลัมหรือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- 1.1.2 เพื่อศึกษาการทำงานและการประยุกต์ทฤษฎีการควบคุมแบบพีซีกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ได้
- 1.1.3 เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรวัดระยะทางด้วยคลื่นเสียง และสามารถใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์
- 1.1.4 เพื่อศึกษาทฤษฎีและออกแบบวงจรควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- 1.1.5 เพื่อให้สามารถนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้งานในทางปฏิบัติได้
- 1.1.6 ศึกษาการทำงานของวงจรถอดรหัส เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

1.2 ปริญญาบัตรเล่มนี้จะกล่าวถึง

- 1.2.1 การควบคุมพัลลัมด้วยทฤษฎีการควบคุมแบบพีซี ซึ่งประยุกต์ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51
- 1.2.2 ทฤษฎีการควบคุมแบบพีซี และทฤษฎีการออกแบบวงจรในส่วนต่าง ๆ
- 1.2.3 ขั้นตอนการออกแบบ การทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

ในการควบคุมพัลลัมด้วยฟิซซึ่คอนโทลเลอร์นั้นจะประกอบด้วย ส่วนแหล่งจ่ายไฟตรง ส่วนเซ็นเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ วงจรควบคุมความเร็วของพัลลัม (มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง) และโปรแกรมการควบคุมด้วยฟิซซึ่คอนโทลเลอร์

1.3 หลังจบโครงการนี้แล้วทำให้สามารถเข้าใจทฤษฎีและสามารถประยุกต์ใช้การควบคุมแบบฟิซซึ่กับไมโครคอนโทลเลอร์เพื่อใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และสามารถนำไปใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีการควบคุมแบบฟัซซี่

2.1 บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการจัดการสัญญาณให้มีคุณสมบัติที่เป็นเชิงเส้นโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมเป็นตัวจัดการสัญญาณ ซึ่งจะมีความยืดหยุ่นและสะดวกในการใช้งานเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ความเร็วในการประมวลผลของไมโครคอมพิวเตอร์ในยุคปัจจุบันมีความเร็วสูงมาก ทำให้เกิดปัญหาน้อยมากในการใช้งานในกระบวนการจริง ในปี ค.ศ. 1965 Professor Lotfi Zadeh ได้มีการนำเสนอฟัซซี่เซต และฟัซซี่ลอจิก เพื่อใช้หาข้อสรุปตามหลักการและเหตุผล เมื่อตัวแปรของระบบถูกนิยามในเชิงคุณภาพและมีความคลุมเครือ ในปี ค.ศ. 1974 Professor E.R. Mamdani ได้นำหลักการนี้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ โดยแปลงความรู้ที่ได้จากประสบการณ์การควบคุมของผู้ปฏิบัติการที่อยู่ในรูปเงื่อนไข ถ้า....แล้ว.... ให้เป็นกฎการควบคุมที่มีตัวแปรเป็นฟัซซี่เซต ทำให้ทฤษฎีฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิกเข้ามามีบทบาทในการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรม เนื่องจากมีข้อดีที่เป็นจุดเด่นหลายประการดังนี้

- สามารถออกแบบตัวควบคุมได้ โดยไม่ต้องรู้โมเดลทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการ เนื่องจากออกแบบตัวควบคุม ใช้วิธีแปลงความรู้หรือประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญให้เป็นกฎการควบคุมในรูปเงื่อนไข
- สามารถควบคุมกระบวนการที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้ เนื่องจากความไม่เป็นเชิงเส้นนี้ จะถูกควบคุมได้โดยการกำหนดความสัมพันธ์ของกฎการควบคุมแบบไม่เป็นเชิงเส้น
- สามารถออกแบบตัวควบคุม สำหรับควบคุมกระบวนการที่มีหลายสัญญาณจุดเข้าหลายสัญญาณจุดออกได้สะดวก เนื่องจากความซับซ้อนของความสัมพันธ์ของกฎการควบคุม ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่สามารถทำความเข้าใจและทำการปรับเปลี่ยนได้ง่าย

ในการออกแบบตัวจากการสัญญาณโดยใช้เทคนิคของฟัซซี่ลอจิก จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับฟัซซี่ เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานรวมทั้งเพื่อใช้ในการกำหนดโครงสร้างและวิธีการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับฟัซซี่ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 ทฤษฎีฟัซซีเซต (Fuzzy Set Theory)

นิยามที่ 1 ฟัซซีเซต

ฟัซซีเซต คือ เซตของคู่อันดับ u และฟังก์ชันการเป็นสมาชิก $\mu_A(u)$ โดยที่ u เป็นสมาชิกใด ๆ ของเอกภพสัมพัทธ์ U เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ดังนี้

$$A = \{ (u, \mu_A(u) \mid u \in U) \} \quad (2.1)$$

นิยามที่ 2 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต

ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A ถูกนิยามให้มีค่าอยู่ภายในช่วง 0 ถึง 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\mu_A(u)$

โดยที่ค่า $\mu_A(u)$ เป็นค่าที่ระบุถึงระดับความเป็นสมาชิกของ u ในฟัซซีเซต A

ถ้า $\mu_A(u)$ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า u ไม่มีความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A

ถ้า $\mu_A(u)$ มีค่าน้อย แสดงว่า u มีความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A น้อย

ถ้า $\mu_A(u)$ มีค่ามาก แสดงว่า u มีความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A มาก

ถ้า $\mu_A(u)$ มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่า u มีความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A อย่างสมบูรณ์

$$\mu_A(u) : U \rightarrow [0,1] \quad (2.2)$$

นิยามที่ 3 การเท่ากับของฟัซซีเซต

ฟัซซีเซต A จะเท่ากับฟัซซีเซต B ก็ต่อเมื่อ สมาชิก u ทุกตัวในเอกภพสัมพัทธ์ U มีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A เท่ากับค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$A=B$

$$(A = B) \leftrightarrow (\mu_A(u) = \mu_B(u) ; \forall u \in U) \quad (2.3)$$

นิยามที่ 4 การเป็นสับเซตของฟัซซีเซต

ฟัซซีเซต A จะเป็นสับเซตของฟัซซีเซต B ก็ต่อเมื่อ สมาชิก u ทุกตัวในเอกภพสัมพัทธ์ U มีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ A B

$$(A \subset B) \leftrightarrow (\mu_A(u) \leq \mu_B(u) ; \forall u \in U) \quad (2.4)$$

นิยามที่ 5 ซับพอร์ต, ครอส โอเวอร์ ,และ ฟัซซีซิงเกิลตัน

ซับพอร์ต (Support) ของฟังก์ชันเซต A คือเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกที่ทุก ๆ ค่าของ u ในเอกภพสัมพัทธ์มากกว่า 0

ครอส โอเวอร์ (Crossover) คือค่าของ u ในเอกภพสัมพัทธ์ซึ่งมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.5

ฟัซซีซิงเกิลตัน (Fuzzy singleton) คือฟัซซีเซตที่มีสมาชิกเพียงตัวเดียวและมีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 1

นิยามที่ 6 ปฏิบัติการพื้นฐานของฟัซซีเซต

คอมพลิเมนต์ของฟัซซีเซต A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ A' ถูกนิยามในรูปฟังก์ชันการเป็นสมาชิกดังนี้

$$\mu_{A'}(u) = 1 - \mu_A(u) \quad (2.5)$$

ยูเนียนของฟัซซีเซต A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $A \cup B$ ถูกนิยามในรูปฟังก์ชันการเป็นสมาชิกดังนี้

$$\mu_{A \cup B}(u) = S(\mu_A(u), \mu_B(u)) \geq \max\{\mu_A(u), \mu_B(u)\} \quad (2.6)$$

เมื่อ s คือตัวปฏิบัติการ triangular co-norms

อินเตอร์เซกชันของฟัซซีเซต A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $A \cap B$ ถูกนิยามในรูปฟังก์ชันการเป็นสมาชิกดังนี้

$$\mu_{A \cap B}(u) = T(\mu_A(u), \mu_B(u)) \leq \min\{\mu_A(u), \mu_B(u)\} \quad (2.7)$$

เมื่อ t คือตัวปฏิบัติการ triangular norms

นิยามที่ 7 ผลคูณคาร์ทีเซียน

ผลคูณค่าที่เขียนของ A_1, A_2, \dots, A_n คือฟังก์ชันเซตในเอกภพสัมพัทธ์ $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_n$ ที่มีฟังก์ชันการเป็นสมาชิกดังนี้

$$\begin{aligned} \mu_{A_1 \times \dots \times A_n}(u_1, \dots, u_n) &= \min\{\mu_{A_1}(u_1), \dots, \mu_{A_n}(u_n)\} \quad \text{Min-Intersection} \\ &= \mu_{A_1}(u_1) * \dots * \mu_{A_n}(u_n) \quad \text{Algebraic Product} \end{aligned} \quad (2.8)$$

นิยามที่ 8 ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน

กำหนดให้ R เป็นความสัมพันธ์ฟังก์ชันจากฟังก์ชันเซต A ไปยังฟังก์ชันเซต B โดยที่ A เป็นฟังก์ชันเซตในเอกภพสัมพัทธ์ U ; $u \in U$
 B เป็นฟังก์ชันเซตในเอกภพสัมพัทธ์ V ; $v \in V$
 จะได้ว่า

$$R_{U \times V} = A \times B = \{(u, v), \mu_R(u, v) \mid (u, v) \in U \times V\} \quad (2.9)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \mu_R(u, v) &= \min\{\mu_A(u), \dots, \mu_B(v)\} \quad \text{Min-Intersection} \\ &= \mu_A(u) * \dots * \mu_B(v) \quad \text{Algebraic Product} \end{aligned}$$

2.3 ฟังก์ชันลอจิก

2.3.1 ตัวแปรถึงกวิสติก (Linguistic Variable)

นิยามที่ 9 ตัวแปรถึงกวิสติก

ตัวแปรถึงกวิสติก ถูกนิยามด้วยฟังก์ชัน 5 เทอมคือ $(x, T(x), U, G, M)$

เมื่อ x คือ ชื่อของตัวแปร (Label)

$T(x)$ คือ เซตของค่าถึงกวิสติกของ X

U คือ เอกภพสัมพัทธ์ โดยที่ $u \in U$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X คือ ชื่อของค่าลึงกวิสติกของ x ที่ถูกสร้างตามกฎ เรียกว่า เทอม (Term)

G คือ Syntatic Rule ในการกำหนดชื่อของเทอม X

M คือ Semantic Rule ในการนิยามคุณสมบัติของเทอม X

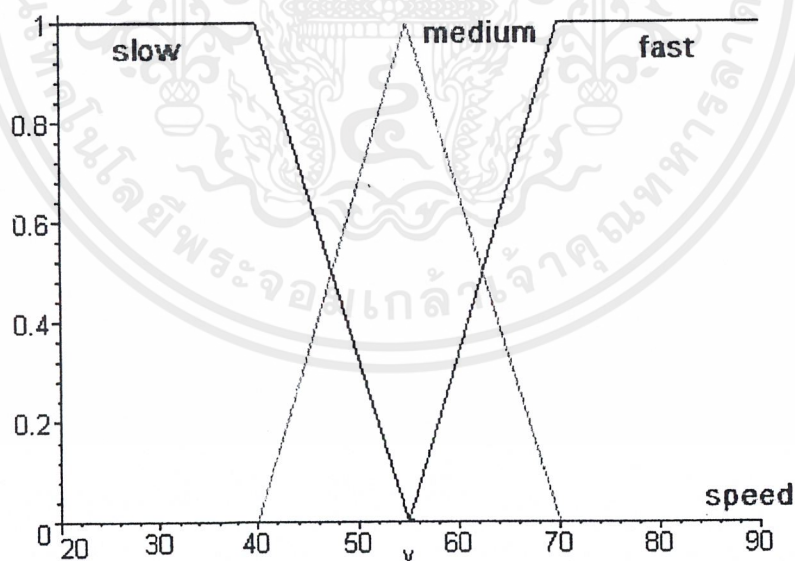
M(x) คือ ฟังก์ชันที่สับเซตของเอกภพสัมพัทธ์ U

ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการแปลตัวแปรความเร็วในลักษณะของตัวแปรแบบลึงกวิสติก ดังนั้น x คือความเร็ว และ $T(x)$ อาจเขียนได้เป็น

$$T(\text{speed}) = \{\text{slow}, \text{moderate}, \text{fast}, \text{very slow}, \text{more or less fast}, \dots\}$$

โดยที่แต่ละ $T(\text{speed})$ จะถูกแทนได้ด้วยฟังก์ชันที่สับเซตภายใต้เอกภพสัมพัทธ์ $U[0,100]$ ซึ่งเราอาจจะแปลความหมายของ “slow” ได้เป็น ความเร็วที่ต่ำกว่า 40 mph “moderate” เป็น ความเร็วในช่วงใกล้กับ 55 mph ซึ่งจากความหมายที่กำหนดข้างต้นสามารถเขียนฟังก์ชันที่สับเซตได้โดยมีฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ดังแสดงในรูปที่ 2.1

จากรูปแสดงฟังก์ชันที่สับเซต ความเร็ว (Speed) โดยที่ความเร็วเป็นตัวแปรลึงกวิสติก ประกอบด้วย 3 กลุ่มตัวแปร (label) คือ “Slow”, “Medium” และ “Fast”



รูปที่ 2.1 แสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของตัวแปรลึงกวิสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผลโดยใช้ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก

การหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผลโดยใช้ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก จะเป็นการขยายนิยามของัจฉนิรันดร์ที่ใช้ในตรรกศาสตร์แบบเดิม เพื่อใช้หาข้อสรุปตามหลักการเหตุผลของประพจน์ที่เป็นฟัซซี่เซต โดยทำการขยายนิยามของ Modus Ponens และ Modus Tollens สำหรับฟัซซี่ลอจิก เรียกว่า Generalized Modus Ponens : GMP และ Generalized Modus Tollens : GMT ดังแสดงในนิยามที่ 10 และนิยามที่ 11 ตามลำดับ

นิยามที่ 10 Generalized Modus Ponens : GMP

Generalized Modus Ponens คือการหาข้อสรุปจากเหตุไปหาผล (Forward Data-Driven)

GMP :	Premise	$u \text{ is } A'$
	Implication	If $u \text{ is } A$ then $v \text{ is } B$
	Conclusion	$v \text{ is } B$

นิยามที่ 11 Generalized Modus Tollens : GMT

Generalized Modus Tollens คือการหาข้อสรุปจากผลไปหาเหตุ (Backward Goal-Driven)

GMT :	Premise	$v \text{ is } B'$
	Implication	If $u \text{ is } A$ then $v \text{ is } B$
	Conclusion	$u \text{ is } A$

2.4 ฟัซซี่ฟิเคชัน (Fuzzification)

นิยามที่ 12 ฟัซซี่ฟิเคชัน

ฟัซซี่ฟิเคชัน คือ กระบวนการหาค่าฟัซซี่บนเอกภพสัมพัทธ์ U ของอินพุต เพื่อเป็นตัวแทนของอินพุตซึ่งมีค่าเป็นตัวเลข สำหรับใช้เป็นอินพุตของระบบฟัซซี่

การฟัซซี่ฟิเคชัน สามารถทำได้ 3 วิธี ดังนี้

2.4.1 ฟัซซี่ฟิเคชัน โดยใช้ฟัซซี่ซิงเกิลตัน จะได้ว่า $Fuzzification(u_0) = A$ โดยที่ A เป็นฟัซซี่ซิงเกิลตัน หรือ

$$\begin{aligned} \mu_A(u) &= 1 ; u = u_0 \\ &= 0 ; u \neq u_0 \end{aligned} \quad (2.10)$$

2.4.2 ฟัชซีฟิเคชัน โดยใช้ฟัชซีนัมเบอร์ จะได้ว่า Fuzzification(u_0) = A โดยที่ A เป็นฟัชซีนัมเบอร์

$$\mu_A(u) = 1 \quad ; u = u_0 \quad (2.11)$$

$\mu_A(u)$ ลดลง ; u อยู่ห่างออกไปจาก u_0

2.4.3 ฟัชซีฟิเคชัน โดยใช้ไฮบริคนัมเบอร์ จะได้ว่า Fuzzification(u_0) = A โดยที่ A เป็นไฮบริคนัมเบอร์ (ไฮบริคนัมเบอร์ คือ ฟัชซีนัมเบอร์ที่มีสมาชิกในเอกภาพสัมพัทธ์เป็น Random Number)

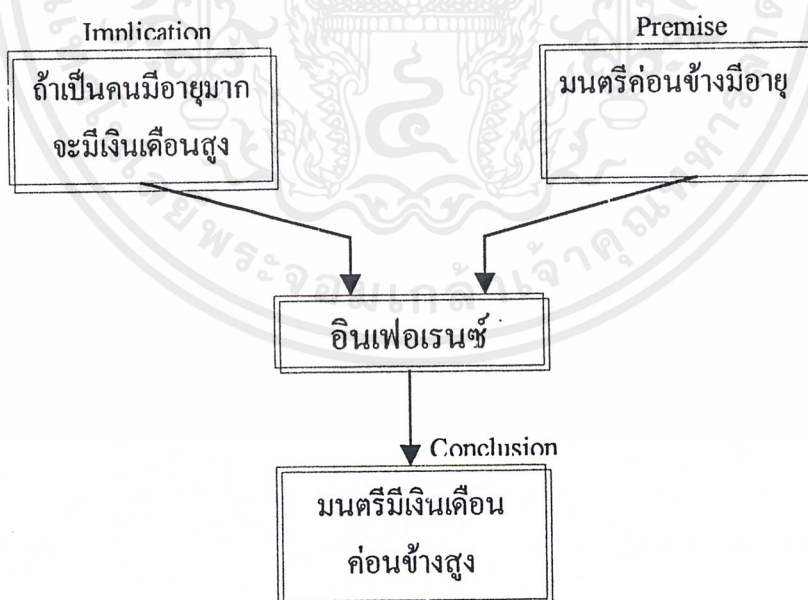
$$\mu_A(u) = 1 \quad ; u = u_0 \quad (2.12)$$

$\mu_A(u)$ ลดลง ; u อยู่ห่างออกไปจาก u_0

2.5 การอินเฟอร์เรนซ์แบบฟัชซี (Fuzzy Inference)

นิยามที่ 13 การอินเฟอร์เรนซ์

การอินเฟอร์เรนซ์ คือกระบวนการในการหาข้อสรุป (Conclusion) จากหลักฐาน (Premise) โดยมีเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล (Implication) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การหาข้อสรุปจากหลักฐาน โดยใช้เงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

2.6 คีฟซซฟฟเคซัน (Defuzzification)

นฬยมทล 14 คีฟซซฟฟเคซัน

คีฟซซฟฟเคซัน คลล ครอบวณการหาค่าเอาท้พุดเพยงค่าเดยว (ซงเกลดัน) ทลเหมาะสมทลสุด เพลล เป็นตัวแทนของฟ้ซซลเอาท้พุดทลมีค่าความเป็นไปได้ กระจายอยู่บนเอกภพสัมพัทล V ของเอาท้พุด ตัวอย่างวธคีฟซซฟฟเคซันทลนฬยมใช้มีดงนล

2.6.1 Max Procedure เป็นวธคีฟซซฟฟเคซัน โดยเลลลค่าเอาท้พุดทลมีค่าฟงกัซันการเป็นสมาชกมากทลสุด เพลลใช้เป็นตัวแทนของฟ้ซซลเอาท้พุด

2.6.2 Mean of Maximum (MOM) เป็นวธทลขยายมาจากวธ Max Procedure เพลลใช้ในกรณีทลค่าเอาท้พุดมีค่าฟงกัซันการเป็นสมาชกสูงสุดทลกับหลายค่า ให้ทำการหาค่าเฉลี่ยของค่าเอาท้พุดทลมีค่าฟงกัซันการเป็นสมาชกสูงสุดทลนล

2.6.3 Center of area (COA) / Center of Gravity (COG) วธ COA เป็นวธหาคจุดศูนย์กลางของฟ้ซซลกราฟของฟงกัซันการเป็นสมาชก เพลลใช้เป็นตัวแทนของฟ้ซซลเอาท้พุด ซงทำได้โดยการแบ่งฟ้ซซลกราฟของฟงกัซันการเป็นสมาชกออกเป็น 2 ส่วนทลๆ กัน และค่า v_0 จะหาได้จากค่า v ทลตำแหน่งของเส้นแบ่งครล่ง สามารถแสดงด้วยสมการดงนล

$$\text{COA}(B) = \int_{-\infty}^{\infty} \mu_B(v) dv$$

$$\text{COG}(B) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} v \mu_B(v) dv}{\int_{-\infty}^{\infty} \mu_B(v) dv} \quad (2.13)$$

ประมาณได้เป็น

ในกรณีเอกภพสัมพัทล V มีสมาชกเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง สามารถหาค่า v_0 ได้จากสมการดงนล

$$\text{COG}(B) = \frac{\sum_{i=1}^{N_q} v_i \mu_B(v_i)}{\sum_{i=1}^{N_q} \mu_B(v_i)} \quad (2.14)$$

บทที่ 3

ทฤษฎีพื้นฐานในการออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานในการออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์ ซึ่งมีทฤษฎีที่สำคัญอยู่หลาย ๆ ส่วนด้วยกัน เช่น ทฤษฎีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทฤษฎีการวัดระยะทางด้วยคลื่นเสียง และทฤษฎีการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีในแต่ละส่วนเพื่อเป็นพื้นฐานในการออกแบบต่อไป

3.1 ทฤษฎีการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่นซึ่งมีสถาปัตยกรรมที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดหรือจำนวนของหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกันออกไป เพื่อความเหมาะสมในงานประยุกต์ต่าง ๆ ตามความต้องการ การอ้างถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในหนังสือเล่มนี้จะเรียกรวมกันว่า 8051 แทน

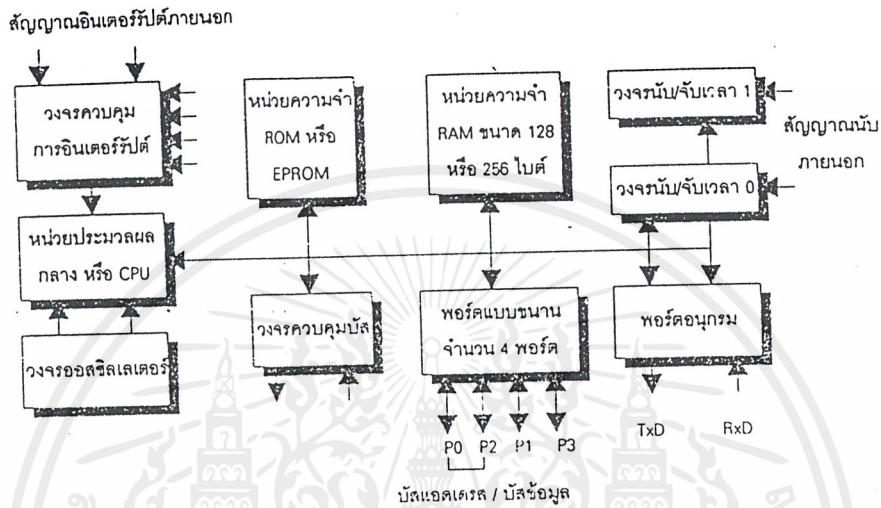
3.1.1 คุณลักษณะพื้นฐานของ 8051

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงหน่วยการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่าง ๆ ที่จัดอยู่ในตระกูล MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย

- หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
- หน่วยประมวลผลสำหรับข้อมูลแบบบิต
- ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์
- ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบต์
- หน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 4 กิโลไบต์แบบ EPROM หรือแบบ ROM
- หน่วยความจำแบบ RAM ภายในจำนวน 128 ไบต์
- พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนานจำนวน 32 เส้น ซึ่งสามารถแยกทำงานได้อย่างอิสระ
- วงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวนสองวงจร
- วงจรสื่อสารแบบอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- วงจรควบคุมการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 6 ประเภท พร้อมการกำหนดลำดับความสำคัญได้สองระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน



รูปที่ 3.1 แผนภาพบล็อกแสดงหน่วยทำงานพื้นฐานของ MCS-51

โดยมากแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ มักจะมีรูปร่างของไอซีเป็นแบบ DIP ขนาด 40 ขา ซึ่งแต่ละขาสัญญาณจะมีหน้าที่ที่ระบุชัดเจนตามสัญลักษณ์ชื่อย่อที่กำกับในแต่ละขา อย่างไรก็ตามจะมีบางขาสัญญาณที่อาจจะมีหน้าที่ได้มากกว่าหนึ่งอย่าง ซึ่งจะไม่สามารถใช้งานในเวลาเดียวกันได้

3.1.2 ฐานเวลาในการทำงานของซีพียูภายใน 8051

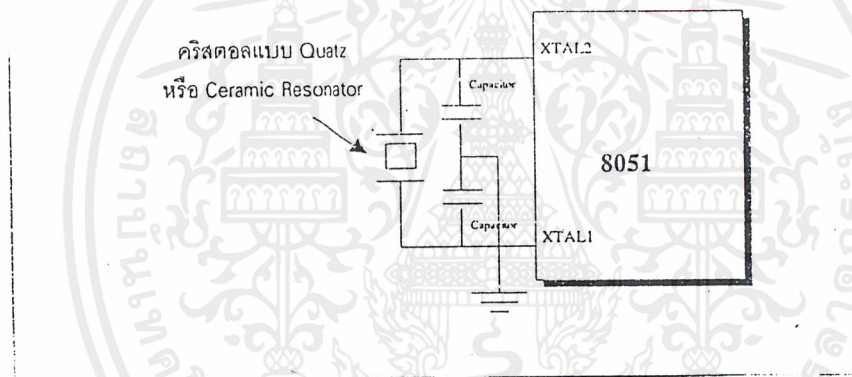
8051 มีวงจรรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายใน สำหรับการสร้างพัลส์ของสัญญาณนาฬิกา ซึ่งจะนำไปเป็นฐานเวลา หรือการกำหนดจังหวะการทำงานของหน่วยการทำงานทั้งหมดให้สอดคล้องกัน โดยปกติแล้วก็มักจะทำโดยการใช้คริสตัลเชื่อมต่อเข้ากับขาสัญญาณ XTAL1 และ XTAL2 พร้อมกับตัวเก็บประจุตั้งลักษณะในรูปที่ 3.2

พัลส์ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาจะเรียกว่า Pulse และคาบของสัญญาณนาฬิกา นี้ เรียกว่า คาบเวลาออสซิลเลเตอร์ คาบเวลาออสซิลเลเตอร์จำนวนสองคาบ เรียกว่า State ซึ่งจะนำไปใช้เป็นช่วงเวลาพื้นฐานการทำงานย่อยของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น การนำคำสั่ง (Fetch) การถอดความหมาย (Decode) การประมวลผล (Execute) และการเขียนข้อมูล เป็นต้น ช่วงเวลาของ State จำนวนหกครั้งจะ

เรียกว่า แมชชีนไซเคิล ดังนั้นหนึ่งแมชชีนไซเคิลจะใช้เวลา 12 คาบของออสซิลเลเตอร์ แมชชีนไซเคิลนี้จัดเป็นช่วงเวลาที่น้อยที่สุดในการทำคำสั่งใดคำสั่งหนึ่ง ซึ่งหากว่าเป็นคำสั่งที่ซับซ้อนมากก็จะต้องใช้เวลานานถึงสองหรือสามแมชชีนไซเคิล

การคำนวณหาว่าเวลาที่ใช้ในการทำคำสั่งใดจนเสร็จสิ้น จะต้องดูว่าคำสั่งนั้นใช้จำนวนแมชชีนไซเคิลเป็นเท่าไรในการประมวลผล เวลาที่ใช้จะคำนวณตามสูตร

$$T = \frac{12 C}{f_{crystal}} \quad (3.1)$$

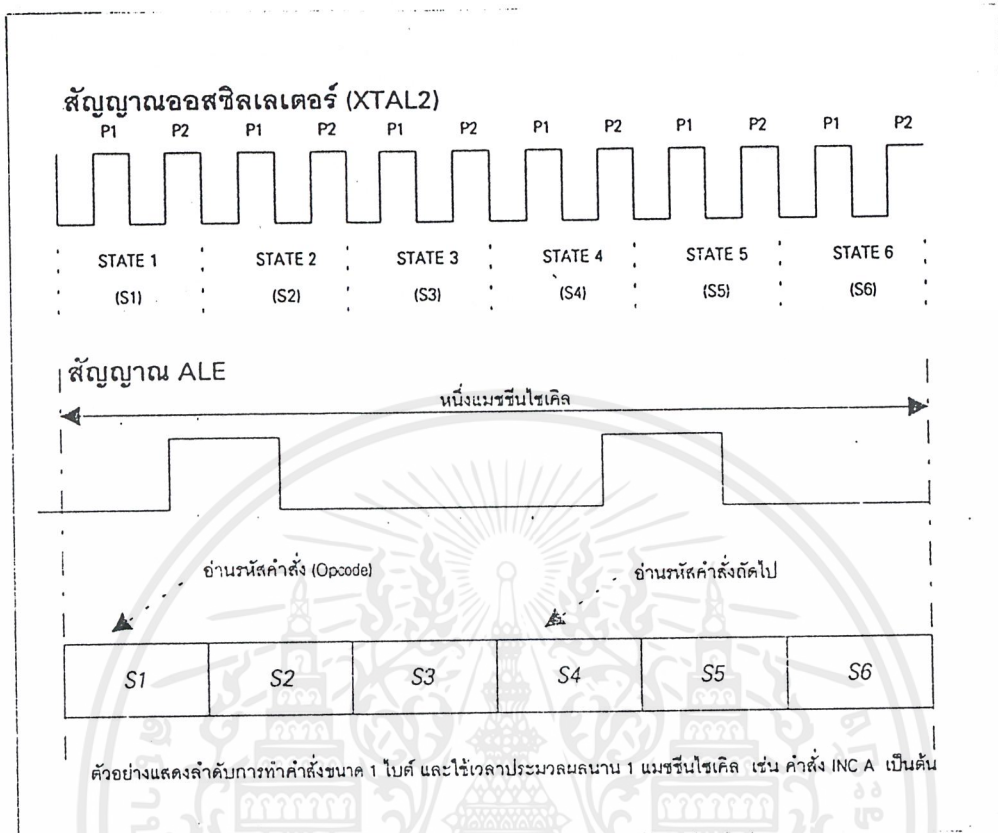


รูปที่ 3.2 แสดงการใช้คริสตัลภายนอกต่อเข้ากับวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน 8051

3.1.3 หน่วยความจำโปรแกรม

8051 สามารถอ่านข้อมูลหน่วยความจำโปรแกรมนี้ได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์ และแยกประเภทของหน่วยความจำโปรแกรมเป็น 2 ลักษณะ ตามตำแหน่งของหน่วยความจำนั้น คือหน่วยความจำภายในและหน่วยความจำภายนอก โดยหากที่ขา EA มีสถานะเป็น 0 จะเป็นการเลือกหน่วยความจำภายนอก แต่หากมีสถานะเป็น 1 จะเป็นการเลือกหน่วยความจำภายใน

หน่วยความจำภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่าง ๆ ในตระกูล MCS-51 มีขนาดแตกต่างกันออกไป เพื่อเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ



รูปที่ 3.3 แสดงแผนภาพเวลาพื้นฐานของ 8051 และลำดับของช่วงเวลา state ในการทำคำสั่งหนึ่งไบต์

3.1.4 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลมีหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูล หรือตัวแปรที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังประมวลผล โปรแกรมไว้เป็นการชั่วคราว โดยพื้นฐานแล้วหน่วยความจำข้อมูลจัดเป็นหน่วยความจำ RAM แบบ สแตติก พื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลของ 8051 สามารถมีได้สูงสุดไม่เกิน 64 กิโลไบต์และแยก ประเภทออกเป็นสองลักษณะตามตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยความจำนั้น คือ หน่วยความจำข้อมูลภายใน และ หน่วยความจำข้อมูลภายนอก

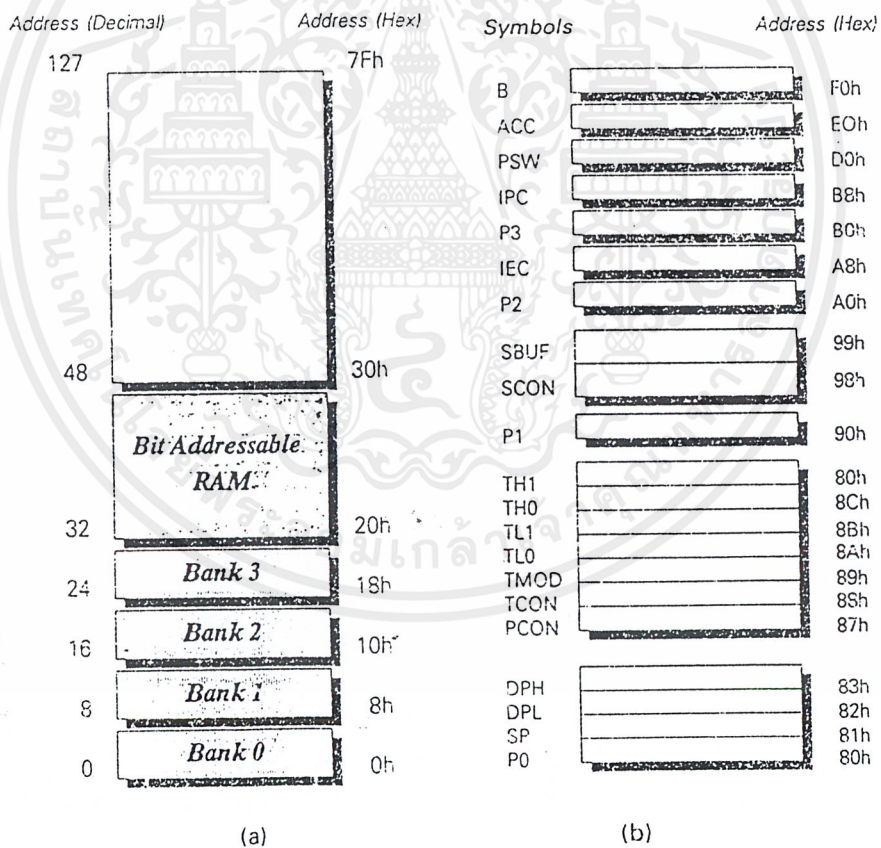
หน่วยความจำข้อมูลภายในของ 8051 มีจำนวนทั้งหมด 256 ไบต์ โดยจำแนกออกได้เป็นสอง ลักษณะคือ พื้นที่เฉพาะสำหรับตัวประมวลผลกลางใช้งานเท่านั้น ซึ่งเรามักจะเรียกกันในอีกชื่อหนึ่งว่า รีจิสเตอร์ และพื้นที่ใช้งานทั่ว ๆ ไปสำหรับโปรแกรมใช้งานที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมา

รูปที่ 3.4 แสดงให้เห็นถึงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในของ 8051 ซึ่งจำแนก ออกเป็นสองส่วน ดังนี้

หน่วยความจำขนาด 128 ไบต์แรก

บริเวณนี้จะมีตำแหน่งแอดเดรสอยู่ในช่วง 00H-7FH ซึ่งแบ่งย่อยออกไปได้อีกสามส่วน คือ

- บริเวณแอดเดรส 00H-1FH พื้นที่ข้อมูลนี้แบ่งเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีรีจิสเตอร์ชื่อเรียกว่า รีจิสเตอร์ R0-R7
- บริเวณแอดเดรส 20H-2FH บริเวณพื้นที่ส่วนนี้สามารถอ้างถึงเป็นบิตได้
- บริเวณแอดเดรส 30H-7FH เป็นบริเวณที่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างอิสระสามารถอ้างถึงของมูลได้เป็น ไบต์เท่านั้น



รูปที่ 3.4 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลภายในของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำ 128 ไบต์ถัดไป

เป็นหน่วยความจำที่มีการใช้งานเฉพาะจาก 8051 เท่านั้น โดยจะนำมาใช้เป็นตำแหน่งของ รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ จำนวน 20 ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยรีจิสเตอร์พิเศษนั้นเป็นรีจิสเตอร์สำหรับการควบคุมหน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์หรือพอร์ตของ 8051 ทั้งหมด การใช้งานรีจิสเตอร์เหล่านี้สามารถทำได้ทั้งระบุถึงชื่อหรือตำแหน่งของรีจิสเตอร์นั้น ๆ ก็ได้

ชื่อรีจิสเตอร์	คำจำกัดความ	ความสามารถการอ้างถึงแบบบิต
ACC	Accumulator	ได้
B	B register	ได้
PSW	Program Status Word	ได้
SP	Stack Pointer	ได้
DPTR	Data pointer (DPH & DPL)	ได้
P0	Port 0	ได้
P1	Port 1	ได้
P2	Port 2	ได้
P3	Port 3	ได้
IP	Interrupt Priority	ได้
IE	Interrupt Enable	ได้
TMOD	Timer / counter mode	ไม่ได้
TCON	Timer / counter control	ได้
TH0	Timer / counter 0 (high)	ไม่ได้
TL0	Timer / counter 0 (low)	ไม่ได้
TH1	Timer / counter 1 (high)	ไม่ได้
TL1	Timer / counter 1 (low)	ไม่ได้
SCON	Serial control	ไม่ได้
SBUF	Serial data buffer	ไม่ได้
PCON	Power control	ไม่ได้

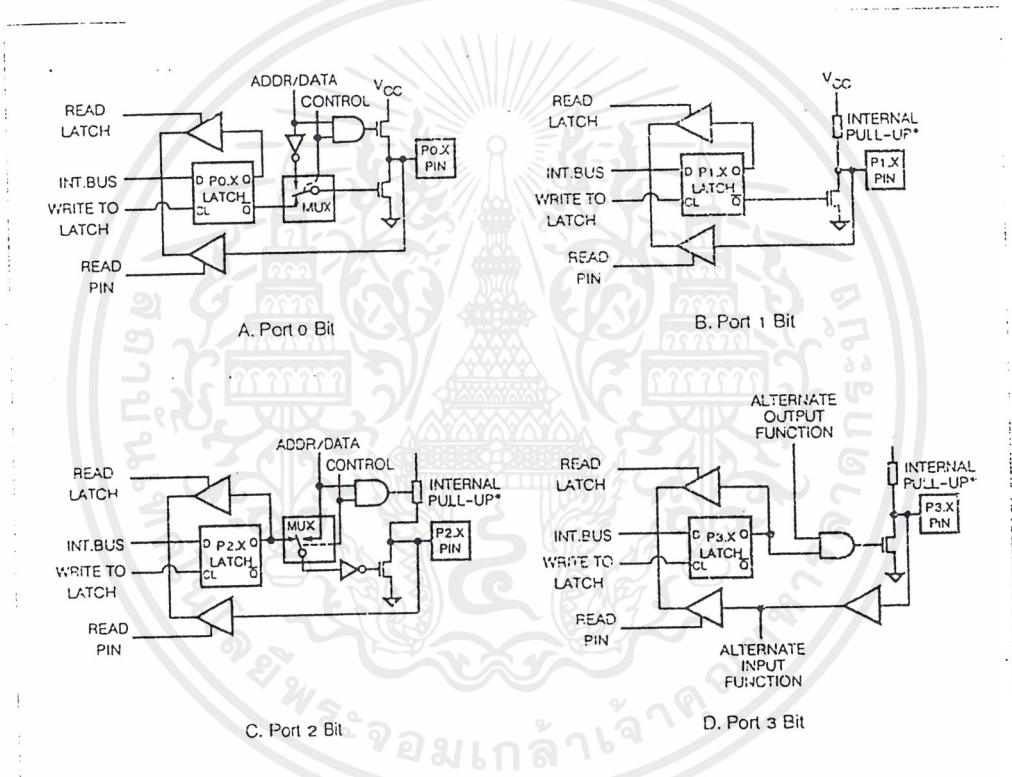
รูปที่ 3.5 รีจิสเตอร์ใช้งานพิเศษ

3.1.5 พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตของ 8051

ความสามารถพื้นฐานของ 8051 ประการหนึ่ง เป็นการควบคุมอุปกรณ์หรือวงจรรภายนอกซึ่งช่วงนี้จะได้กล่าวถึง วิธีการติดต่อกับพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตแบบขนานของ 8051 เพื่อให้สามารถทำการควบคุมหรือติดต่อกับอุปกรณ์เหล่านั้นได้

พอร์ต มีความหมายถึงแอดเดรสหนึ่งที่ได้รับกำหนดไว้เพื่อการโอนย้ายข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอก การกำหนดประเภทของการติดต่อขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของข้อมูลเมื่อพิจารณาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก การนำเข้าข้อมูลจากวงจรภายนอกจึงเรียกว่าการอินพุต และในกรณีตรงกันข้ามเพื่อส่งออกข้อมูลจะเรียกว่า การเอาต์พุต

โครงสร้างการทำงานของพอร์ต 8051 แสดงอยู่ในรูปที่ 3.6 จะเห็นว่ามีความคล้ายคลึงกันตามลักษณะ โครงสร้างยกเว้นพอร์ต 0 ซึ่งไม่มีตัวต้านทานทำหน้าที่ pull-up สัญญาณไว้ภายในเท่านั้น



รูปที่ 3.6 โครงสร้างของแต่ละบิตภายในพอร์ตของ 8051

การใช้งานพอร์ตเป็นอินพุตนั้นต้องเริ่มด้วยการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมาทางบิตของพอร์ตเป็นอันดับแรก เพื่อหยุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้น ทำให้ขาสัญญาณของบิตถูกต่อกับตัวต้านทานที่ทำหน้าที่ pull-up สำหรับบิตของพอร์ต 0 นั้น แม้ว่าจะมีหลักการที่คล้ายคลึงกันกับบิตของพอร์ตอื่น ๆ แต่เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานทำหน้าที่ pull-up ภายในไว้ ดังนั้นผู้ใช้จะต้องเป็นตัวต่อตัวต้านทาน pull-up ให้กับพอร์ตเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานพอร์ตเป็นเอาต์พุตนั้น เมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 0 ให้กับแต่ละบิตของพอร์ต ฟลิปฟลอปจะค้างค่านี้ไว้และทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่จับสัญญาณทำงาน ขาสัญญาณก็มีสถานะเป็นลอจิกต่ำ ส่วนเมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 นั้น ทรานซิสเตอร์จะทำการหยุดการทำงาน ทำให้ขาของสัญญาณต่อกับตัวต้านทานที่ pull-up แทน สำหรับการทำงานของพอร์ต 0 นั้นเนื่องจากไม่มีตัวต้านทานทำหน้าที่ pull-up อยู่ ดังนั้นผู้ใช้ต้องเป็นผู้ต่อตัวต้านทาน pull-up นี้เอง

3.1.6 วงจรนับเวลา/จับเวลา

การออกแบบระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มักจะต้องการวงจรที่มีหน้าที่เป็นฐานเวลาสำหรับการดำเนินงานหรือการนับบางอย่าง เช่น จำนวนพัลส์ที่เข้ามาในระบบ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว หากดำเนินการด้วยวิธีทางด้านซอฟต์แวร์ ก็มักจะเป็นการวนรอบนับ ซึ่งโปรเซสเซอร์จะต้องเสียเวลามาก แลงานนี้มาก ดังนั้นเพื่อเป็นการลดภาระงานทางด้านนี้ หรือช่วยให้มีการจับเวลาที่แม่นยำมากขึ้นจึงได้มีวงจรรับ/จับเวลาอยู่ภายในตัวไอซีโดยเฉพาะ โดยที่สามารถกำหนดเลือกลักษณะการทำงานแบบต่างๆ ได้โดยวิธีการซอฟต์แวร์ควบคุม

8051 ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตจำนวนสองตัว (T0 และ T1) โดยสามารถควบคุมให้ทำหน้าที่เป็นตัวจับเวลาเพื่อนับจำนวนพัลส์สัญญาณนาฬิกาภายใน หรือควบคุมให้ทำหน้าที่เป็นตัวนับจำนวนพัลส์ของระบบได้

ภายในรีจิสเตอร์แต่ละตัวยังสามารถแยกออกได้เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 2 ตัวคือ TL และ TH โดยการทำงานของรีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้มีผลมาจากการกำหนดค่าของบิตที่อยู่ภายในรีจิสเตอร์ TMOD และ TCON

กระบวนการทำงานของวงจรรับ/จับเวลา จะเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับรีจิสเตอร์ T0 หรือ T1 ค่านี้จะเป็นค่าจำนวนพัลส์ภายในที่ต้องการจะให้นับหรือค่าของจำนวนพัลส์ภายนอกที่เข้ามาทางขาสัญญาณ T0 และ T1 ทั้งนี้การทำงานของรีจิสเตอร์เพิ่มค่าจากที่กำหนดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเกิดโอเวอร์โฟลว์ ทำให้เกิดการกำหนดค่าของแฟล็กเพื่อแจ้งให้ซีพียูได้รับทราบ ดังนั้นโปรแกรมทั่วไปจึงมักจะใช้สถานะของแฟล็กนี้ซึ่งเป็นบิตที่ 7 ในรีจิสเตอร์ TCON เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการนับเสร็จลงแล้ว หรือเพื่อใช้ในการอินเตอร์รัปต์โปรแกรมต่อไป

การทำงานของตัวนับ/จับเวลานั้นมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการทำงานของตัวจับเวลาเท่านั้น

การทำงานของตัวจับเวลา รีจิสเตอร์จะมีการเพิ่มค่าทุก ๆ แมกซีนไซเคิล โดยการกำหนดค่าให้อยู่ในสถานะเช่นในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 บิตและหน้าที่ต่าง ๆ ภายในรีจิสเตอร์ TMOD

ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย
GATE1	TMOD.7	ควบคุม GATE สำหรับ TIMER 1
C/T1	TMOD.6	กำหนดการทำงานเป็นตัวนับ/จับเวลา
M1	TMOD.5	บิตบนสำหรับกำหนดโหมด
M0	TMOD.4	บิตล่างสำหรับกำหนดโหมด
GATE0	TMOD.3	ควบคุม GATE สำหรับ TIMER 0
C/T0	TMOD.2	กำหนดการทำงานเป็นตัวนับ/จับเวลา
M1	TMOD.1	บิตบนสำหรับกำหนดโหมด
M0	TMOD.0	บิตล่างสำหรับกำหนดโหมด

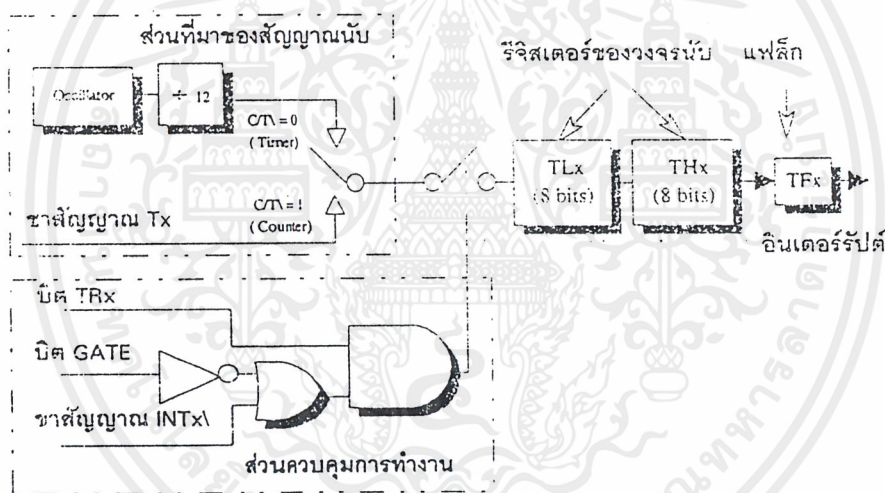
ตารางที่ 3.2 การกำหนดค่าบิตต่าง ๆ เพื่อทำการจับเวลา

การกำหนดค่าบิต	รีจิสเตอร์	ความหมาย
C/T = 0	TMOD	กำหนดเป็นการจับเวลา
TR1 หรือ TR0 = 1	TCON	กำหนดให้เริ่มทำงาน
GATE = 0 หรือระดับสัญญาณที่ขา INT0 หรือ INT1 มีสถานะลอจิกสูง	TMOD	กำหนดสถานะการควบคุมการทำงาน

การจับเวลาจะมีอยู่ทั้งหมด 4 โหมดด้วยกัน โดยแต่ละโหมดจะมีลักษณะเฉพาะต่างกัน ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเฉพาะ โหมด 1 เท่านั้นเนื่องจากเป็นโหมดที่มีการใช้ในการออกแบบ

การจับเวลาในโหมด 1

การทำงานในโหมด 1 จะต้องกำหนด $M1=0$ และ $M0=1$ จะเป็นการจับเวลาโดยใช้รีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต โดยจะต้องมีการตั้งค่าที่รีจิสเตอร์ T0 หรือ T1 ทุกครั้งก่อนการเริ่มต้นนับ วงจรจับเวลาจะทำการเพิ่มค่าใน T0 หรือ T1 ทุก ๆ แมกซีนไซเคิล จนกระทั่งเกิดการโอเวอร์โฟลว์ ก็จะทำให้ TF1 มีสถานะลอจิกเป็น 1 หากโปรแกรมมีการยอมให้มีการอินเตอร์รัป โปรแกรมจะกระโดดไปทำงานที่ตำแหน่ง OBH ทันทีในกรณีใช้ T0 และกระโดดไปที่ตำแหน่ง 1BH ในกรณีใช้ T1 ซึ่งการจับเวลาในโหมดที่ 1 มีบล็อกไดอะแกรมของการจับเวลาดังในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การทำงานของ Timer/counter โหมดที่ 1

3.2 ทฤษฎีการวัดระยะทางด้วยคลื่นเสียง

3.2.1 ลักษณะของคลื่นอัลตราโซนิค

คลื่นอัลตราโซนิคเป็นคลื่นเสียงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกล ซึ่งมีความถี่สูงกว่าความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยินซึ่งอยู่ในย่าน 20 Hz ถึง 20 kHz ดังนั้นจึงถือได้

ว่าคลื่นเสียงใด ๆ ที่ความถี่สูงกว่า 20 kHz ขึ้นไปเป็นคลื่นอัลตราโซนิก ซึ่งเราสามารถแยกคลื่นอัลตราโซนิกเป็น 3 ชนิดเหมือนคลื่นทั่ว ๆ ไป

1. คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) คือคลื่นที่อนุภาคของคลื่น จะเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น คลื่นตามยาวนี้สามารถเดินทางผ่านของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยมากถ้ากล่าวถึงความเร็วของคลื่นเสียงแล้วจะหมายถึงความเร็วของคลื่นตามยาว

2. คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) คือคลื่นที่อนุภาคของคลื่นจะเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น ซึ่งคลื่นตามขวางนี้จะสามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นของตัวมันและสามารถผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งแต่ไม่สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวและแก๊ส

คลื่นตามขวาง มีลักษณะเหมือนการเกิดขั้วบวกและลบซึ่งเป็นเหตุผลว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาคเป็นไปเพียงทิศทางเดียวเช่นในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางที่เคลื่อนที่ไป ต้นกำเนิดของคลื่นตามขวางเป็นพื้นหน้าเรียบของระนาบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคอันเนื่องมาจากการแกว่งความหนาแน่นของตัวกลางจะไม่เปลี่ยนแปลงโดยการเคลื่อนที่ของคลื่นแบบตามขวาง ความเร็วของคลื่นชนิดนี้จะน้อยกว่าความเร็วของคลื่นตามยาว ในขณะที่เดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน ความยาวคลื่นของคลื่นตามขวางจะน้อยกว่าของคลื่นตามยาวเสมอ

3. คลื่นตามผิว (Surface Wave) คือคลื่นอีกชนิดหนึ่งซึ่งจะคล้ายกับคลื่นตามขวาง จะต่างกันตรงที่ว่าตำแหน่งของอนุภาคไม่เป็นเพียงในทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่เพียงอย่างเดียว แต่มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ด้วย จึงทำให้คลื่นเคลื่อนที่ไปตามระนาบในแนวนอน ด้วยเหตุผลนี้คลื่นจึงเดินทางผ่านไปเฉพาะบนผิวของตัวการเท่านั้น

3.2.2 การลดทอนของคลื่นอัลตราโซนิก

ในขณะที่คลื่นอัลตราโซนิกเดินทางผ่านเข้าไปในตัวกลาง พลังงานและความดันของคลื่นจะลดลงตามคุณสมบัติของตัวกลางนั้น สาเหตุที่ทำให้คลื่นอัลตราโซนิกเกิดการลดทอนลงนั้นเนื่องมาจาก

- ก. การถูกดูดกลืนในขณะที่คลื่นเดินทางผ่านเข้าไปในตัวกลาง พลังงานและความเข้มของมันจะถูกดูดกลืนโดยของไหล ของไหลเหล่านี้จะอยู่ตามช่องว่างระหว่างเซลล์ของเนื้อเยื่อ พลังงานที่ถูกดูดกลืนนี้จะเปลี่ยนเป็นความร้อนซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการลดทอน การลดทอนโดยที่คลื่นถูกดูดกลืนนี้จะเกิดในตัวกลางทุกชนิด

- ข. การสะท้อน, การหักเห ทั้งหมดนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียในตัวกลางชนิดเดียวกัน การสูญเสียที่เกิดขึ้นในคลื่นตกกระทบส่วนมากจะพบในตัวกลางที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ความหนาแน่นในแต่ละส่วนจะแตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้เกิดการหักเห ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดการสูญเสียในตัวกลางที่แตกต่างกัน
- ค. ความต้านทานการคลัทช์เฉพาะของคลื่นเสียง และดัชนีของการหักเหเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียขึ้นด้วย จากที่กล่าวมาแล้วการลดทอนจะเขียนอยู่ในรูปของเอ็กโปเนนเชียล ซึ่งเป็นผลมาจากคุณสมบัติของตัวกลางและความถี่ของคลื่น

3.2.3 หลักการกำเนิดคลื่นอัลตราโซนิก

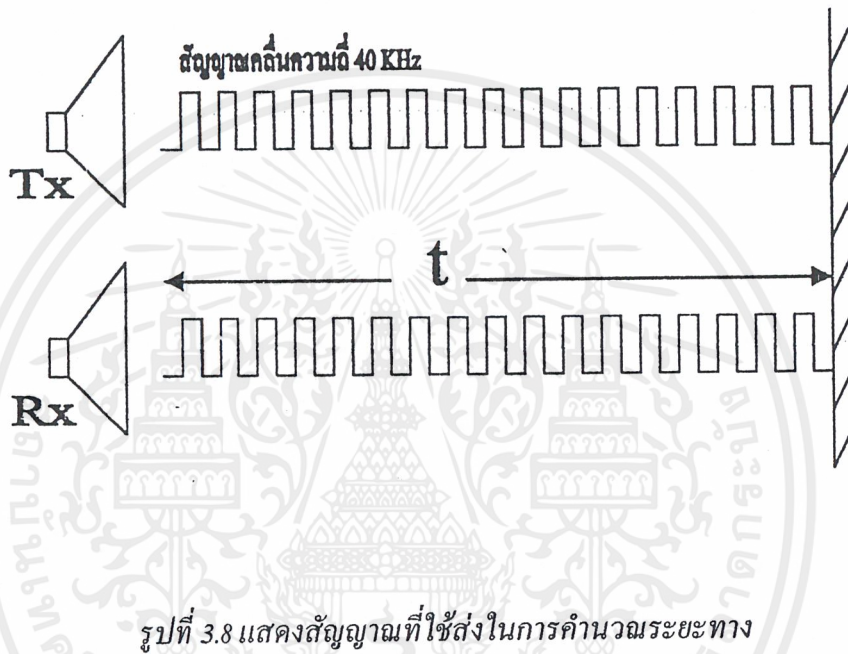
คลื่นอัลตราโซนิกนี้สามารถสร้างได้โดยตัวทรานสดิวเซอร์ ซึ่งทรานสดิวเซอร์คืออุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานทางกล หรือพลังงานทางกลเป็นพลังงานไฟฟ้า หลักการที่ใช้สร้างคลื่นอัลตราโซนิกมีหลายวิธีด้วยกันแต่ที่นิยมใช้กันมากได้แก่

- ก. แบบเปียโซอิเล็กทริก ทรานสดิวเซอร์ ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทางกล โดยมีความถี่เรโซแนนซ์คงที่อยู่ค่าหนึ่ง
- ข. แบบแมกนีโตสตริกทีฟ ทรานสดิวเซอร์ ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่
- ค. แบบอิเล็กโตรสตริกทีฟ ทรานสดิวเซอร์ ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกลแต่แบบแรกนิยมใช้กันมากกว่า เพราะหาซื้องานและมีราคาถูกกว่า

3.2.4 หลักการประยุกต์ใช้งานคลื่นอัลตราโซนิกในการวัดระยะทาง

การส่งสัญญาณที่ใช้สำหรับการคำนวณระยะห่างจากตัวอัลตราโซนิก ไปยังวัตถุที่สะท้อนสัญญาณนั้น คือการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างคลื่นความถี่ 40 กิโลเฮิรท์ ดังรูปที่ 3.8 โดยในระหว่างที่ทำการส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการตรวจสอบสัญญาณสะท้อน จากอัลตราโซนิกตัวรับด้วย เมื่อส่งสัญญาณออกไปประมาณ 10 มิลลิวินาที จะหยุดส่งสัญญาณ แล้วเริ่มให้ตัวนับเวลาในไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มนับเวลา จนเมื่อไม่สามารถรับสัญญาณที่สะท้อนกลับได้แล้วจึงหยุดนับนำเวลาที่ได้ไปคำนวณหาระยะทางโดยคูณกับความเร็วของคลื่นเสียงที่ตัวกลางอากาศ เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 3.8 จะเห็นว่าเวลาที่ตัวนับเวลานับได้จะมีค่าเป็น 2 เท่าของเวลาที่คลื่นใช้เดินทางไปยังวัตถุที่สะท้อนดังนั้นสามารถคำนวณระยะทางได้ตามสมการที่ 3.2

$$S = \frac{VT}{2} \quad (3.2)$$



3.2.5 สิ่งที่ต้องรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิกเป็นตัวรับและตัวส่ง

- ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระทบหรือตกจากที่สูง เพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เสียหาย
- ทรานสดิวเซอร์โดยทั่วไปจะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงสุดไม่เกินกว่า 20 โวลต์ ดังนั้นขนาดสัญญาณที่จะป้อนให้กับตัวทรานสดิวเซอร์ก็ควรจะอยู่ในขีดจำกัดอันนี้
- อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ในช่วง 20 ถึง 60 องศาเซลเซียส
- ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือ ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10 เดซิเบล ในทำนองเดียวกัน ถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงเบนไปจากแนวแกนของตัวรับไปประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกมาจะลดลงไปประมาณ 10 เดซิเบลด้วยเช่นกัน ดังนั้นในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แจ้งจึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามก็ตามในกรณีที่อยู่ในห้อง อาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้มาก เพราะคลื่นอัลตราโซนิคสามารถสะท้อนกับกำแพงพื้น และวัตถุที่อยู่ภายในห้องทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง

- ในกรณีที่ใช้งานตัวรับ จะต้องมีความต้านทานต่อขานานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด ตามปกติแล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วงจาก 10 กิโลโอห์ม ถึง 100 กิโลโอห์ม จากการทดลองพบว่าถ้าเปลี่ยนโหลดจาก 100 กิโลโอห์ม มาเป็น 10 กิโลโอห์ม ความไวจะลดลงประมาณ 10 ถึง 12 เดซิเบลแต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ค่าความต้านทานต่ำลงไปอีกความถี่เรโซแนนซ์จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีค่าความต้านทานสูง เพื่อให้ตัวรับมีความไวสูงและมีแถบความถี่กว้าง
- ตามปกติเราสามารถนำตัวส่งและรับมาใช้งานแทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่ แต่มีข้อแม้ว่าต้องมีความถี่เรโซแนนซ์เดียวกัน

3.3 ทฤษฎีการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ในการที่จะศึกษาถึงวิธีในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้น ก่อนอื่นเราจะต้องทราบเสียก่อนว่าตัวแปรต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นมีอะไรบ้าง และตัวแปรแต่ละตัวที่มีอิทธิพลต่อความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่เราทราบแล้วนั้นจะมีข้อดีข้อเสียอย่างไร ในการที่จะนำไปใช้เพื่อที่จะควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

3.3.1 ตัวแปรที่มีผลต่อความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแยกขดกระตุ้น

เพื่อที่เราจะสามารถหาตัวแปรที่มีผลต่อความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้น เราจะเริ่มพิจารณาจากวงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังแสดงในรูปที่ 3.9

จากรูปเราจะได้

$$E_m = I_a R_a + E_{emf} \quad (3.3)$$

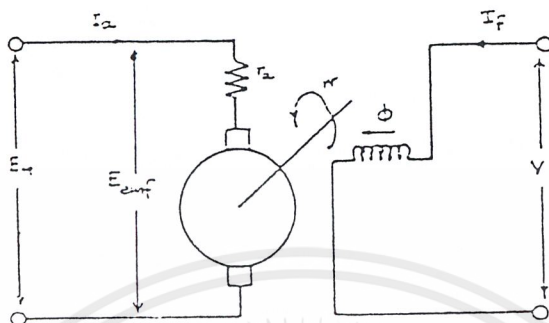
จากสมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะได้

$$E_{emf} = K_a \Phi N \quad (3.4)$$

ดังนั้น

$$E_m = I_a R_a + K_a \Phi N \quad (3.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแยกขั้วกระตุ้น

โดยที่

- E_m คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่มอเตอร์ได้รับ (V)
 E_{cmf} คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในอาร์เมเจอร์ (V)
 I_a คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในอาร์เมเจอร์ (A)
 R_a คือ ความต้านทานของขดอาร์เมเจอร์ (A)
 K_a คือ ค่าคงที่ $(Z \cdot P) / (60 \cdot a)$
 Z คือ จำนวนตัวนำทั้งหมดในอาร์เมเจอร์ที่ต่ออนุกรมกัน
 P คือ จำนวนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์
 A คือ จำนวนเส้นแรงแม่เหล็ก / ขั้วมอเตอร์
 N คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบต่อนาที)

จากสมการที่ 3.5 สามารถหา N ได้เท่ากับ

$$N = \frac{E_m - I_a R_a}{K_a \Phi} \quad (3.6)$$

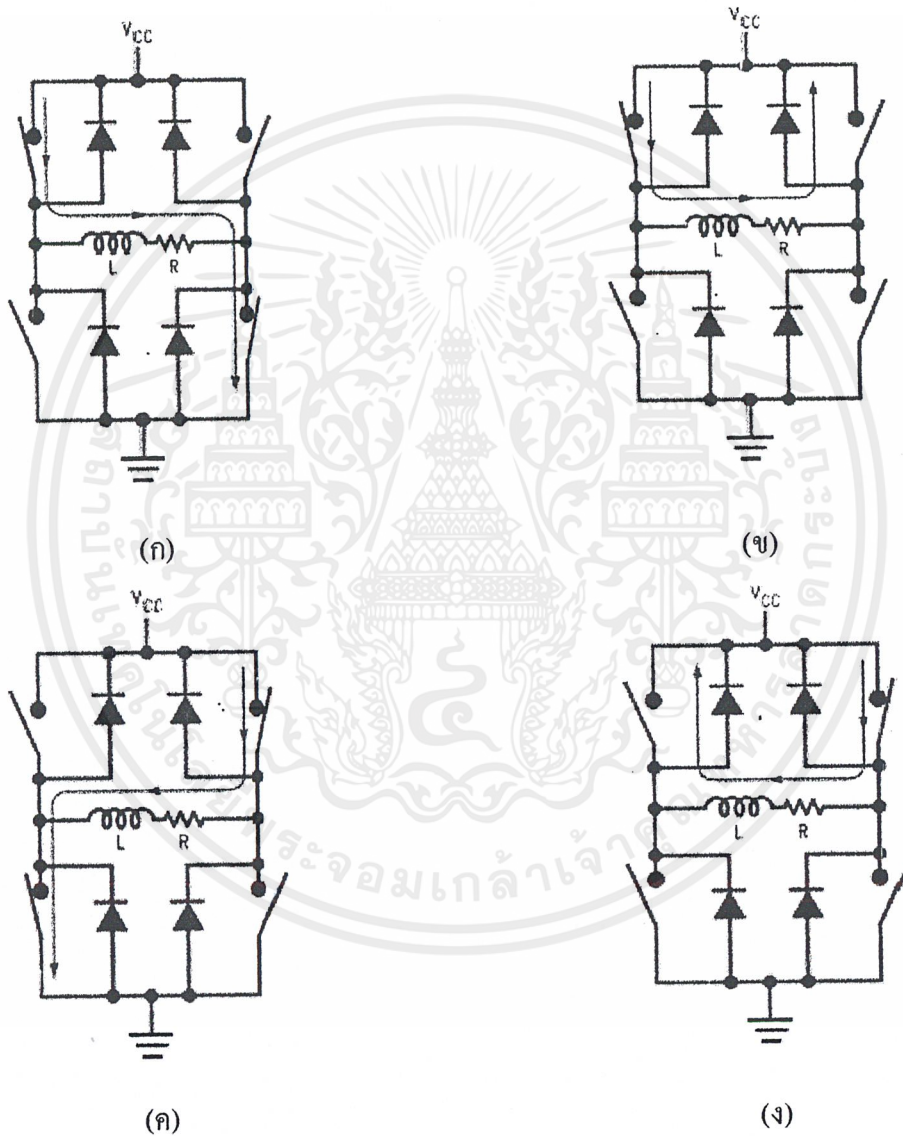
ถ้า $I_a R_a$ มีค่าน้อย จะประมาณได้ว่า

$$N \approx \frac{E_m}{K \Phi} \quad (3.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 หลักการในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงคือ การใช้ ฟูลบริดจ์ DMOS (DMOS Full-Bridge Motor Driver) ซึ่งสามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 2 ทิศทางและสามารถควบคุมความเร็วได้จากการเปิด - ปิดสวิตซ์ให้กระแสไหลผ่านมอเตอร์เป็นช่วง ๆ ดังในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงการควบคุมมอเตอร์ด้วย Full-Bridge DMOS Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.10 จะเห็นว่าเราสามารถควบคุมให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ 2 ทิศทางทั้งตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา โดยทำการควบคุมสวิตช์ SW1 ถึง SW4 นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ โดยพิจารณารูป 3.10 (ก) เป็นการเปิดสวิตช์ SW1 และ SW4 เพื่อให้แรงดัน E_m ตกคร่อมมอเตอร์เป็นระยะเวลาหนึ่ง จากนั้น พิจารณารูป ข. เป็นการเปิดสวิตช์ SW4 ทำให้แรงดัน E_m ตกคร่อมมอเตอร์เป็น 0 ดังนั้นเราจึงสามารถควบคุมความเร็วโดยการกำหนดระยะเวลาของการเปิดและปิดสวิตช์ SW4 นั้นเอง ซึ่งในกรณีหมุนอีกทิศทางก็ใช้หลักการเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 3.10 (ค) และ (ง) ตามลำดับ



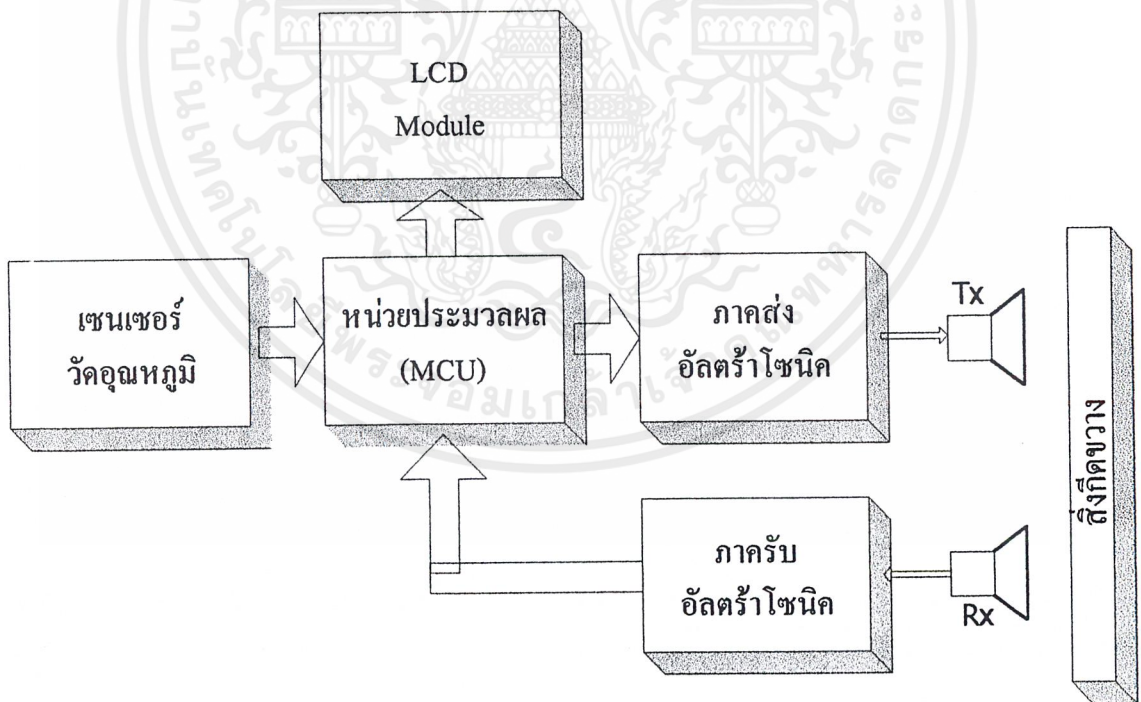
บทที่ 4

การออกแบบและคำนวณ

ในบทนี้จะแยกการออกแบบออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนการออกแบบฮาร์ดแวร์แบ่งออกเป็น การออกแบบเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ และส่วนวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง อีกส่วนหนึ่งเป็นการออกแบบซอฟต์แวร์การควบคุมพัลลวดด้วยทฤษฎีพีชชี ซึ่งการออกแบบและคำนวณแต่ละส่วนมีดังนี้

4.1 การออกแบบวงจรเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ

ในส่วนนี้เราต้องการเซนเซอร์สำหรับวัดระยะทางตั้งแต่ประมาณ 0.2 – 1.5 เมตร ดังนั้นในส่วนนี้จะเลือกนำเอาคลื่นอัลตราโซนิกมาประยุกต์ใช้งาน ส่วนในส่วนของวัดอุณหภูมินั้นเรานำไอซี DS1620 มาใช้ในการวัดโดยทำการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และแสดงผลด้วย LCD



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงวงจรเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ

4.1.1 หน่วยประมวลผล

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยใช้พอร์ต 1 ในการติดต่อกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, ใช้สั่งให้ภาคส่งอัลตราโซนิกทำการส่งสัญญาณออกไป , และใช้ตรวจสอบการสะท้อนของสัญญาณที่ส่งออกไป พอร์ตที่ 2 ใช้ติดต่อกับ LCD ในการส่งข้อมูลระยะทางและอุณหภูมิที่วัดได้ออกไปแสดงผล

การทำงานของหน่วยประมวลผลมีดังนี้ ตอนแรกจะทำการรับค่าอุณหภูมิจาก DS1620 จากนั้นจึงทำการสั่งให้ภาคส่งทำการส่งสัญญาณอัลตราโซนิกออกไป จับเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที แล้วจึงหยุดส่งสัญญาณ จากนั้นทำการจับเวลาและตรวจสอบสัญญาณจากภาครับสัญญาณอัลตราโซนิก หากไม่สามารถรับสัญญาณได้แล้วจึงทำการหยุดจับเวลา

นำเวลาที่ได้ไปเปรียบเทียบกับอยู่ในช่วงระยะทาง 0.2-150 เมตร หรือไม่ หากไม่ให้เริ่มทำงานใหม่ แต่หากใช่ ให้ตรวจสอบว่าค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่แสดงบน LCD หรือไม่ เพื่อป้องกันการวัดผิดพลาด หากไม่ใช่ จะนำไปตรวจสอบกับค่าในบัฟเฟอร์ ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้ในครั้งแล้วว่ามีค่าใกล้เคียงกันหรือไม่ หากมีค่าตรงกันแสดงว่าการวัดทั้งสองครั้งให้ค่าใกล้เคียงกัน จึงให้เป็นค่าระยะทางใหม่ที่ถูกต้อง ก็นำไปแปลงเป็นระยะทาง และเปลี่ยนเป็นรหัสแอสกี เพื่อนำไปแสดงผลที่ LCD ต่อไป หากค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่าในบัฟเฟอร์แล้วมีค่าต่างกันมาก ก็จะเก็บค่านี้ไว้ในบัฟเฟอร์ เพื่อนำไปตรวจสอบในการวัดครั้งต่อไป โดยสามารถแสดงผังการทำงาน (Flow chart) ได้ดังรูปที่ 4.2

4.1.2 ส่วนภาคส่งสัญญาณอัลตราโซนิก

ภาคส่งประกอบด้วย ไอซี 555Timer สำหรับสร้างสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมความถี่ 40 kHz ในที่นี้ต่อวงจรแบบอะอสเตเบิล มีลติไบเวเตอร์ จากนั้นนำไปผ่านอนาลอกสวิทช์ CD4066 ซึ่งสวิทช์จะปิดต่อเมื่อมีสัญญาณตั้งปิดสวิทช์จากไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นนำสัญญาณ 40 kHz ที่ได้ไปต่อเข้ากับตัวส่งอัลตราโซนิก เพื่อทำการส่งสัญญาณ

4.1.3 ส่วนภาครับสัญญาณอัลตราโซนิก

ในส่วนภาครับประกอบด้วย ตัวรับสัญญาณอัลตราโซนิก และแอมพลิไฟเออร์ LF353 จำนวนสองตัวสำหรับขยายสัญญาณที่รับได้ วงจรในส่วนนี้ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในการออกแบบลายวงจร (PCB) เนื่องจากความไวของส่วนภาครับจะเกี่ยวข้องกับสัญญาณรบกวนเป็นอันมาก หากออกแบบลายวงจรแล้วมีสัญญาณรบกวนมาก จะทำให้ความไวของภาครับมีค่าน้อย จะไม่สามารถวัดระยะทาง

ไกล ๆ ได้เลย วิธีหนึ่งที่จะแก้สัญญาณรบกวนได้ก็คือ แยกกราวด์ของดิจิตอลและอนาลอก โดยเฉพาะส่วนของ 555 Timer กับ LF353 ควรแยกกราวด์ออกจากกันและมีตัวเก็บประจุต่อระหว่างแหล่งจ่ายกับกราวด์ใกล้ ๆ ไอซีทั้งสองตัว จะช่วยลดสัญญาณรบกวนได้

สัญญาณที่ผ่านการขยายจาก LF353 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคอมพาราเตอร์ LM339 เพื่อเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล และตัดสัญญาณรบกวนที่มีค่าน้อย ๆ ออกไป จากนั้นผ่านอินเวอร์เตอร์ 2 ตัวเพื่อทำให้สัญญาณเรียบยิ่งขึ้นก่อนป้อนเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

4.1.4 ส่วนเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ในส่วนนี้ใช้ไอซีเบอร์ DS1620 ในการวัดอุณหภูมิ ซึ่งอุณหภูมิที่ได้จะมีค่าเป็นสัญญาณดิจิตอล จึงสะดวกและมีความแม่นยำ การส่งข้อมูลระหว่างเซนเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ใช้การสื่อสารแบบอนุกรมซิงโครนัส 3 เส้น โดยมีขาสัญญาณ ขารีเซ็ต และขาสัญญาณนาฬิกา ซึ่งอุณหภูมิที่วัดได้มีความละเอียด 0.5 องศาเซลเซียส

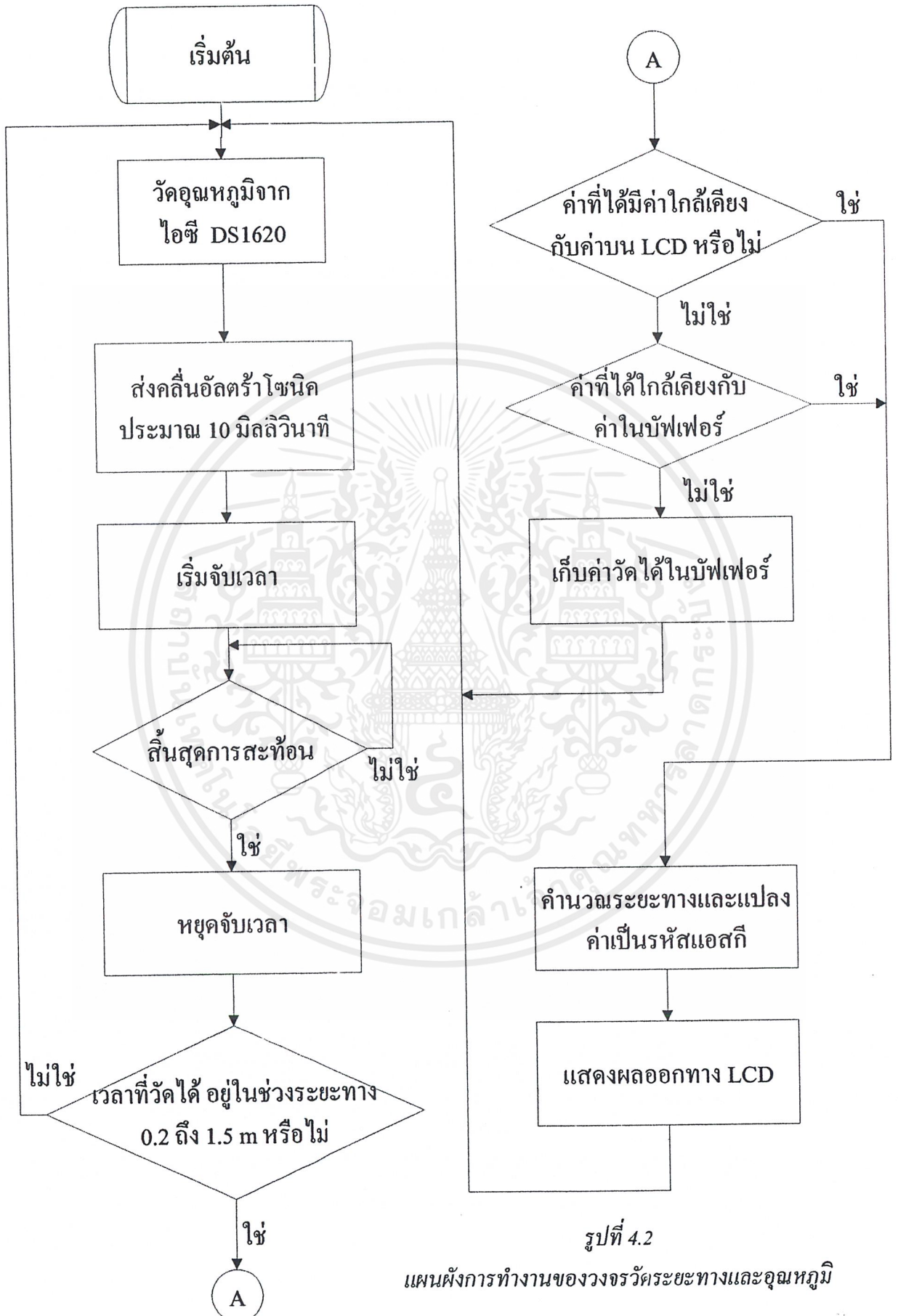
4.1.5 ส่วนแสดงผล

ในส่วนนี้ใช้โมดูล LCD จำนวน 16 ตัวอักษรในการแสดงผล โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งรหัสแอสกี ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จำเป็นต้องแปลงระยะทางและอุณหภูมิที่ได้เป็น รหัสแอสกีก่อน แล้วจากนั้นจึงส่งโดยใช้พอร์ต 2 เป็นพอร์ตส่งข้อมูล

4.1.6 ส่วนจ่ายไฟตรง

เนื่องจากวงจรทั้งหมดต้องการแรงดันไฟฟ้า 2 ระดับ คือ 5 โวลต์สำหรับไอซีดิจิตอลทั่วไป และ 12 โวลต์สำหรับไอซีและอุปกรณ์อนาลอก ดังนั้นจึงใช้ไอซี 7812 อนุกรมกับ 7805 แล้วต่อไดโอดเพื่อป้องกันกระแสไหลย้อนกลับ และต่อตัวเก็บประจุเพื่อกรองสัญญาณ

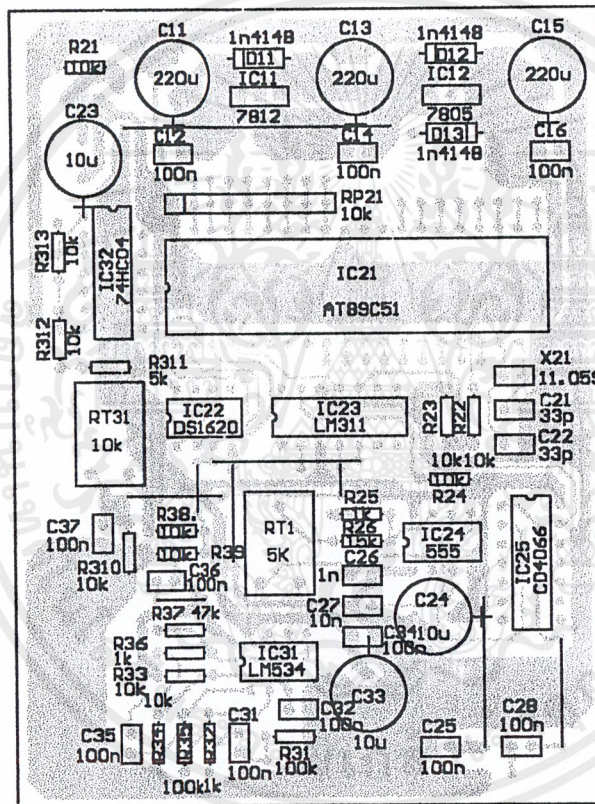
สำหรับวงจรทั้งหมดและสายวงจร จะแสดงในหน้าถัดไป



รูปที่ 4.2

แผนผังการทำงานของวงจรวัดระยะทางและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



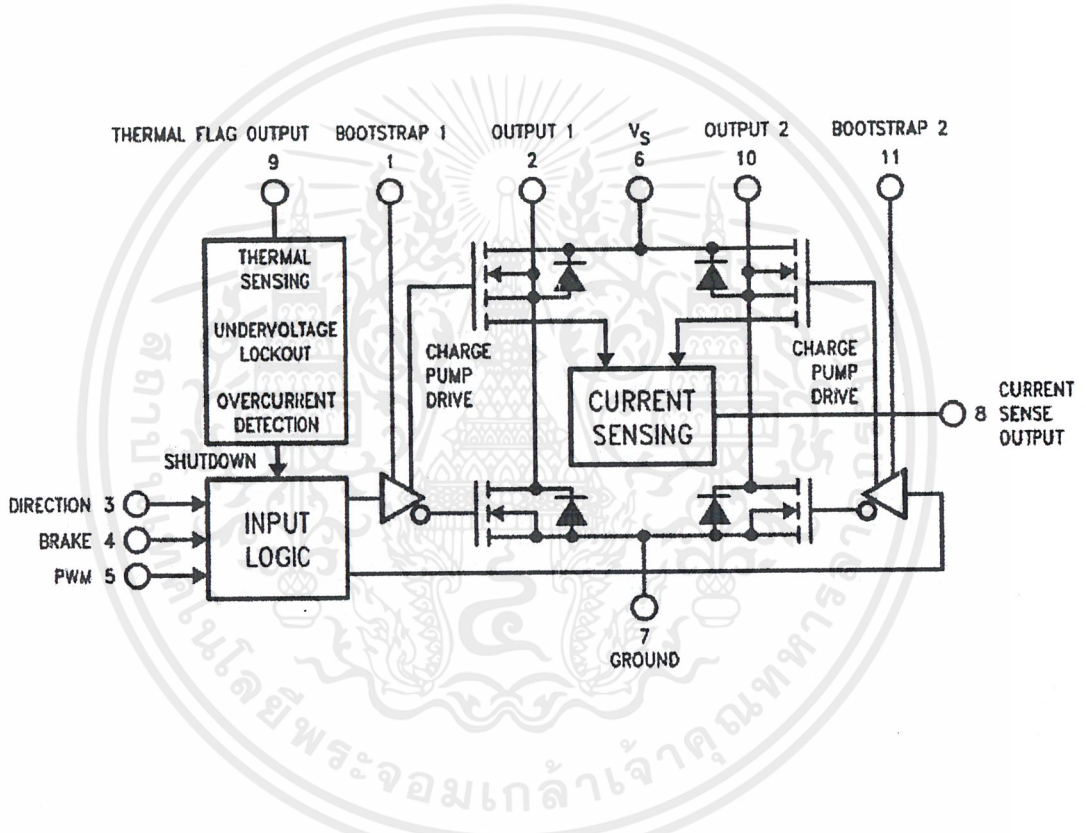
รูปที่ 4.4 ลายวงจรเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

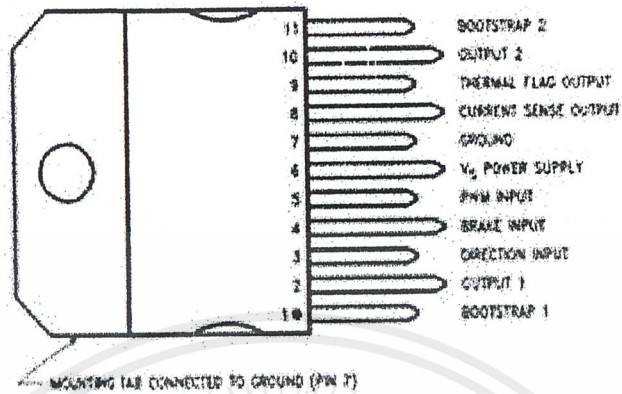
4.2 การออกแบบวงจรควบคุมพัลลัม (มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง)

4.2.1 ส่วนควบคุม

ในส่วนออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นใช้ไอซีเบอร์ LMD18200 ซึ่งเป็นไอซี DMOS Full-Bridge driver ดังนั้นจะขอก้าวถึงไอซีตัวนี้คร่าว ๆ ก่อนจะนำไปทำการออกแบบวงจรต่อไป



รูปที่ 4.5 บล็อกไดอะแกรมของไอซี LMD18200



รูปที่ 4.6 แสดงขาต่าง ๆ ของไอซี LMD18200

ขาต่าง ๆ มีหน้าที่ดังนี้

- ขาที่ 1 : เป็น Capacitor ที่ต่ออยู่ระหว่างขาที่ 1 กับขาที่ 2 เพื่อให้ DMOS Turn on ได้เร็วขึ้น
- ขาที่ 2 : เป็นขาเอาต์พุตที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- ขาที่ 3 : เป็นขาที่ใช้ควบคุมทิศทางของมอเตอร์ให้หมุนทวนหรือตามเข็มนาฬิกา
- ขาที่ 4 : หากขานี้ต่อ 1 จะทำให้มอเตอร์หยุดทำงาน
- ขาที่ 5 : เป็นขารับสัญญาณแบบ Pulse Width Modulation ซึ่งสามารถใช้ควบคุมความเร็วมอเตอร์
- ขาที่ 6 : Vcc ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับมอเตอร์
- ขาที่ 7 : เป็นกราวด์ของสัญญาณ
- ขาที่ 8 : เป็นเอาต์พุตของเซนเซอร์กระแส(Current Sense Output)
- ขาที่ 10: เป็นขาเอาต์พุตที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- ขาที่ 11: เป็น Capacitor ที่ต่ออยู่ระหว่างขาที่ 10 กับขาที่ 11 เพื่อให้ DMOS Turn on ได้เร็วขึ้น

ไอซี LMD18200 สามารถรับ V_{CC} ได้ถึง 55 โวลต์ และนำ DMOS มาทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ทั้งหมด 256 ระดับ และยังมีวงจร Thermal Shutdown โดยถ้าที่รอยต่อของบริดจ์มีอุณหภูมิเกิน 170 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับ ไอซี

4.2.2 ส่วนสร้างสัญญาณ PWM

สัญญาณ PWM ได้มาจากวงจรเปรียบเทียบ (Comparator) ระหว่างแรงดันที่ได้จาก Current Sense Output กับ แรงดันจากวงจร Digital-to-Analog converter โดยใช้ไอซี LM339 ทำหน้าที่เป็นตัว Comparator จะแสดงได้ดังรูปที่ 4.7

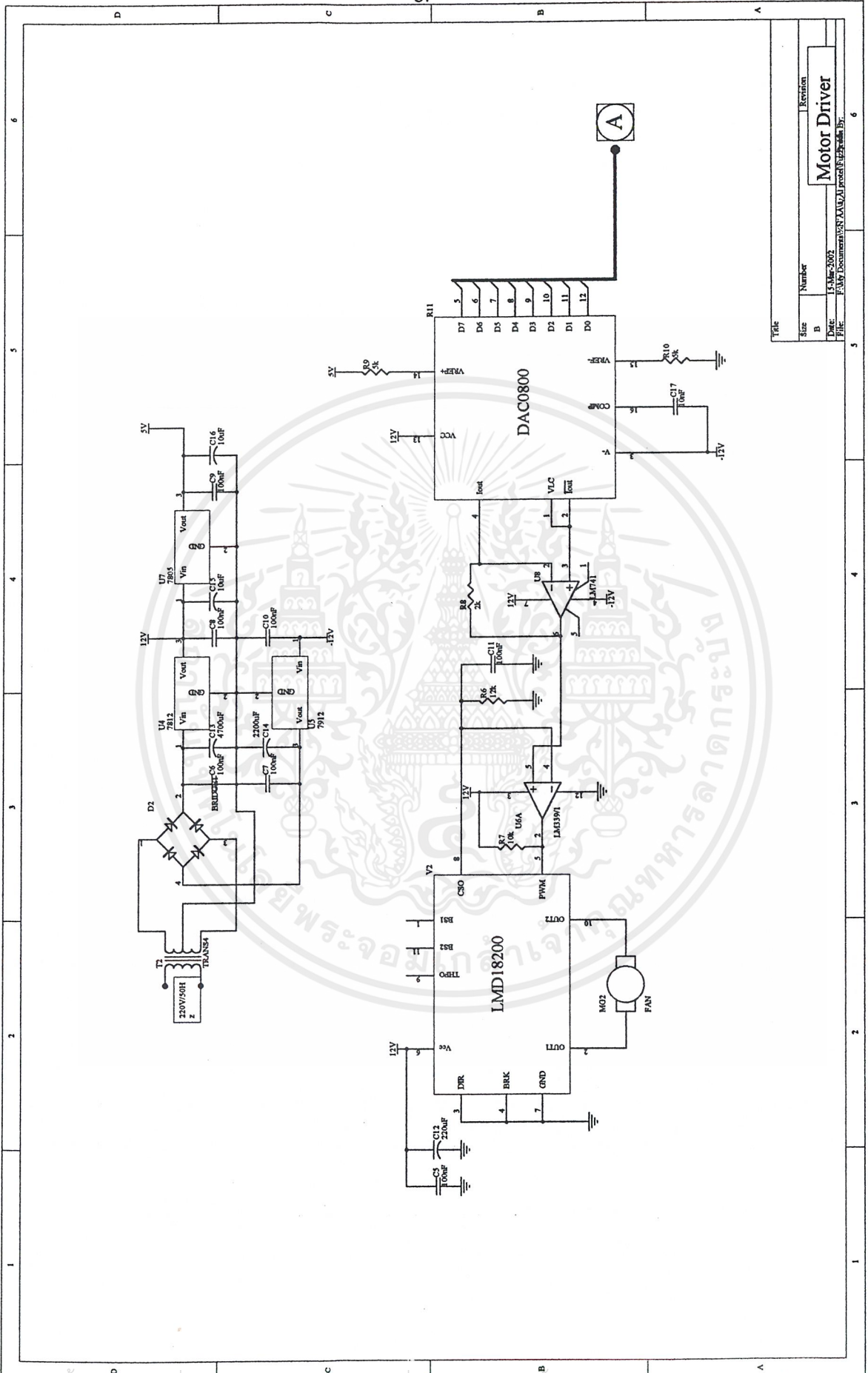
4.2.3 ส่วนแปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นอนาล็อก

ในส่วนนี้จะใช้ไอซี DAC0800 ซึ่งเป็นวงจรในการแปลงสัญญาณจาก Digital 8 Bit ไปเป็นสัญญาณ Analog จะแสดงได้ดังรูปที่ 4.7

4.2.4 ส่วนจ่ายไฟตรง

ในวงจรส่วนนี้ประกอบด้วย

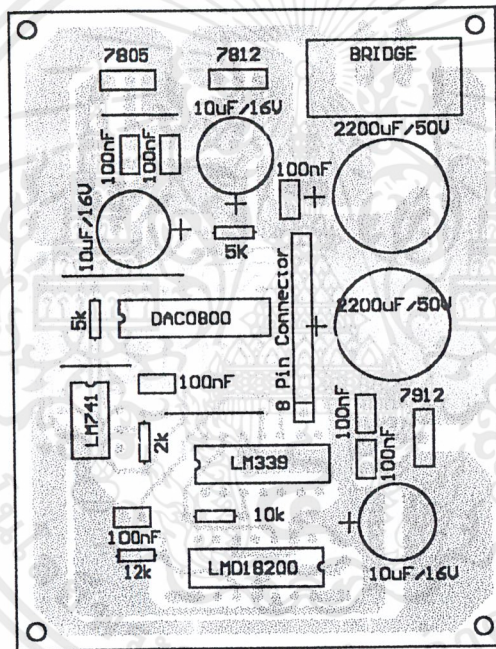
- วงจรจ่ายไฟตรงแบบสวิชชิงเรกูเลเตอร์เพราะต้องการกระแสประมาณ 1.5 A ในส่วนจ่ายไฟตรงให้แก่มอเตอร์จะแสดงได้ดังรูปที่ 4.9 และสายวงจรดังรูปที่ 4.10 ตามลำดับ
- วงจรจ่ายไฟตรงให้แก่ไอซีต่างๆในวงจร โดยใช้ไอซี 7812 , 7805 และ 7912 เพื่อจ่ายไฟตรง 12 V , 5 V และ -12 V ตามลำดับ จะแสดงได้ดังรูปที่ 4.7



Size	Number	Revision
B	15-Mar-2002	
Title: Motor Driver		
DWG: Motor Driver		
FILE: Motor Driver		

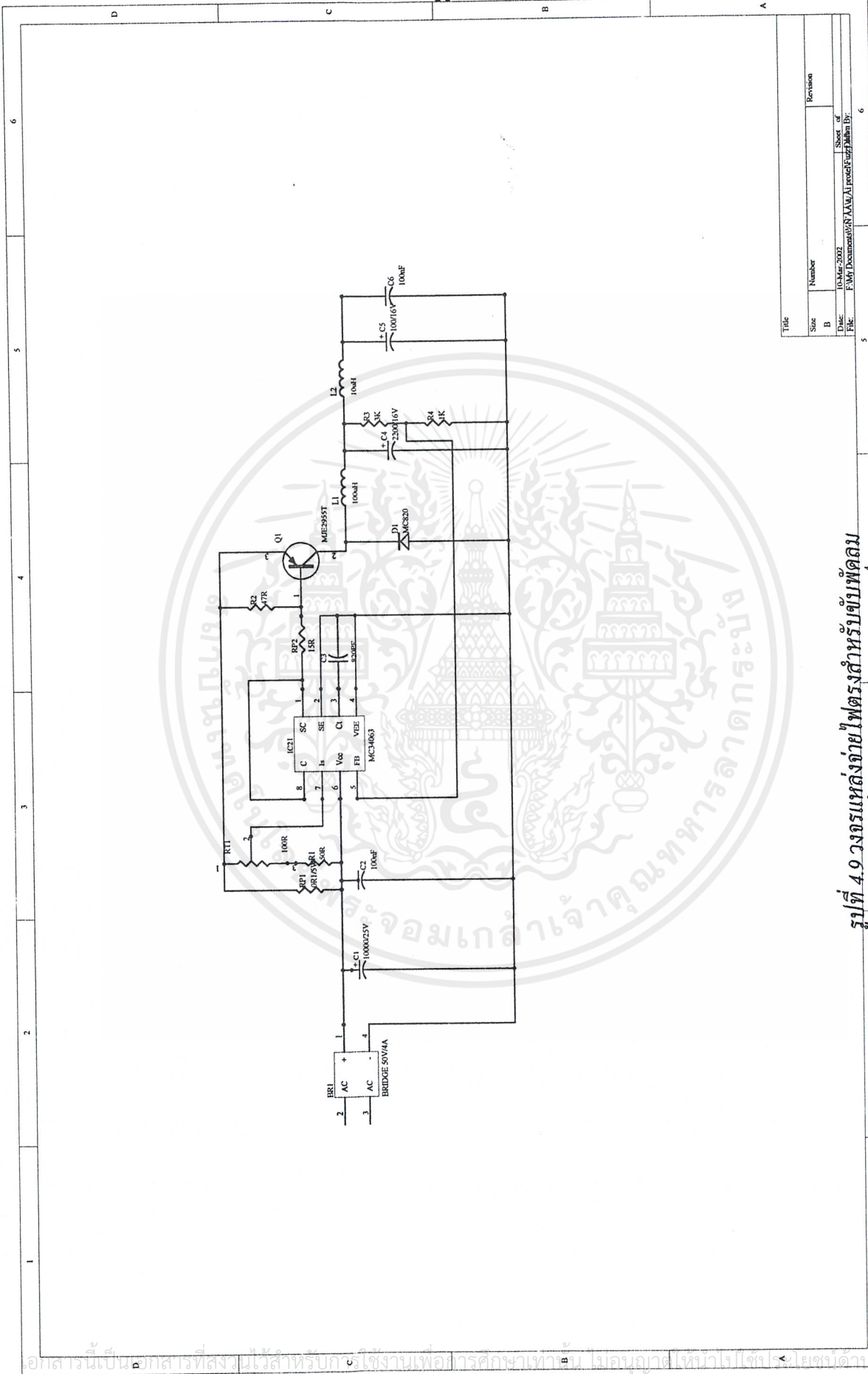
รูปที่ 4.7 วงจรควบคุมพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ถายวงจรควบคุมพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title	
Size	Number
B	
Date:	Revision
10-Mar-2002	
File:	Sheet of
F:\My Documents\N\AAW\A\project\proj\main.Dy	6

รูปที่ 4.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟตรงสำหรับขับหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ได้โดยไม่ต้องขออนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การออกแบบระบบควบคุมพัลลัมด้วยทฤษฎีฟัซซี่

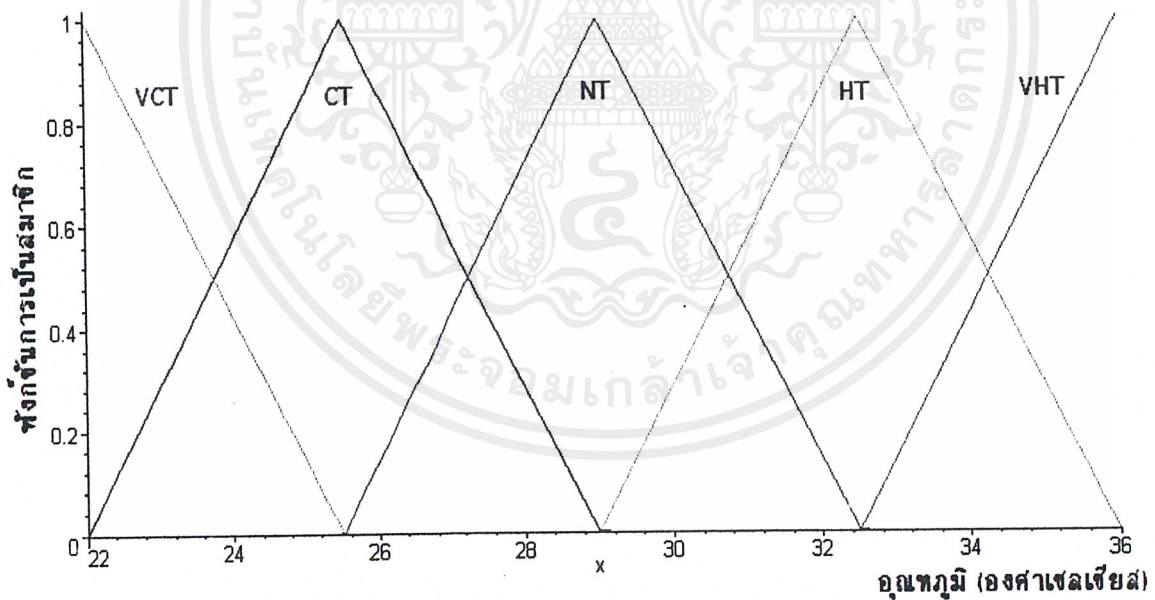
ในส่วนนี้เป็นการออกแบบเพื่อประยุกต์ทฤษฎีการควบคุมแบบฟัซซี่ มาใช้ในการควบคุมพัลลัม โดยมีตัวแปรอินพุท 2 ตัวคือ อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม และระยะห่างของพัลลัมกับวัตถุเป้าหมาย ส่วนเอาต์พุทจะอยู่ในรูปของระดับแรงลมของพัลลัม มีขั้นตอนต่าง ๆ ในการออกแบบดังนี้

4.3.1 ฟัซซี่ฟิเคชัน (Fuzzification)

ขั้นตอนนี้เป็นการแปลงตัวแปรทั้งทางด้านอินพุทและเอาต์พุทให้อยู่ในรูปของฟัซซี่เซต โดยจะเริ่มทำการแปลงจาก อินพุททั้ง 2 ตัวคือ อุณหภูมิ (T) และระยะห่าง (D) และเอาต์พุท (R) ตามลำดับ

ก. อุณหภูมิ

จากการพิจารณาพบว่าช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสมจะนำมาใช้อยู่ในช่วง 22-36 องศาเซลเซียส โดยจะใช้ฟัซซี่เซตจำนวน 5 เซต เพื่อให้ครอบคลุมความละเอียด และใช้ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันเส้นตรง จะได้ดังรูปที่ 4.11 และสมการความสัมพันธ์ดังสมการที่ 4.1



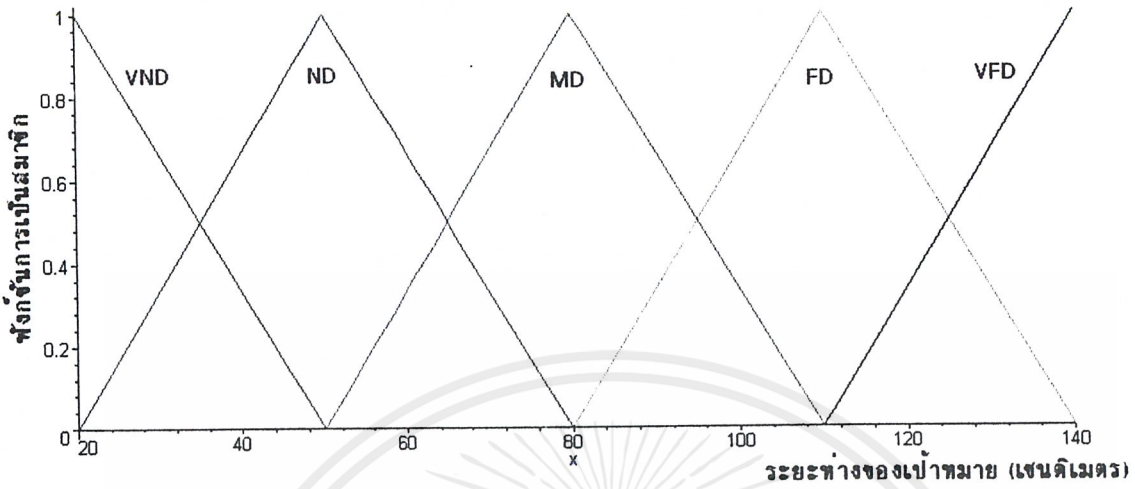
รูปที่ 4.11 แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 VCT &:= \begin{cases} 1 & x < 22 \\ \frac{51}{7} - \frac{2}{7}x & x < 25.5 \\ 0 & 25.5 \leq x \end{cases} & HT &:= \begin{cases} 0 & x < 29 \\ \frac{2}{7}x - \frac{58}{7} & x < 32.5 \\ \frac{72}{7} - \frac{2}{7}x & x < 36 \\ 0 & 36 \leq x \end{cases} \\
 CT &:= \begin{cases} 0 & x < 22 \\ \frac{2}{7}x - \frac{44}{7} & x < 25.5 \\ \frac{58}{7} - \frac{2}{7}x & x < 29 \\ 0 & 29 \leq x \end{cases} & VHT &:= \begin{cases} 0 & x < 32.5 \\ \frac{2}{7}x - \frac{65}{7} & x < 36 \\ 1 & 36 \leq x \end{cases} \\
 NT &:= \begin{cases} 0 & x < 25.5 \\ \frac{2}{7}x - \frac{51}{7} & x < 29 \\ \frac{65}{7} - \frac{2}{7}x & x < 32.5 \\ 0 & 32.5 \leq x \end{cases}
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

ข. ระยะห่างของวัตถุเป้าหมาย

จากการพิจารณาพบว่าช่วงของระยะทางที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในช่วง 20-140 เซนติเมตร โดยจะใช้พืชซีเซตจำนวน 5 เซตเท่ากับในกรณีของอุณหภูมิ เพื่อให้ครอบคลุมความละเอียด และใช้ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันเส้นตรง จะได้ดังรูปที่ 4.12 และสมการความสัมพันธ์ดังสมการที่ 4.2



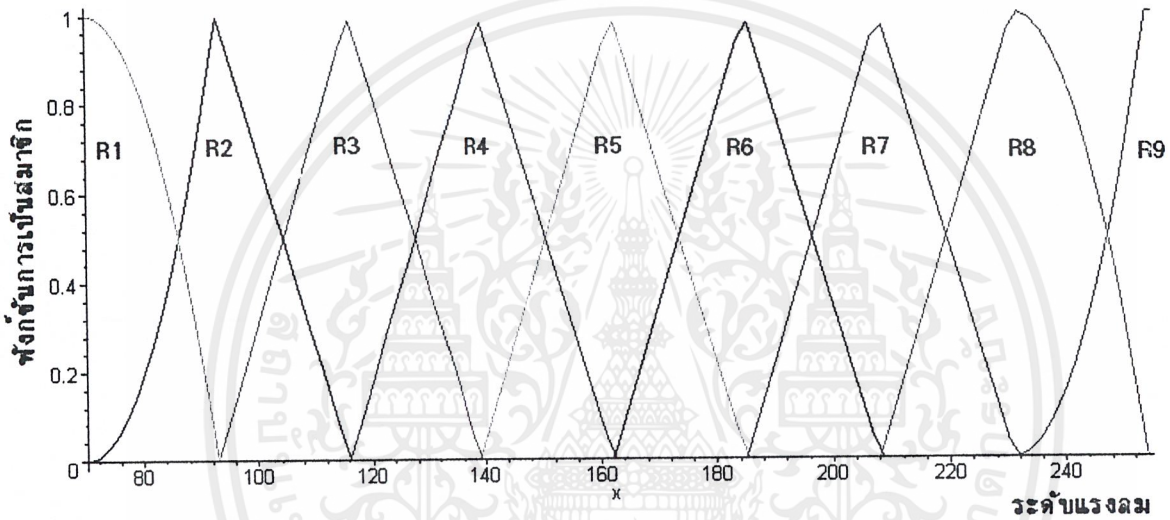
รูปที่ 4.12 แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของระยะห่างของเป้าหมาย

$$\left. \begin{aligned}
 VND := & \begin{cases} 1 & x < 20 \\ \frac{5}{3} - \frac{1}{30}x & x < 50 \\ 0 & 50 \leq x \end{cases} & FD := & \begin{cases} 0 & x < 80 \\ \frac{1}{30}x - \frac{8}{3} & x < 110 \\ \frac{14}{3} - \frac{1}{30}x & x < 140 \\ 0 & 140 \leq x \end{cases} \\
 ND := & \begin{cases} 0 & x < 20 \\ \frac{1}{30}x - \frac{2}{3} & x < 50 \\ \frac{8}{3} - \frac{1}{30}x & x < 80 \\ 0 & 80 \leq x \end{cases} & VFD := & \begin{cases} 0 & x < 110 \\ \frac{1}{30}x - \frac{11}{3} & x < 140 \\ 1 & 140 \leq x \end{cases} \\
 MD := & \begin{cases} 0 & x < 50 \\ \frac{1}{30}x - \frac{5}{3} & x < 80 \\ \frac{11}{3} - \frac{1}{30}x & x < 110 \\ 0 & 110 \leq x \end{cases}
 \end{aligned} \right\} (4.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ระดับความแรงของพัดลม

ในส่วนของเอาต์พุตนี้ จะแบ่งระดับความแรงของพัดลมออกเป็น 256 ส่วนด้วยกัน โดยจากการทดลองพบว่า ที่ระดับต่ำกว่า 70 พัดลมจะหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำมากจนไม่สามารถนำมาใช้งานจริงได้ ส่วนที่ระดับตั้งแต่ 70-93 จะมีแรงลมพอสมควร ดังนั้นในการออกแบบจึงปรับฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของระดับประมาณ 70-93 และ 231-255 ให้เป็นรูปพาราโบลา เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงมากที่สุด ส่วนในส่วนอื่น ๆ ยังคงใช้ฟังก์ชันเส้นตรงและเพิ่มเซตเป็น 9 เซต เพื่อให้เหมาะสมกับอินพุตที่มีมากถึง 25 อินพุต (5 x 5)



รูปที่ 4.13 แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต

$$\begin{aligned}
 R1 &:= \begin{cases} 1 & x < 70 \\ 1 - \left(\frac{1}{23}x - \frac{70}{23}\right)^2 & x < 93 \\ 0 & 93 \leq x \end{cases} & R3 &:= \begin{cases} 0 & x < 93 \\ \frac{1}{23}x - \frac{93}{23} & x < 116 \\ \frac{139}{23} - \frac{1}{23}x & x < 139 \\ 0 & 139 \leq x \end{cases} \\
 R2 &:= \begin{cases} 0 & x < 70 \\ \left(\frac{1}{23}x - \frac{70}{23}\right)^2 & x < 93 \\ \frac{116}{23} - \frac{1}{23}x & x < 116 \\ 0 & 116 \leq x \end{cases} & R4 &:= \begin{cases} 0 & x < 116 \\ \frac{1}{23}x - \frac{116}{23} & x < 139 \\ \frac{162}{23} - \frac{1}{23}x & x < 162 \\ 0 & 162 \leq x \end{cases}
 \end{aligned} \quad (4.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{array}{l}
 R5 := \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x < 139 \\ \frac{1}{23}x - \frac{139}{23} & x < 162 \\ \frac{185}{23} - \frac{1}{23}x & x < 185 \\ 0 & 185 \leq x \end{array} \right. &
 R7 := \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x < 185 \\ \frac{1}{23}x - \frac{185}{23} & x < 208 \\ \frac{231}{23} - \frac{1}{23}x & x < 231 \\ 0 & 231 \leq x \end{array} \right. \\
 R6 := \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x < 162 \\ \frac{1}{23}x - \frac{162}{23} & x < 185 \\ \frac{208}{23} - \frac{1}{23}x & x < 208 \\ 0 & 208 \leq x \end{array} \right. &
 R8 := \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x < 208 \\ \frac{1}{23}x - \frac{208}{23} & x < 231 \\ 1 - \left(\frac{1}{23}x - \frac{231}{23} \right)^2 & x < 254 \\ 0 & 254 \leq x \end{array} \right. \\
 R9 := \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x < 231 \\ \left(\frac{1}{23}x - \frac{231}{23} \right)^2 & x < 254 \\ 1 & 254 \leq x \end{array} \right. &
 \end{array} \quad (4.3)$$

4.1.2 อินเฟอร์เรนซ์และกฎของพีชชี

หลังจากได้ทำการแปลงตัวแปรต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของพีชชีเซตแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตทั้ง 2 ตัว ไปหาเอาต์พุต โดยผ่านกฎของพีชชีที่สร้างขึ้น กฎที่สร้างขึ้นจะเป็นกฎที่สร้างขึ้นจากสามัญสำนึกโดยทั่ว ๆ ไป เช่น “IF (T = VHT) AND (D=VFD) THEN (R=R9)” เป็นต้น ซึ่งมีความหมายว่า หากอุณหภูมิร้อนมากและระยะห่างไกลมากแล้วแรงลมต้องมากที่สุด ดังนั้นจึงเป็นข้อดีอีกอย่างของทฤษฎีพีชชีซึ่งใช้หลีกเลี่ยงการหาสมการของแบบจำลองระบบที่ยุ่งยากจากระบบดังกล่าวสามารถสร้างกฎของพีชชีได้ความสัมพันธ์ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 กฎของฟิชชีสำหรับระบบการควบคุมพัลลัม

D \ T	VCT	CT	NT	HT	VHT
VND	R1	R2	R3	R4	R5
ND	R2	R3	R4	R5	R6
MD	R3	R4	R5	R6	R7
FD	R4	R5	R6	R7	R8
VFD	R5	R6	R7	R8	R9

ตัวอย่างเช่น If (D=MD) AND (T=HT) THEN (R=R6)

If (D=ND) AND (T=CT) THEN (R=R3)

If (D=FD) AND (T=VCT) THEN (R=R5)

4.1.3 คีฟิชชีพีเคชั่น

หลังจากทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตแล้ว จะเห็นว่าคำตอบยังอยู่ในรูปของฟิชชีเซต ซึ่งไม่เหมาะจะนำไปใช้จริง จึงจำเป็นที่จะต้องมีการอนุมานค่าออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งเป็นตัวแทนของการควบคุมแบบฟิชชี ในที่นี้ใช้การคีฟิชชีพีเคชั่นแบบจุดศูนย์กลางของพื้นที่ (Center of area : COA) ซึ่งมีสมการดังสมการที่ 2.14

4.1.4 ตัวอย่างการคำนวณแบบฟิชชี

ในหัวข้อนี้จะทดลองคำนวณโดยยกตัวอย่างให้ อุณหภูมิเท่ากับ 30 องศาเซลเซียสและระยะห่างเท่ากับ 70 เซนติเมตร จากรูปที่ 4.11 รูปที่ 4.12 สมการที่ 4.1 และ 4.2 จะได้ว่า

$$\mu_{ND}(70) = 1/3 \text{ และ } \mu_{MD}(70) = 2/3 \quad : \text{ ระยะห่าง}$$

$$\mu_{NT}(30) = 5/7 \text{ และ } \mu_{HT}(30) = 2/7 \quad : \text{ อุณหภูมิ}$$

จากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์กับกฎของฟิชชี จะได้กฎที่ต้องใช้ทั้งหมด 4 กฎดังนี้

$$\mu_{ND}(70) = 1/3 \text{ และ } \mu_{NT}(30) = 5/7 \text{ ได้เอาที่พุดคือ } \mu_{R4}(X_1) = 1/3$$

$$\mu_{ND}(70) = 1/3 \text{ และ } \mu_{HT}(30) = 2/7 \text{ ได้เอาที่พุดคือ } \mu_{R5}(X_2) = 2/7$$

$$\mu_{MD}(70) = 2/3 \text{ และ } \mu_{NT}(30) = 5/7 \text{ ได้เอาที่พุดคือ } \mu_{R5}(X_2) = 2/3$$

$$\mu_{MD}(70) = 2/3 \text{ และ } \mu_{HT}(30) = 2/7 \text{ ได้เอาที่พุดคือ } \mu_{R6}(X_2) = 2/7$$

จากนั้นนำเอาค่าที่ได้ทั้ง 4 ไปแก้สมการหาค่า X_1 ถึง X_4 ด้วยสมการที่ 4.3 จะได้

$$X_1 = 123.67 \text{ และ } 154.33 ; X_2 = 145.57 \text{ และ } 178.43$$

$$X_3 = 154.33 \text{ และ } 169.67 ; X_4 = 168.57 \text{ และ } 201.43$$

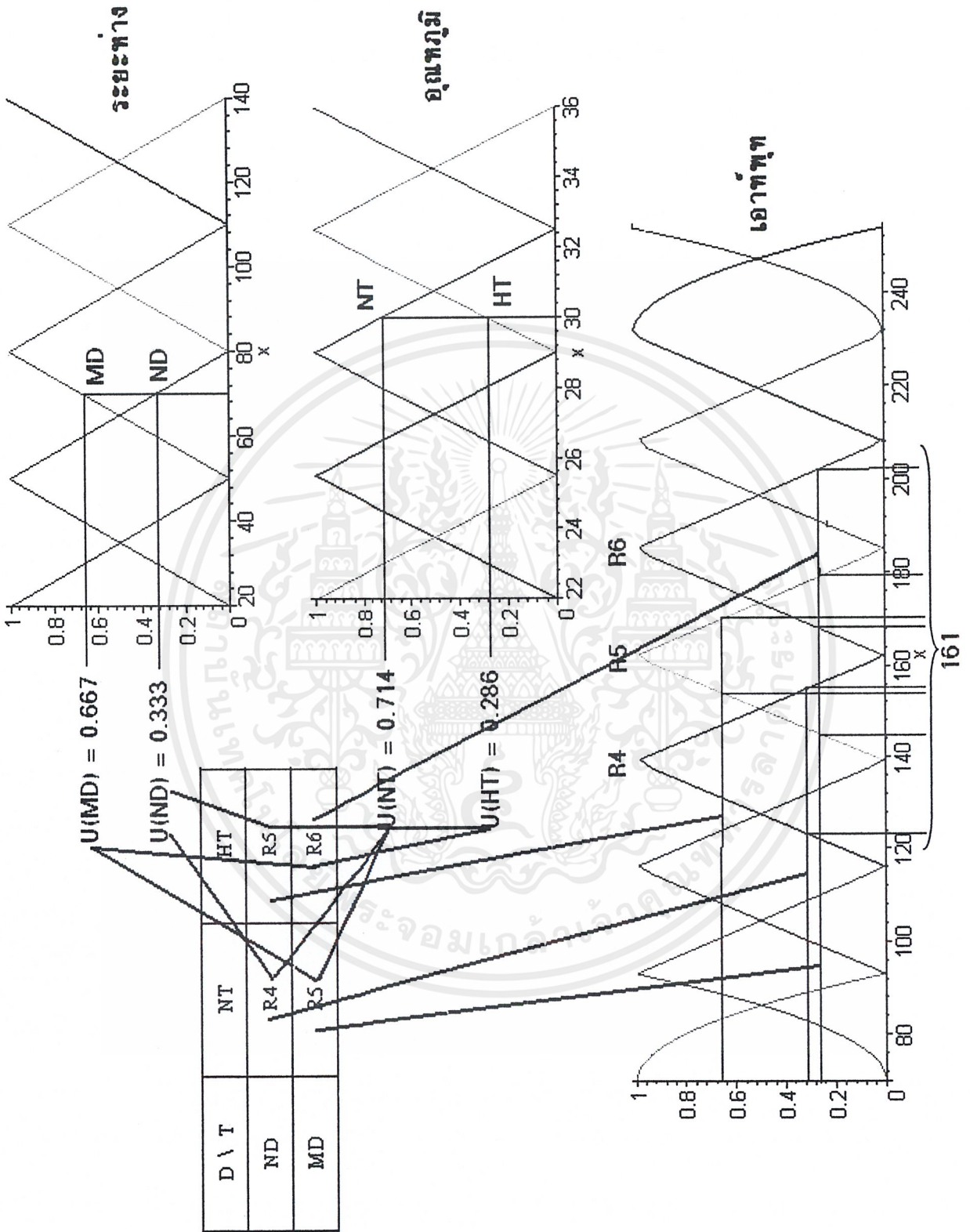
ขั้นตอนต่อไปนำไปค่าที่ได้ไปทำการดีฟัซซิฟิเคชันด้วยวิธี COA จะได้คำตอบดังนี้

$$\text{COA}(70,30) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{(123.67/3)+(154.33/3)+(145.57 \times 2/7)+(178.43 \times 2/7)+(154.33 \times 2/3)+}{2(1/3+2/7+2/3+2/7)} \\ \frac{(169.67 \times 2/3)+(168.57 \times 2/7)+(201.43 \times 2/7)}{2(1/3+2/7+2/3+2/7)} \end{array} \right.$$

$$= 161.3$$

$$\sim 161$$

ได้คำตอบคือ 161



รูปที่ 4.14 แสดงการคำนวณและคิฟuzzyฟิเคชั่น เมื่อให้ $T=30$ องศาเซลเซียส และ $D = 70$ เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการทดลองทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งประกอบด้วย ส่วนเซนเซอร์และวงจรควบคุมพัลลัม และส่วนของซอฟต์แวร์การควบคุมด้วยทฤษฎีฟuzzy ซึ่งมีการทดลองต่าง ๆ ดังนี้

5.1 การทดลองส่วนเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ

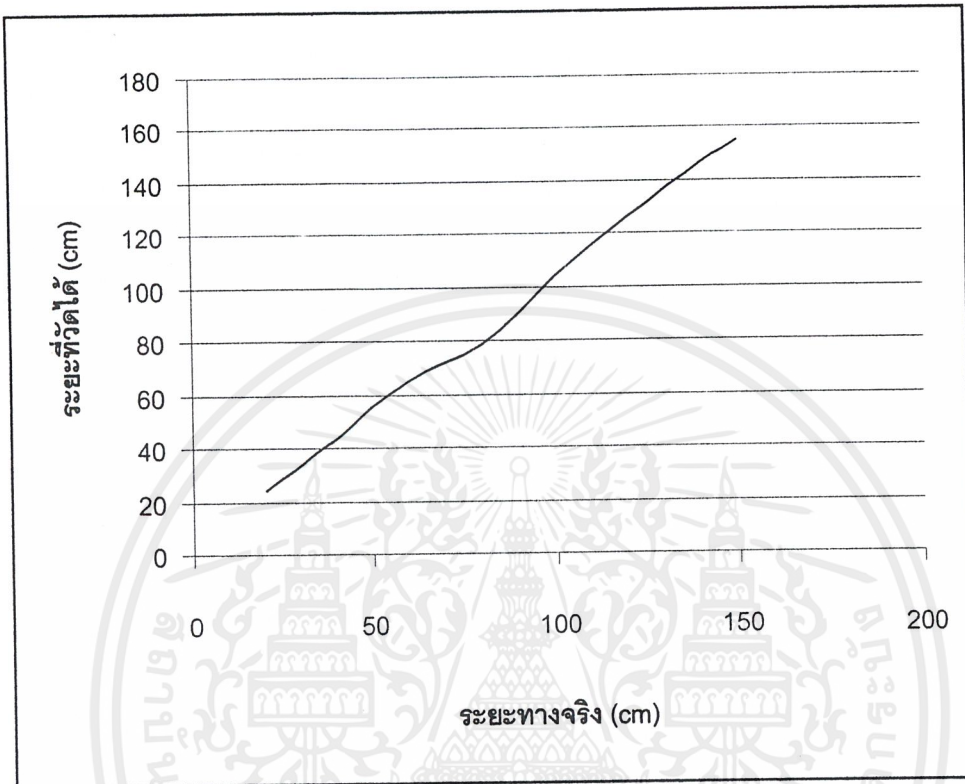
ในส่วนนี้เป็นการทดลองวัดระยะทางโดยเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัด กับระยะทางจริงที่วัดได้ จากการทดลองได้ผลการทดลองดังในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการวัดระยะทางด้วยเครื่องวัดเปรียบเทียบกับระยะทางจริง

ระยะจริง (c.m.)	ค่าที่วัดได้ (c.m.)	เปอร์เซ็นต์ความ ผิดพลาด (%)
20	24	20%
40	44	10%
60	65	8.33%
80	79	1.25%
100	104	4%
120	126	5%
140	147	5%
150	155	3.33%

จากผลการทดลองในตารางที่ 5.1 สามารถทำไปเขียนกราฟ ได้ความสัมพันธ์ดังรูปที่ 5.1

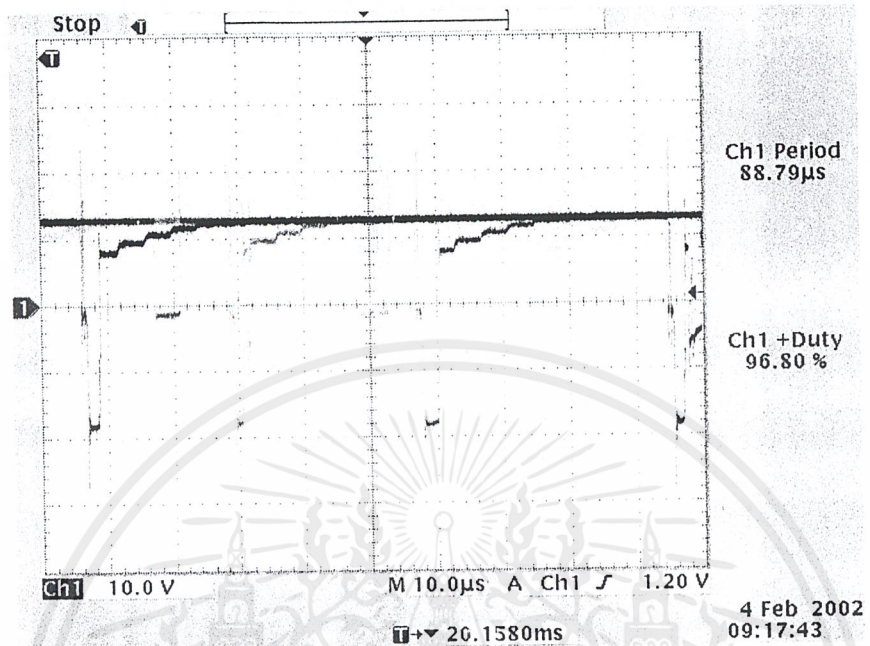
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



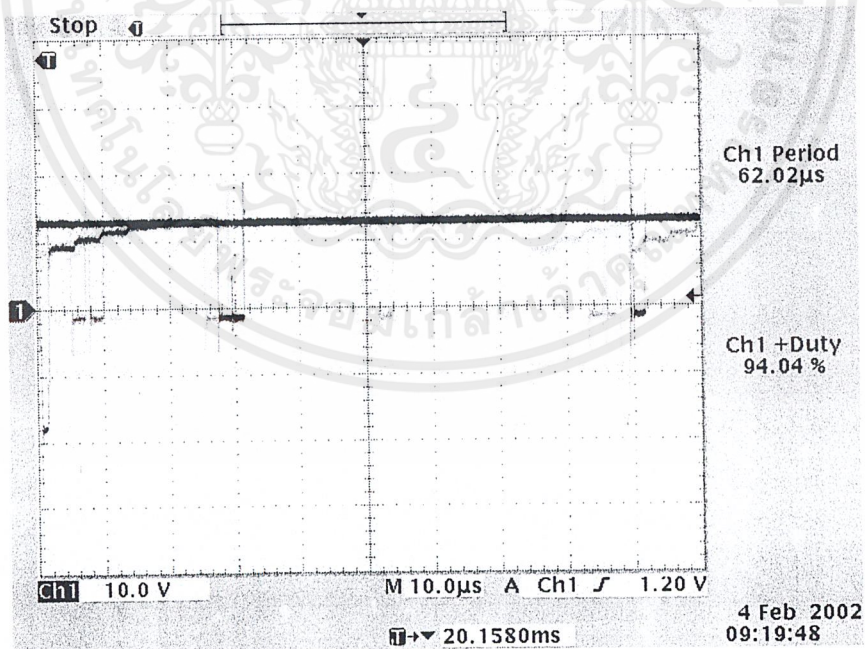
รูปที่ 5.1 ผลการทดลองการวัดระยะทางด้วยอัลตราโซนิก

5.2 การทดลองส่วนควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ในส่วนนี้เป็นการทดลองปรับระดับความเร็วของมอเตอร์ไป 255 ระดับ จากนั้นวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมโหลด เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลต่อไป

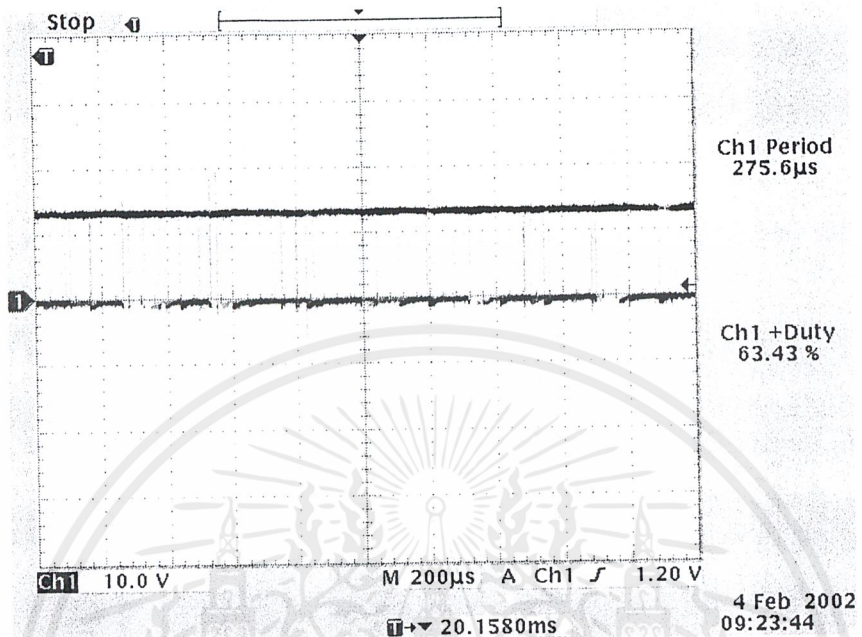


รูปที่ 5.2 แรงดันไฟฟ้าตกรวมโหลดที่ระดับ 240 (11110000)

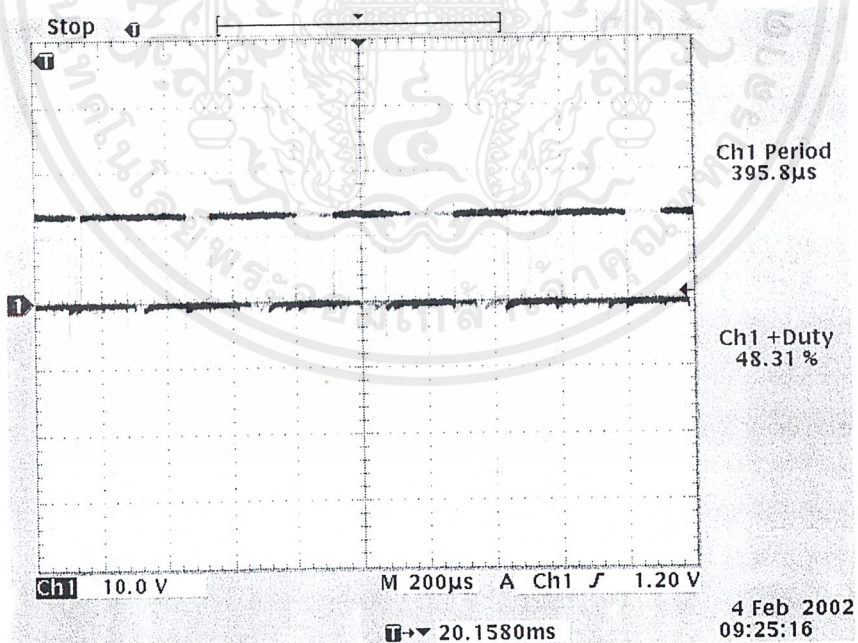


รูปที่ 5.3 แรงดันไฟฟ้าตกรวมโหลดที่ระดับ 230 (11100110)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

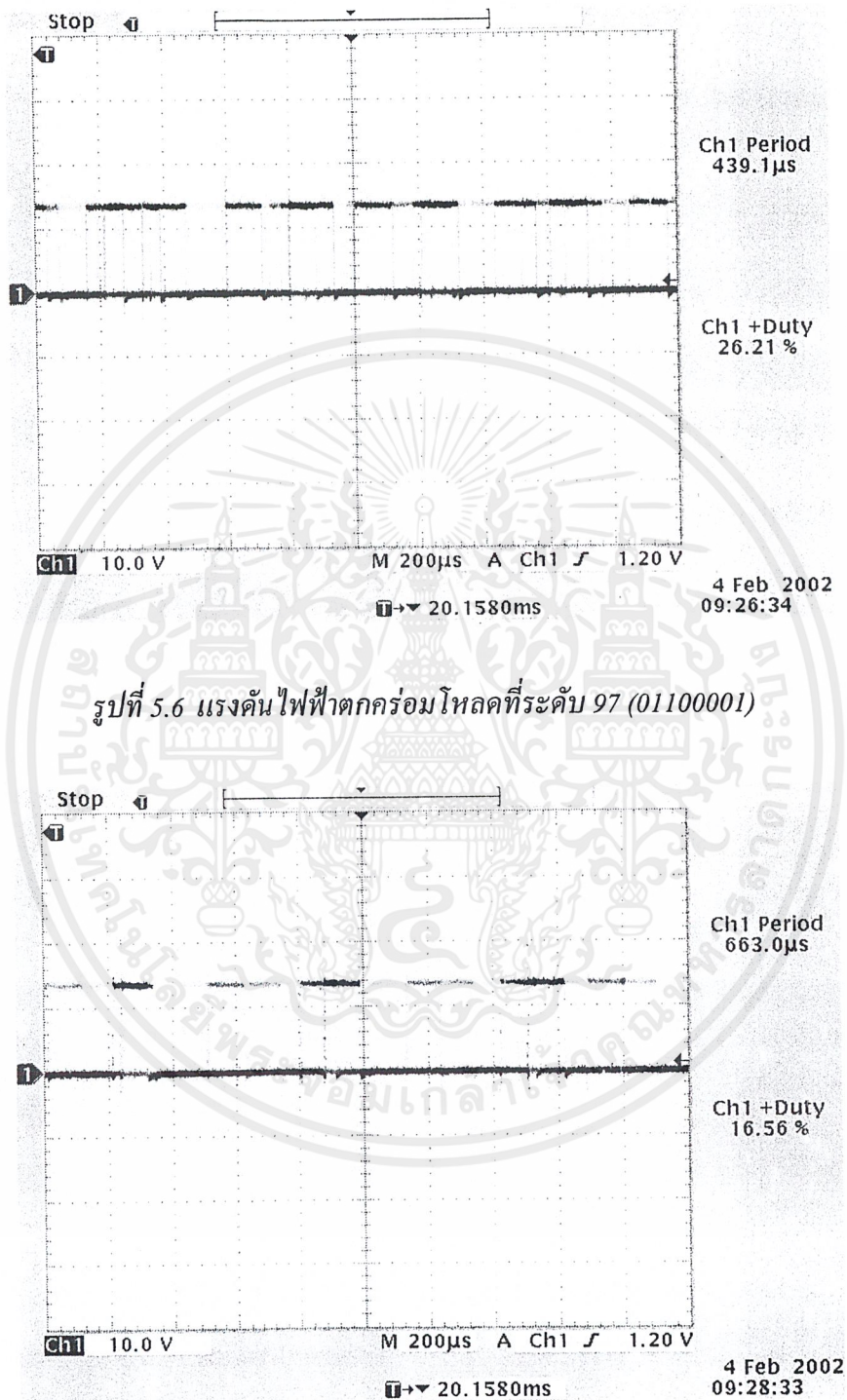


รูปที่ 5.4 แรงดันไฟฟ้าตกรวมโหลดที่ระดับ 173 (10101101)



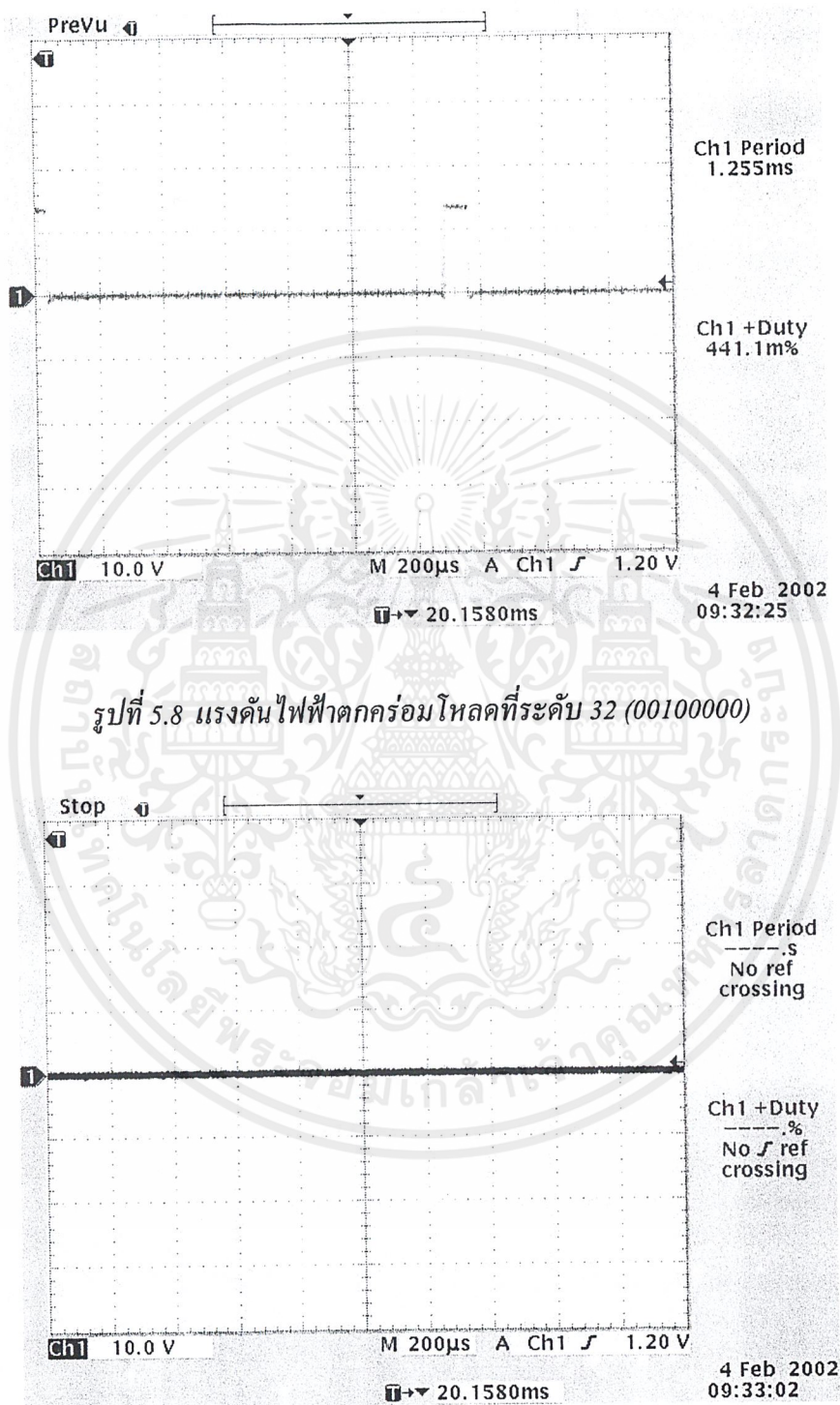
รูปที่ 5.5 แรงดันไฟฟ้าตกรวมโหลดที่ระดับ 135 (10000111)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แรงดันไฟฟ้าตกรวมโหลดที่ระดับ 64 (01000000)

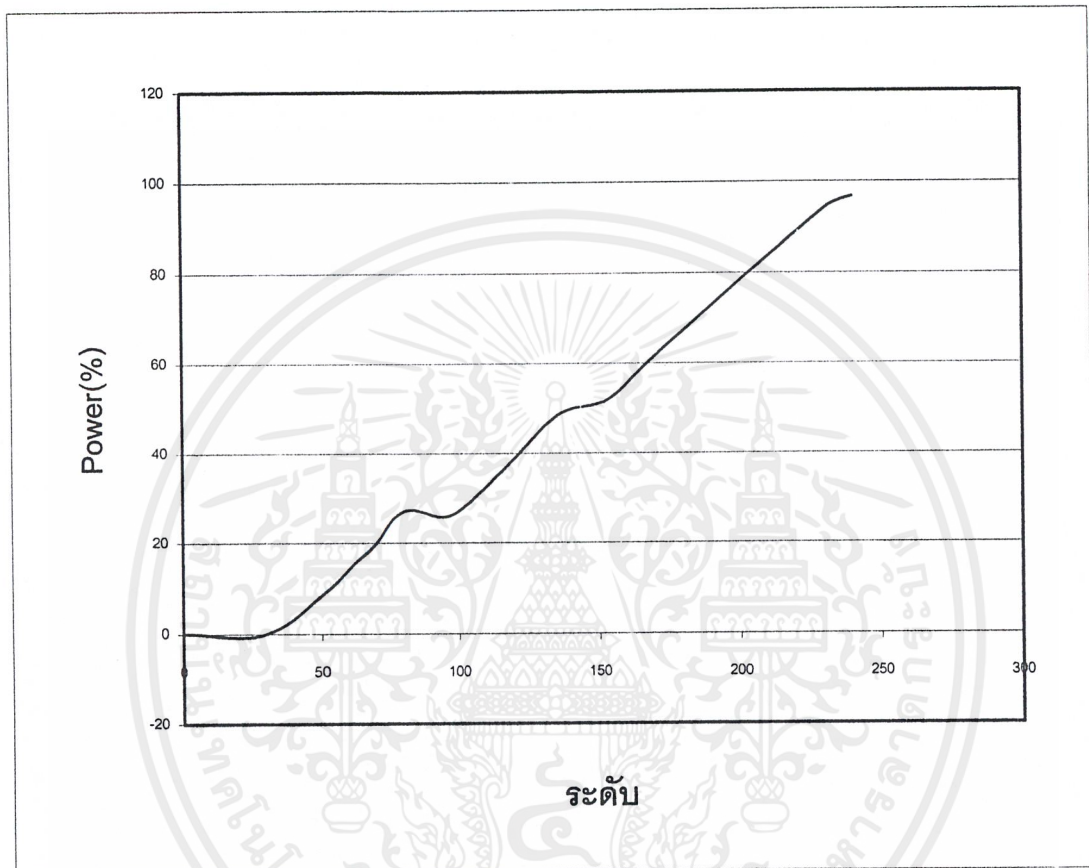
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.9 แรงดันไฟฟ้าตกรวมโหลดที่ระดับ 0 (00000000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

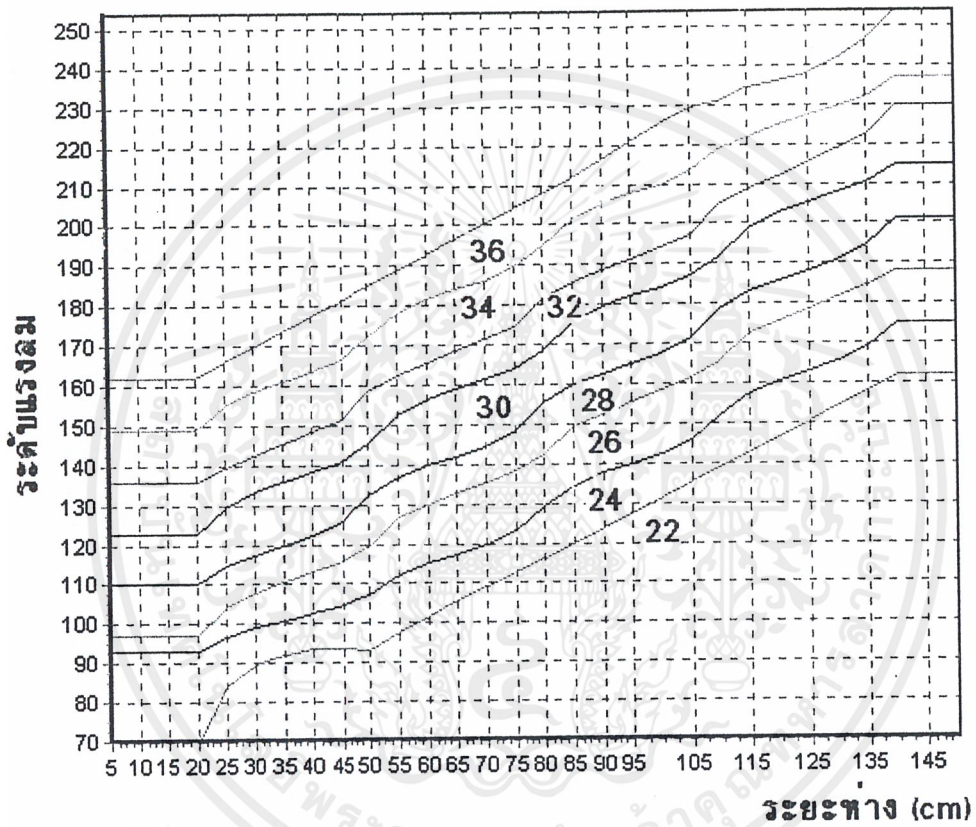
จากการทดลองได้กราฟการทดลองดังแสดงในรูปที่ 5.10



กราฟที่ 5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กำลังงานที่ได้ในความเร็วระดับต่างๆ

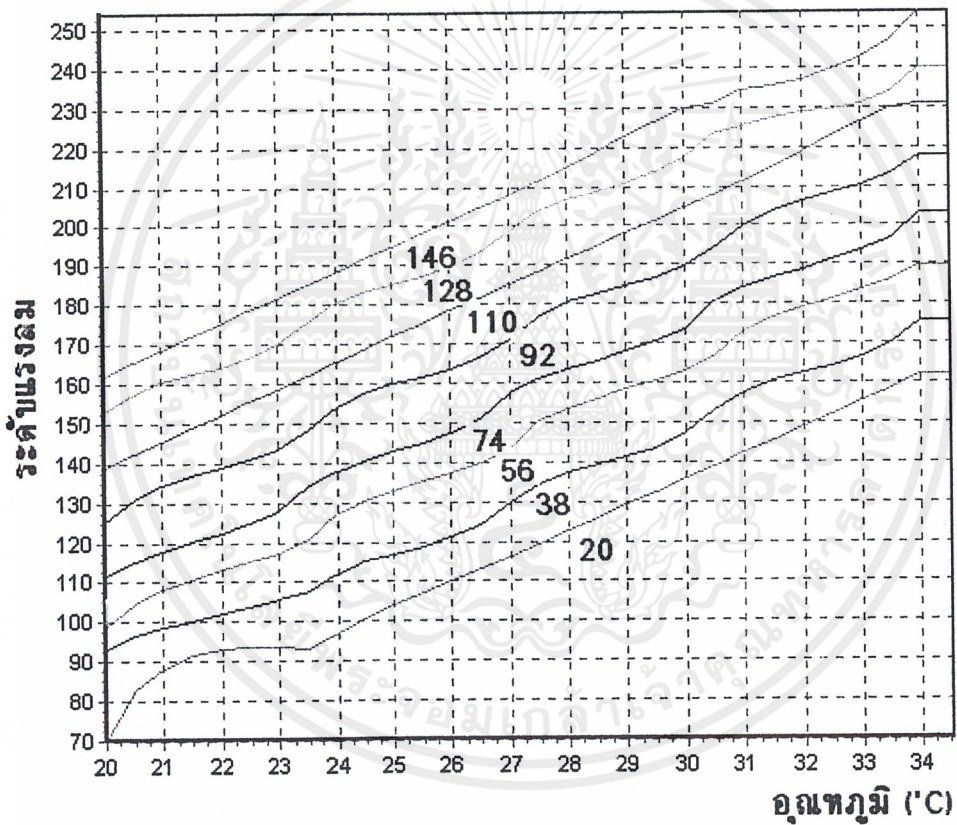
5.3 การทดลองส่วนซอฟต์แวร์ควบคุมพัฒนาด้วยทฤษฎีฟuzzy

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองหาความสัมพันธ์ของอินพุต และเอาต์พุตเมื่อผ่านการประเมินค่าด้วยทฤษฎีฟuzzyตามแบบจำลองระบบที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 4 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกกำหนดให้อุณหภูมิคงที่ แล้วดูการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตเมื่อให้ระยะห่างเปลี่ยนแปลงไป ในส่วนที่ 2 จะทำการกำหนดให้ระยะห่างคงที่ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตเทียบกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 5.11 ผลการทดลองเมื่อให้อุณหภูมิคงที่หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกับเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



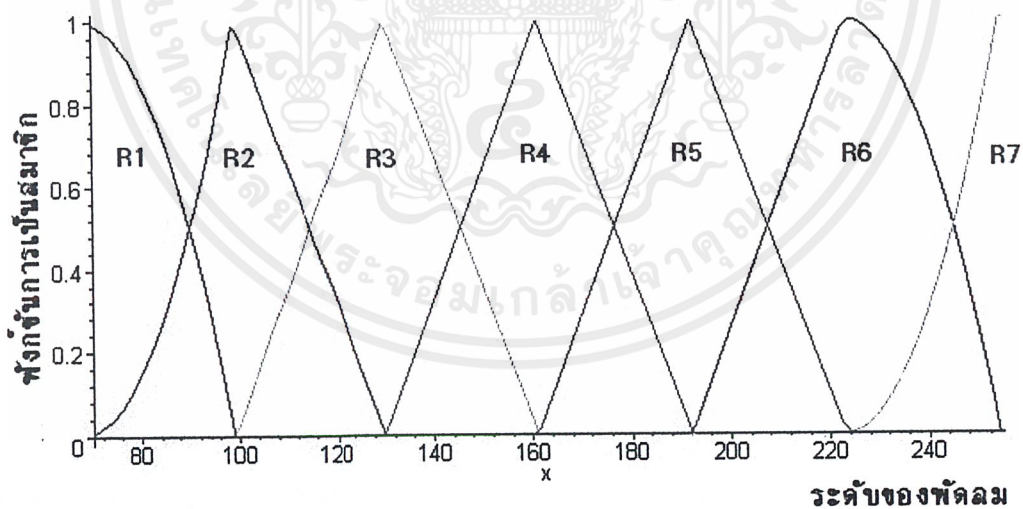
รูปที่ 5.12 ผลการทดลองเมื่อให้ระยะห่างคงที่หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์

จากผลการทดลองในบทที่ 5 รูปที่ 5.11 และ 5.12 พบว่า ในช่วงแรก ๆ ของการทดลอง คือที่ อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียสของรูปที่ 5.11 และระยะห่างที่ 20 เซนติเมตรของรูปที่ 5.12 มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น เนื่องจากในการออกแบบฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของเอาท์พุทนั้น ในช่วงระดับ 70-93 มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น กล่าวคือเป็นฟังก์ชันกำลัง 2 สาเหตุที่ทำการออกแบบเช่นนี้เนื่องจาก ในช่วงแรก ๆ กำลังไฟฟ้าที่คร่อมพัดลมจะไม่เป็นเชิงเส้นกับการปรับ (รูปที่ 5.10) จึงมีการปรับปรุงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ปัญหาที่พบอย่างหนึ่งคือ หากจำนวนกฎของเอาท์พุทมีค่าน้อยเกินไป จะทำให้การประเมินระบบด้วยทฤษฎีฟัซซีมีข้อบกพร่องเกิดขึ้น ซึ่งปัญหานี้เกิดขึ้นในการออกแบบครั้งแรก ๆ ได้กำหนดให้ เซตของเอาท์พุทมีจำนวนเท่ากับ 7 เซต โดยมีฟังก์ชันการเป็นสมาชิก และกฎของฟัซซีดังนี้

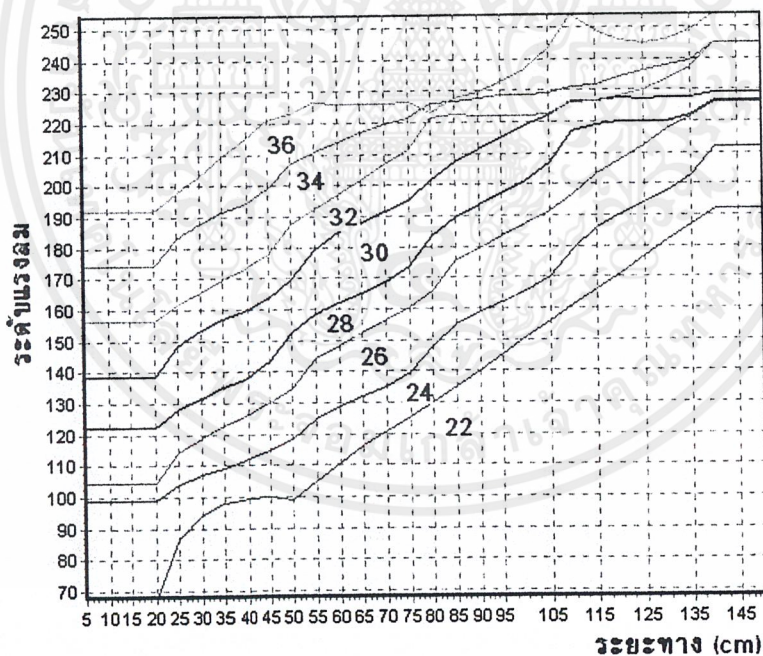


รูปที่ 6.1 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของเอาท์พุทเมื่อให้มีจำนวน 7 เซตสมาชิก

ตารางที่ 6.1 กฎของพีชชี เมื่อให้สมาชิกของเอาท์พุทมีจำนวน 7 เซตสมาชิก

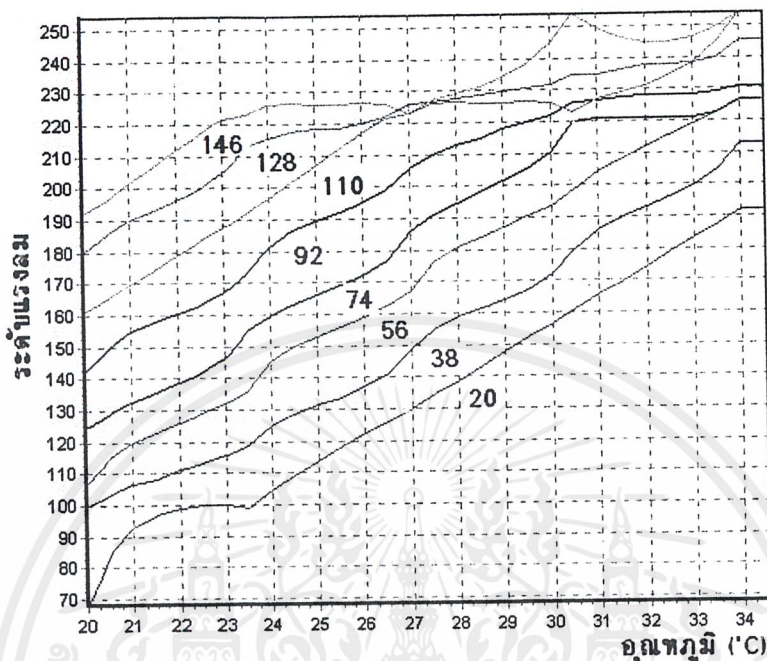
D \ T	VCT	CT	NT	HT	VHT
VND	R1	R2	R3	R4	R5
ND	R2	R3	R4	R5	R6
MD	R3	R4	R5	R6	R6
FD	R4	R5	R6	R6	R7
VFD	R5	R6	R6	R7	R7

ทั้งหมดให้ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของอินพุท เหมือนเดิมทุกประการ ผลการทดลองที่ได้เป็น
 ดังรูปที่ 6.2 และ 6.3



รูปที่ 6.2 ผลการทดลองเมื่อให้อุณหภูมิคงที่หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกับเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3 ผลการทดลองเมื่อให้ระยะห่างคงที่หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเอาท์พุท

จะเห็นได้ว่าในช่วงต้น ๆ ของเส้นกราฟ จะคล้ายกับการออกแบบในบทที่ 4 แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะห่างให้สูงขึ้น จะทำให้กราฟเริ่มทับซ้อนกัน อันเนื่องมาจากในช่วงนั้นมีการใช้กฎเดียวกัน ทำให้ค่าที่ประเมินได้มีค่าไม่เหมาะสม ซึ่งปัญหานี้ได้แก้ไขโดยเพิ่มจำนวนเซตสมาชิกของเอาท์พุท เป็น 9 เซตสมาชิก

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ทฤษฎีการคำนวณแบบฟัซซี่ เป็นการคำนวณแบบอ่อน ที่จำลองแบบ (Model) ของระบบด้วยวิธีใช้ความคลุมเครือของระบบ และใช้การแปลงความรู้หรือประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญให้อยู่ในรูปแบบเงื่อนไขง่าย ๆ แทนการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่ยุ่งยาก

2. ผู้ที่ทำการออกแบบระบบด้วยทฤษฎีฟuzzy จำเป็นจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับระบบที่กำลังศึกษาอยู่ว่าเป็นเชิงเส้นหรือไม่ เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ของกฎให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม
3. การสร้างระบบควบคุมด้วยทฤษฎีฟuzzy จำเป็นจะต้องมีค่าทดลองและปรับปรุงกฎเพื่อให้ค่าที่ได้มีความเหมาะสมที่สุด
4. ทฤษฎีฟuzzy สามารถประยุกต์ใช้กับการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพดี โดยทำการแปลงของข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปตาราง และนำไปเก็บในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

P0          EQU      080H
P1          EQU      090H
P2          EQU      0A0H
P3          EQU      0B0H
SCON        EQU      098H
PCON        EQU      087H
TMOD        EQU      089H
PSW         EQU      0D0H
TL0         EQU      08AH
TH0         EQU      08CH
TL1         EQU      08BH
TH1         EQU      08DH
ACC         EQU      0E0H
B           EQU      0F0H
TCON        EQU      088H
TR0         EQU      088H.4
TR1         EQU      088H.6
TF0         EQU      088H.5
TF1         EQU      088H.7
SCLK        EQU      090H.0
IO          EQU      090H.1
EN          EQU      090H.2
SWITCH      EQU      090H.3
SONIC       EQU      090H.4
ON          EQU      090H.5
EA          EQU      0A8H.7
IT0         EQU      088H.0
IE0         EQU      088H.1
EX0         EQU      0A8H.0
INT0        EQU      0B0H.2
EN_LCD      EQU      0B0H.6
RS          EQU      0B0H.7
ADDRESS     EQU      004H
DATA1       EQU      005H
TE0         EQU      006H
COUNT      EQU      007H
DELAY       EQU      030H
OLD1_H      EQU      031H
OLD1_L      EQU      032H
OLD2_H      EQU      033H
OLD2_L      EQU      034H
DIV_RES     EQU      035H
CLOSECOUNT EQU      036H
LEVEL       EQU      037H
INT_COUNT   EQU      038H
FIRST       EQU      020H.0
OLD2        EQU      020H.1
SEND        EQU      020H.2
RANGE       EQU      020H.3
DELTA       EQU      020H.4
CLOSE       EQU      020H.5

ORG         0000H
LJMP        PREPARE

```

```

;////////////////// INTERRUPT //////////////////////;

```

```

INTERRUPT:   ORG      0003H
              PUSH    ACC
              MOV     DELAY,#4
              ACALL   DELAY_S1
              MOV     C,INT0
              JC      INT_FIN
              MOV     A,INT_COUNT
              CJNE    A,#3,INT_NEXT
              MOV     INT_COUNT,#0
              SJMP    INT_NEXT2
INT_NEXT:    INC     A
              MOV     INT_COUNT,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INT_NEXT2:    JB      CLOSE,INT_FIN
              LCALL   CONVERT_DATA
              LCALL   CONTROL_FAN
              LCALL   DEC_ADJ_DIS
              LCALL   DEC_ADJ_TEM
              LCALL   SEND_LCD
INT_FIN:      POP     ACC
              RETI

DELAY_S1:     PUSH    ACC
              MOV     A,DELAY
              MOV     TL1,#00H
              MOV     TH1,#00H
              SETB   TR1
DELAY_AGAIN1: JNB    TF1,$
              CLR    TF1
              DJNZ   OE0H,DELAY_AGAIN1
              CLR    TR1
              POP    ACC
              RET

```

//////////////////// PREPARE //////////////////////;

```

PREPARE:      CLR    SWITCH
              CLR    EN_LCD
              CLR    RS
              CLR    CLOSE
              SETB   INTO
              SETB   EA
              SETB   IT0
              SETB   EX0
              CLR    IE0
              MOV    P2,#0
              MOV    P0,#0
              MOV    SCON,#01010000B
              MOV    TMOD,#00010001B
              MOV    TE0,#0
              MOV    INT_COUNT,#0
              SETB   FIRST
              MOV    OLD1_H,#0
              MOV    OLD1_L,#0
              MOV    OLD2_H,#0
              MOV    OLD2_L,#0
              MOV    CLOSECOUNT,#22
              LCALL  BEFORE_START

```

////////////////////;
 ;////////PROCEDURE FOR WRITE AND READ DTEM////////;
 ;////////////////////;

;--- WRITE DTEM ---;

```

WE_CYCLE:    PUSH    00H
              MOV     R0,#8
WE_AGN:      CLR    SCLK
              RRC    A
              MOV    IO,C
              SETB   SCLK
              DJNZ   R0,WE_AGN
              RRC    A
              POP    00H
              RET

```

```

WRITE_DTEM:  PUSH    ACC
              PUSH    PSW
              SETB   EN
              MOV    A,ADDRESS
              ACALL  WE_CYCLE

```

```

MOV     A, DATA1
ACALL  WE_CYCLE
CLR     SCLK
CLR     EN
POP     PSW
POP     ACC
RET

;--- READ DTEM ---;

RE_CYCLE:  PUSH    00H
MOV       A, #00H
MOV       RO, #9
RE_AGN:   SETB    IO
CLR       SCLK
MOV       C, IO
RRC       A
SETB     SCLK
DJNZ     RO, RE_AGN
RLC       A
CLR       SCLK
POP       00H
RET

READ_DTEM:  PUSH    ACC
PUSH     PSW
SETB     EN
MOV       A, ADDRESS
ACALL    WE_CYCLE
ACALL    RE_CYCLE
MOV       DATA1, A
CLR       EN
POP       PSW
POP       ACC
RET

;//////////////////////////////////////////;
;////////////////////////////////////////// DELAY ////////////////////////////////////////////;
;//////////////////////////////////////////;

DELAY_S:   PUSH    ACC
MOV       A, DELAY
MOV       TLO, #00H
MOV       THO, #00H
SETB     TRO
DELAY_AGAIN: JNB     TFO, $
CLR       TFO
DJNZ     OEOH, DELAY_AGAIN
CLR       TRO
POP       ACC
RET

;//////////////////////////////////////////;
;////////////////////////////////////////// DETERMINE DISTANCE ////////////////////////////////////////////;
;//////////////////////////////////////////;

DISTANCE:  MOV       TMOD, #00010001B
CLR       TFO
MOV       TLO, #00H
MOV       THO, #00H
SETB     SWITCH
SETB     TRO
JNB     TFO, $
CLR       TFO
CLR       SWITCH
MOV       TLO, #00H
MOV       THO, #00H
SETB     TRO
CHECK_0:  JB       SONIC, $
MOV       TL1, #0E8H

```

```

MOV      TH1,#0FFH
CLR      TF1
SETB    TR1
CHECK_1: JNB      SONIC,CHECK_TIME
CLR      TR1
AJMP    CHECK_0
CHECK_TIME: JNB     TF1,CHECK_1
CLR      TR0
CLR      TR1
CLR      TF1
CLR      EN
RET

;//////////////////////////////////////;
;////////////////////////////////////// CHECK DATA BEFORE SEND ////////////////////////////////////////;
;//////////////////////////////////////;

IN_RANGE: CLR      RANGE
MOV      A,TH0
CLR      C
SUBB    A,#5
JC      RANGE_FIN
MOV      A,TH0
CLR      C
SUBB    A,#21H
JNC     RANGE_FIN
SETB    RANGE
RANGE_FIN: RET

IN_DELTA: CLR      DELTA
MOV      A,TL0
CLR      C
SUBB    A,R0
MOV      R0,A
MOV      A,TH0
JNC     CON_MINUS
CON_MINUS: DEC      A
CLR      C
SUBB    A,R1
MOV      R1,A
JNC     DELTA_COMPARE
CLR      C
MOV      A,R0
CPL     A
ADD     A,#1
MOV      R0,A
MOV      A,R1
CPL     A
JNC     DELTA_FLOW
ADD     A,#1
DELTA_FLOW: MOV     R1,A
DELTA_COMPARE: MOV     A,R1
CLR      C
SUBB    A,#03
JNC     DELTA_FIN
SETB    DELTA
DELTA_FIN: RET

CHECKDATA: PUSH    ACC
PUSH    00H
PUSH    01H
SETB    SEND
JB      FIRST,CHECK_FIRST
ACALL   IN_RANGE
JNB     RANGE,N1_RANGE
MOV     R0,OLD1_L
MOV     R1,OLD1_H
ACALL   IN_DELTA
JNB     DELTA,TO_OLD2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      OLD1_L, TL0
MOV      OLD1_H, TH0
CLR      OLD2
N1_RANGE: SJMP    CHECK_FIN
MOV      TL0, OLD1_L
MOV      TH0, OLD1_H
CLR      SEND
TO_OLD2: SJMP    CHECK_FIN
JNB     OLD2, N_OLD2
MOV      R0, OLD2_L
MOV      R1, OLD2_H
ACALL   IN_DELTA
JNB     DELTA, N_EQU
MOV      OLD1_L, TL0
MOV      OLD1_H, TH0
CLR      OLD2
N_EQU:  SJMP    CHECK_FIN
MOV      OLD2_L, TL0
MOV      OLD2_H, TH0
MOV      TL0, OLD1_L
MOV      TH0, OLD1_H
CLR      SEND
N_OLD2: SJMP    CHECK_FIN
SETB    OLD2
CHECK_FIRST: SJMP  N_EQU
ACALL   IN_RANGE
JNB     RANGE, N2_RANGE
MOV      OLD1_L, TL0
MOV      OLD1_H, TH0
CLR      FIRST
N2_RANGE: SJMP    CHECK_FIN
CHECK_FIN: CLR     SEND
POP      01H
POP      00H
POP      ACC
RET

; ////////////////////////////////////////;
; //////////////////////////////////////// LCD PROCEDURE ////////////////////////////////////////;
; ////////////////////////////////////////;

DELAY_10ms: PUSH    00H
PUSH    01H
MOV     R0, #4
DE_AGN2: MOV     R1, #0E6H
DE_AGN1: NOP
NOP
DJNZ   R1, DE_AGN1
DJNZ   R0, DE_AGN2
POP    01H
POP    00H
RET

LCD_CLK: NOP
NOP
SETB   EN_LCD
ACALL  DELAY_10ms
CLR    EN_LCD
RET

SET_LCD: CLR    RS
MOV    P2, #00111000B ;SET 8 BIT
ACALL  LCD_CLK
MOV    P2, #00000001B ;CLR LCD
ACALL  LCD_CLK
MOV    P2, #00000110B ;AUTO INC ADD
ACALL  LCD_CLK
MOV    P2, #00001100B ;ON LCD
ACALL  LCD_CLK
MOV    42H, #'.'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      44H,#0DFH
MOV      45h,'#C'
MOV      46H,#10H
MOV      4AH,'#c'
MOV      4BH,'#m'
MOV      4CH,#10H
RET

SET_ADD:  CLR      RS
          SETB    OE0H.7
          MOV     P2,A
          ACALL  LCD_CLK
          RET

WR_LCD:   PUSH    01H
          MOV     R1,#8
WR_LCD_AGN: SETB   RS
          MOV     P2,@R0
          ACALL  LCD_CLK
          INC     R0
          DJNZ   R1,WR_LCD_AGN
          POP     01H
          RET

SEND_LCD: PUSH    OE0H
          PUSH    00H
          MOV     A,#0
          ACALL  SET_ADD
          MOV     R0,#40H
          ACALL  WR_LCD
          MOV     A,#40H
          ACALL  SET_ADD
          MOV     R0,#48H
          ACALL  WR_LCD
          POP     00H
          POP     OE0H
          RET

;/////////////////////////////////////////;
;///////// CONVERT DATA BEFORE DISPLAY ////////////;
;/////////////////////////////////////////;

DIV_36H:  PUSH    00H
          PUSH    01H
          MOV     R0,#0
DIV_AGN:  MOV     A,R2
          CLR     C
          SUBB   A,#36H
          MOV     R1,A
          JNC    DIV_COUNT
          CLR     C
          MOV     A,R3
          SUBB   A,#1
          MOV     R3,A
          JNC    DIV_COUNT
          MOV     R3,00H
          SJMP   DIV_FIN
DIV_COUNT: INC     R0
          MOV     R2,01H
          SJMP   DIV_AGN
DIV_FIN:  POP     01H
          POP     00H
          RET

CONVERT_DATA: PUSH   ACC
            MOV    A,#0F0H
            ANL   A,TH0
            SWAP  A
            MOV   R3,A
            MOV   A,#0FH

```

```

ANL     A,TH0
SWAP   A
MOV    R2,A
MOV    A,#0F0H
ANL    A,TL0
SWAP   A
ORL    A,R2
MOV    R2,A
ACALL  DIV_36H
MOV    A,#0FH
ANL    A,R3
SWAP   A
MOV    DIV_RES,A
MOV    A,#0F0H
ANL    A,R2
SWAP   A
MOV    R3,A
MOV    A,#0FH
ANL    A,R2
SWAP   A
MOV    R2,A
MOV    A,#0FH
ANL    A,TL0
ORL    A,R2
MOV    R2,A
ACALL  DIV_36H
MOV    A,R3
ORL    A,DIV_RES
MOV    DIV_RES,A
MOV    A,R2
CLR    C
SUBB   A,#1BH
JC     CONVERT_FIN
INC    DIV_RES
POP    ACC
RET

CONVERT_FIN:
DEC_ADJ_DIS:  PUSH   ACC
MOV    A,DIV_RES
MOV    B,#0AH
DIV    AB
MOV    R0,A
MOV    A,B
ADD    A,#30H
MOV    49H,A
MOV    A,R0
MOV    B,#0AH
DIV    AB
ADD    A,#30H
MOV    47H,A
MOV    A,B
ADD    A,#30H
MOV    48H,A
MOV    A,LEVEL
MOV    B,#0AH
DIV    AB
MOV    R0,A
MOV    A,B
ADD    A,#30H
MOV    4FH,A
MOV    A,R0
MOV    B,#0AH
DIV    AB
ADD    A,#30H
MOV    4DH,A
MOV    A,B
ADD    A,#30H
MOV    4EH,A
MOV    4AH,#'c'
MOV    4BH,#'m'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      4CH,#10H
POP      ACC
RET

DEC_ADJ_TEM:  PUSH  ACC
MOV      43H,#'0'
MOV      A,DATA1
RRC      A
JNC      NON_TEM
MOV      43H,#'5'
NON_TEM:    MOV      B,#0AH
DIV      AB
ADD      A,#30H
MOV      40H,A
MOV      A,B
ADD      A,#30H
MOV      41H,A
POP      ACC
RET

;////////// CHECK TO CLOSE A FAN ////////////;
CHECK_CLOSE:  PUSH  ACC
JNB      SEND,INC_CLOSE
CLR      CLOSE
MOV      CLOSECOUNT,#0
SJMP     END_CLOSE
INC_CLOSE:   MOV      A,CLOSECOUNT
CJNE     A,#23,INC2_CLOSE
SJMP     END_CLOSE
INC2_CLOSE:  INC      A
MOV      CLOSECOUNT,A
CJNE     A,#23,END_CLOSE
ACALL    DEC_ADJ_TEM
MOV      47H,#'O'
MOV      48H,#'U'
MOV      49H,#'T'
MOV      4AH,#'o'
MOV      4BH,#'f'
MOV      4CH,#'A'
MOV      4DH,#'R'
MOV      4EH,#'E'
MOV      4FH,#'A'
END_CLOSE:  SETB   CLOSE
POP      ACC
RET

;////////// ADJUST FAN SPEED ////////////;
SELECT_TABLE:  PUSH  ACC
PUSH     00H
MOV      A,DATA1
CLR      C
RRC      A
MOV      R0,A
CLR      C
SUBB    A,#23
JNC      S_NEXT23
MOV      DPTR,#T22C
SJMP     S_FIN
S_NEXT23:  MOV      A,R0
CJNE     A,#23,S_NEXT24
MOV      DPTR,#T23C
SJMP     S_FIN
S_NEXT24:  CJNE     A,#24,S_NEXT25
MOV      DPTR,#T24C
SJMP     S_FIN
S_NEXT25:  CJNE     A,#25,S_NEXT26
MOV      DPTR,#T25C
SJMP     S_FIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

S_NEXT26:    CJNE    A,#26,S_NEXT27
             MOV     DPTR,#T26C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT27:    CJNE    A,#27,S_NEXT28
             MOV     DPTR,#T27C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT28:    CJNE    A,#28,S_NEXT29
             MOV     DPTR,#T28C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT29:    CJNE    A,#29,S_NEXT30
             MOV     DPTR,#T29C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT30:    CJNE    A,#30,S_NEXT31
             MOV     DPTR,#T30C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT31:    CJNE    A,#31,S_NEXT32
             MOV     DPTR,#T31C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT32:    CJNE    A,#32,S_NEXT33
             MOV     DPTR,#T32C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT33:    CJNE    A,#33,S_NEXT34
             MOV     DPTR,#T33C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT34:    CJNE    A,#34,S_NEXT35
             MOV     DPTR,#T34C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT35:    CJNE    A,#35,S_NEXT36
             MOV     DPTR,#T35C
             SJMP   S_FIN
S_NEXT36:    MOV     DPTR,#T36C
S_FIN:      POP     00H
             POP     ACC
             RET

CONTROL_FIX: PUSH    ACC
             MOV     A,INT_COUNT
             CJNE   A,#1,TEST2
             MOV     P0,#124
             MOV     LEVEL,#124
             SJMP   FIX_FIN
TEST2:      CJNE   A,#2,TEST3
             MOV     P0,#190
             MOV     LEVEL,#190
             SJMP   FIX_FIN
TEST3:      MOV     P0,#255
             MOV     LEVEL,#255
FIX_FIN:    POP     ACC
             RET

CONTROL_FAN: PUSH    ACC
             PUSH   00H
             MOV     A,INT_COUNT
             CJNE   A,#0,FAN_FIX
             SJMP   CON_FAN
FAN_FIX:    ACALL   CONTROL_FIX
             SJMP   CON_FIN
CON_FAN:    MOV     A,DIV_RES
             MOV     B,#5
             DIV    AB
             MOV     R0,A
             MOV     A,B
             CLR    C
             SUBB  A,#3
             JC     CON_CON1
             INC   R0
CON_CON1:  MOV     A,R0
             CLR    C
             SUBB  A,#4

```

```

MOV      RO,A
CLR      C
SUBB    A,#24
JC       CON_NEXT1
MOV      A,#24
SJMP    CON_NEXT2
CON_NEXT1: MOV      A,R0
CON_NEXT2: ACALL   SELECT_TABLE
MOV      A,@A+DPTR
MOV      PO,A
MOV      LEVEL,A
CON_FIN:  POP      00H
          POP      ACC
          RET

T22C:    DB      070,084,090,092,094,094,093,098,102,106
          DB      109,113,116,120,124,128,131,135,139,143
          DB      147,150,154,158,162
T23C:    DB      088,094,097,098,099,099,101,107,111,114
          DB      116,118,123,130,133,136,138,141,146,153
          DB      156,159,161,164,169
T24C:    DB      093,097,099,101,103,105,107,112,115,117
          DB      120,123,129,134,138,140,142,146,152,157
          DB      161,163,165,169,175
T25C:    DB      094,097,100,104,107,109,113,117,120,123
          DB      126,129,136,139,142,145,148,151,159,162
          DB      165,168,171,174,182
T26C:    DB      097,104,108,111,113,116,119,127,130,133
          DB      136,139,142,150,153,156,159,162,165,173
          DB      176,179,182,185,188
T27C:    DB      104,110,113,116,118,121,126,132,136,138
          DB      140,144,149,155,159,161,163,167,172,178
          DB      182,184,186,190,195
T28C:    DB      110,115,117,120,122,126,132,137,140,142
          DB      145,148,155,160,163,165,168,171,178,183
          DB      186,188,191,194,201
T29C:    DB      116,120,124,128,131,135,139,143,147,150
          DB      154,158,162,166,170,174,177,181,185,189
          DB      193,196,200,204,208
T30C:    DB      123,130,133,136,138,141,146,153,156,159
          DB      161,164,169,176,179,182,184,187,192,199
          DB      203,205,208,210,215
T31C:    DB      129,134,138,140,142,146,152,157,161,163
          DB      165,169,175,180,184,186,188,192,198,204
          DB      207,210,212,216,223
T32C:    DB      136,139,142,145,148,151,159,162,165,168
          DB      171,174,182,185,188,191,194,197,205,209
          DB      212,215,219,222,230
T33C:    DB      142,150,153,156,159,162,165,173,176,179
          DB      182,185,188,196,199,202,205,208,211,216
          DB      219,223,227,230,234
T34C:    DB      149,155,159,161,163,167,172,178,182,184
          DB      186,190,195,201,205,208,210,213,219,222
          DB      225,227,229,232,237
T35C:    DB      155,160,163,165,168,171,178,183,186,188
          DB      191,194,201,206,209,212,215,219,226,228
          DB      230,230,232,235,242
T36C:    DB      162,166,170,174,177,181,185,189,193,196
          DB      200,204,208,212,216,221,225,229,231,234
          DB      236,238,241,246,254

```

```

;//////////////////////////////////////////;
;//////////////////////////////////////////;
;//////////////////////////////////////////;

```

```

BEFORE_START:  LCALL   SET_LCD
                MOV     DELAY,#20
                LCALL   DELAY_S
START:         MOV     ADDRESS,#0AAH

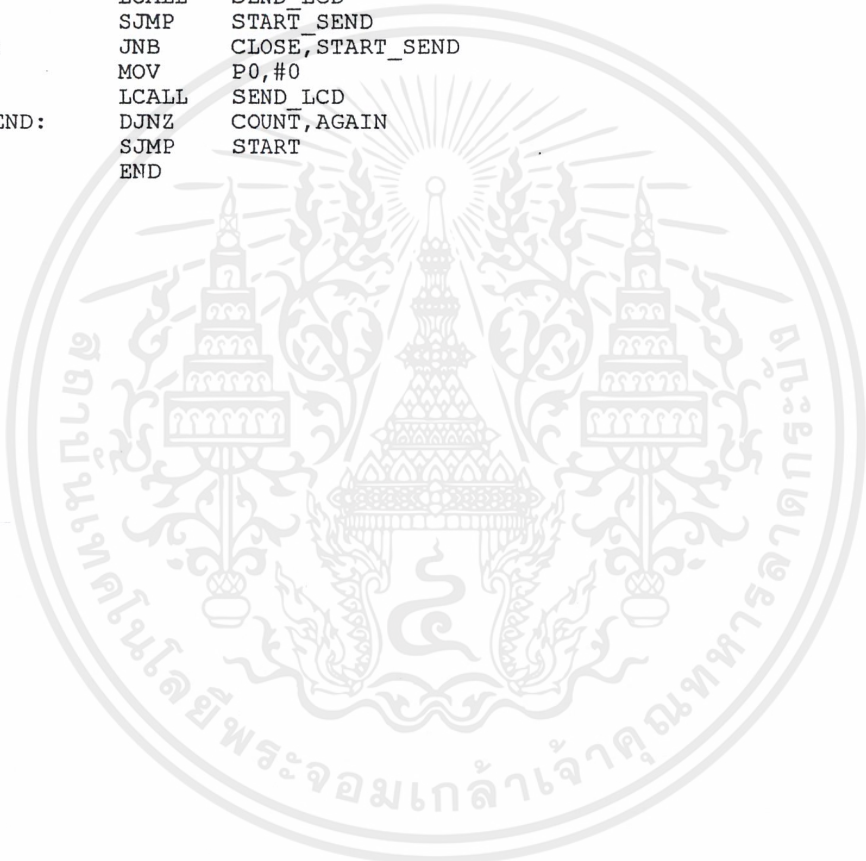
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL  READ_DTEM
                MOV    A,DATA1
                CJNE  A,#0FFH,START_GO
                SJMP  START
START_GO:      MOV    COUNT,#10
AGAIN:        MOV    DELAY,#25
                LCALL  DELAY_S
                LCALL  DISTANCE
                LCALL  CHECKDATA
                LCALL  CHECK_CLOSE
                JNB   SEND,C_CLOSE
                LCALL  CONVERT_DATA
                LCALL  CONTROL_FAN
                LCALL  DEC_ADJ_DIS
                LCALL  DEC_ADJ_TEM
                LCALL  SEND_LCD
                SJMP  START_SEND
C_CLOSE:      JNB   CLOSE,START_SEND
                MOV   P0,#0
                LCALL  SEND_LCD
START_SEND:   DJNZ  COUNT,AGAIN
                SJMP  START
                END

```





ภาคผนวก ข.

รายการอุปกรณ์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์วงจรเซนเซอร์วัดระยะทางและอุณหภูมิ

ตัวเก็บประจุ

470 μ F/16V	2 ตัว
220 μ F/16V	1 ตัว
10 μ F/16V	2 ตัว
10CnF	10 ตัว
10nF	2 ตัว
30pF	2 ตัว
1N4148	3 ตัว
7812	1 ตัว
7805	1 ตัว
AT89C51	1 ตัว
DS1620	1 ตัว
LM339	1 ตัว
CD4066	1 ตัว
LF353	1 ตัว
74HC04	1 ตัว
NE555	1 ตัว
LCD Module	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวต้านทาน

1M Ω	1 ตัว
470k Ω	1 ตัว
100k Ω	1 ตัว
15k Ω	1 ตัว
10k Ω	12 ตัว
5k Ω	1 ตัว
1k Ω	1 ตัว

ตัวต้านทานปรับค่าได้เก็อกม้า

20kB	1 ตัว
10kB	1 ตัว
5kB	1 ตัว

อื่น ๆ

X-TAL 11.0592MHz	1 ตัว
ตัวส่งอัลตราโซนิก	1 ตัว
ตัวรับอัลตราโซนิก	1 ตัว

รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ตัวเก็บประจุ

4700 μ F/35V	1 ตัว
2200 μ F/16V	2 ตัว
100 μ F/16V	8 ตัว
10 μ F/16V	1 ตัว
1 μ F/16V	1 ตัว
100nF	2 ตัว
2.2nF	1 ตัว
820pF	1 ตัว
500pF	1 ตัว
ไดโอด	
MC820	1 ตัว
Bridge 50V/4A	1 ตัว
ไอซี	
LMD18200	1 ตัว
7812	1 ตัว
7912	1 ตัว
7805	1 ตัว
MC34063	1 ตัว
DAC0800	1 ตัว
LM741	1 ตัว
LM339	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวต้านทาน


20k Ω	1 ตัว
12k Ω	1 ตัว
10k Ω	1 ตัว
8.6k Ω	1 ตัว
8k Ω	1 ตัว
5k Ω	2 ตัว
1k Ω	1 ตัว
50 Ω	1 ตัว
47 Ω	1 ตัว
0.1 Ω /15W	1 ตัว
15 Ω /5W	1 ตัว
ตัวต้านทานปรับค่าได้เกือกม้า	
100 Ω	1 ตัว
อื่นๆ	
MJE2955	1 ตัว


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็ด้วยความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน เช่น พี่ ๆ ที่ห้องโปรเจกและชุมนุมอิเล็กทรอนิกส์ ที่กรุณาให้ยืมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลองและคำปรึกษา เพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยเป็นเพื่อนทำโปรเจก สุดท้ายขอขอบคุณอาจารย์กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ และอาจารย์ ขนิษฐา แซ่ตั้ง ที่ให้คำปรึกษาตลอดจนเครื่องมือและห้องทำโปรเจก

ความดีต่าง ๆ ของโครงการนี้ทางคณะผู้จัดทำขออบให้แด่บุคคลผู้มีพระคุณ แต่หากมีข้อผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำขออภัยไว้และจะแก้ไขในโอกาสต่อไป


.....
(นายสุเมธ วิสยทัตถิณ)


.....
(น.ส.อุไรลักษณ์ ไชยศรีเฉลิมพล)

ผู้จัดทำ

หนังสืออ้างอิง

1. ฌัฐภว ไม้ประดิษฐ์ “การออกแบบอุปกรณ์จัดการสัญญาณอนาลอกโดยใช้เทคนิคของฟิชชีลोजิก”, วิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,2544
2. รศ.ดร.กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ “ฟิชชีเซต” , บทความวิชาการ สาร NECTEC ประจำเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน 2539 หน้า 13-22 และ ประจำเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม 2539 หน้า 14-21
3. เกียรติชัย ติลาธนพัฒน์ “เครื่องควบคุมมอเตอร์กระแสตรง” ,ปริญญาานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2541
4. สุนทร วิฑูสรพจน์ “การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051” , บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
5. พิเชษฐ์ กาญจนการุณ “เครื่องวัดระยะทางโดยใช้อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์” , โครงการงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2542
6. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ “การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51” , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2543
7. National “LMD18200 3A, 55V DMOS Full-Bridge Motor Driver” ,1998
8. Lotfi A. Zadeh “The Calculus of Fuzzy If/Then Rules” , AI EXPERT, March 1992