สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบให้อาหารอัตโนมัติ

Automatic Feeding System

นายภูวนาถ มโนเพ็ชร
นายยุทธภูมิ ครองยุติ
นางสาวเยาวนิศ จารีประสิทธิ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119418
วัน,เดือน,ปี - 7 ส.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC FEEDING SYSTEM

POOWANAT MANOPECHARA
YUTTHAPOOM KRONGYUTH
YAOWANID JAREEPRASIT

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบให้อาหารอัตโนมัติ

Automatic Feeding System

ผู้จัดทำ นายภูวนาถ มโนเพ็ชร 50011199

นายยุทธภูมิ ครองยุติ 50011256

นางสาวเยาวนิศ จารีประสิทธิ์ 50011259

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบให้อาหารอัตโนมัติ

โดย

นายภูวนาถ มโนเพ็ชร 50011199

นายยุทธภูมิ ครองยุติ 50011256

นางสาวเยาวนิศ จารีประสิทธิ์ 50011259

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบให้อาหารอัตโนมัติ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในการให้อาหารสัตว์ ระบบจะทำงานด้วยการรับค่าจากผู้ใช้งานผ่านทางสวิตช์เมทริกซ์ โดยผู้ใช้งานสามารถตั้งจำนวนครั้งในการให้อาหารในแต่ละวัน และปริมาณอาหารที่ให้ได้ทั้งหมดสามระดับ ข้อมูลทั้งหมดจะแสดงผลผ่านจอแอลซีดี จากนั้น PIC16F877 จะตรวจสอบเงื่อนไขเวลาโดยอ้างอิงจากสัญญาณนาฬิกาเวลาจริง แล้วปล่อยอาหารออกสู่ถาดอาหารผ่านสกรูลำเลียงซึ่งถูกขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง นอกจากนี้ระบบให้อาหารอัตโนมัตินี้ยังมีเซนเซอร์อินฟาเรดเพื่อใช้ตรวจสอบว่ามีอาหารเหลืออยู่หรือไม่เพื่อป้องกันมิให้อาหารถูกปล่อยออกมามากเกินความจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic Feeding System

By

Mr.Poowanat Manopechara 50011199

Mr.Yutthapoom Krongyut 50011256

Miss Yaowanid Jareeprasit 50011259

Advisor

Assoc. Dr. Worapong Tangsrirat

Academic Year 2010

ABSTRACT

This project presents the automatic feeding system to assist the user whose operating in feeding job. This system will operate by receiving the setting parameters from matrix switch. The user can be adjusted the feeding time and the feeding level in each day. All informations are shown by LCD screen and are processed by PIC16F877A microcontroller

From the user setting PIC16F877A will check the time condition comparing with the real time clock and release the feeding source to the plate through the transporting screw that is driven by the DC motor. Also this system has the infrared sensor for checking the left feeding source to prevent the over necessary volume.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยคำแนะนำจาก รศ.ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์ ที่กรุณาช่วยให้แนวทางในการทำงาน รวมถึงอาจารย์ในภาควิชาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้มีความรู้มาจนถึงวันนี้ได้ ขอบคุณพี่น้อยที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาต่างๆมากมาย ขอบคุณเพื่อนๆ แมคคาทรอนิกส์ทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจ ขอบคุณเพื่อนๆภาคไฟฟ้าหลายๆคนที่ช่วยให้คำปรึกษา วิธีการ เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ในการทำงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดามารดาและครอบครัวของคณะผู้จัดทำ ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุน ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจให้สามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำ

ภูวนาถ มโนเพ็ชร

ยุทธภูมิ ครองยุติ

เยาวนิศ จารีประสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงงาน	2
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 PIC16F877	4
2.1.1 ชนิดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	4
2.1.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ในแต่ละกลุ่ม	5
2.1.3 สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	6
2.1.4 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	7
2.1.5 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์	12
2.2 รีเลย์	12
2.2.1 ประเภทของรีเลย์	13
2.2.2 ชนิดของรีเลย์	13
2.3 การใช้งานวงจร RTC (Real Time Clock) ด้วย DS1307	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor)	20
2.4.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	20
2.4.1.1 สเตเตอร์ (Stator)	20
2.4.1.2 ตัวหมุน (Rotor)	21
2.4.2 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง	22
2.4.3 คุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรง	22
2.4.4 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	23
2.4.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก (Separately Excited)	24
2.4.4.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor)	25
2.4.4.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)	28
2.4.4.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)	31
บทที่ 3 หลักการและการออกแบบ	36
3.1 โครงสร้างทางกายภาพ	37
3.1.1 การออกแบบโครงสร้างภายใน	37
3.1.2 การออกแบบโครงสร้างภายนอก	38
3.2 วงจรที่ใช้งาน	40
3.3 ลำดับการทำงานของโรแกรม	41
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	43
4.1 ทดลองเชื่อมต่อจอแอลซีดีกับสวิชต์แมทริกซ์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์	43
4.2 ทดสอบวงจรเซนเซอร์และวงจรขับมอเตอร์	44
4.3 การทดลองรับค่าเวลาจากวงจรเรียลไทม์คล็อก (ds1307)	46
4.4 ทดลองในส่วนแสดงผล	47
4.5 การทดลองใช้งาน	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	54
5.1 สรุปผลการทดลอง	54
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	54
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	54
ภาคผนวก ก โปรแกรมการควบคุม	57
ภาคผนวก ข เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	72
ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน ds1307	72
ข.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน ULN2803	73
ข.3 เอกสารคู่มือการใช้งาน LM339	74
เอกสารอ้างอิง	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	7
2.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ PIC16F877	11
2.3 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรรีเลย์	12
2.4 รีเลย์	15
2.5 โครงสร้าง DS1307	15
2.6 การเชื่อมต่อ DS1307 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัสแบบ I2C	16
2.7 การรับส่งข้อมูลผ่านบัส I2C	17
2.8 การเขียนข้อมูลอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I2C	17
2.9 การอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I2C	18
2.10 รีจิสเตอร์ภายในไอซีฐานเวลา DS1307	18
2.11 โรเตอร์	21
2.12 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง	22
2.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบอนุกรม	26
2.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบอนุกรม	26
2.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรงบิดของมอเตอร์แบบอนุกรม	27
2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน	29
2.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน	30
2.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิดของมอเตอร์แบบขนาน	31
2.19 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์	34
2.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์	34
2.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรงบิด	35
3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบโดยรวม	36
3.2 แสดงท่อลำเลียงและสกรูภายใน	37
3.3 ลักษณะโครงสร้างภายในเครื่อง	38
3.4 แสดงโครงสร้างภายนอก	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 แสดงโครงสร้างทางกายภาพ	39
3.6 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	40
3.7 แสดงวงจรรีเลย์	40
3.8 แสดงวงจรเซนเซอร์และวงจรมอเตอร์	41
3.9 ผังลำดับการทำงานของโปรแกรม	43
3.10 ผังลำดับการทำงานของโปรแกรม(ต่อ)	44
4.1 แสดงผลเมื่อป้อนข้อมูลจากสวิตช์เมทริซ์แล้วแสดงผลทางจอแอลซีดีในโปรแกรมProteus	43
4.2 เมื่อป้อนข้อมูลจากสวิตช์เมทริซ์แล้วแสดงผลทางจอแอลซีดี	44
4.3 แสดงวงจรเซนเซอร์ที่ใช้งาน .	44
4.4 แสดงวงจรขับมอเตอร์ที่ใช้งาน	45
4.5 แสดงวงจรที่ใช้งาน	45
4.6 แสดงผลการทดลองเมื่อรับค่าเวลาจากวงจรRTC	46
4.7 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(เมนูหลัก)ในโปรแกรมProteus	47
4.8 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(เมนูหลัก)	47
4.9 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(feed setting)ในโปรแกรมProteus	48
4.10 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(feed setting)	48
4.11 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(time setting)ในโปรแกรมProteus	49
4.12 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(time setting)	49
4.13 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(meal setting)ในโปรแกรมProteus	50
4.14 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(meal setting)	50
4.15 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(food level setting)ในโปรแกรมProteus	51
4.16 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(food level setting)	51
4.17 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(show time)ในโปรแกรมProteus	52
4.18 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(show time)	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต A	8
2.2 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต B	9
2.3 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต C	9
2.4 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต D	10
2.5 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต E	10
2.6 การควบคุมความถี่ออสซิลเลเตอร์ด้วยการเซ็ตบิต RS1และRS0	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น.ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 แสดงโครงสร้างทางกายภาพ	39
3.6 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	40
3.7 แสดงวงจรรีเลย์	40
3.8 แสดงวงจรเซนเซอร์และวงจรมอเตอร์	41
3.9 ผังลำดับการทำงานของโปรแกรม	43
3.10 ผังลำดับการทำงานของโปรแกรม(ต่อ)	44
4.1 แสดงผลเมื่อป้อนข้อมูลจากสวิตช์เมทริกซ์แล้วแสดงผลทางจอแอลซีดีในโปรแกรมProteus	43
4.2 เมื่อป้อนข้อมูลจากสวิตช์เมทริกซ์แล้วแสดงผลทางจอแอลซีดี	44
4.3 แสดงวงจรเซนเซอร์ที่ใช้งาน .	44
4.4 แสดงวงจรขับมอเตอร์ที่ใช้งาน	45
4.5 แสดงวงจรที่ใช้งาน	45
4.6 แสดงผลการทดลองเมื่อรับค่าเวลาจากวงจรRTC	46
4.7 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(เมนูหลัก)ในโปรแกรมProteus	47
4.8 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(เมนูหลัก)	47
4.9 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(feed setting)ในโปรแกรมProteus	48
4.10 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(feed setting)	48
4.11 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(time setting)ในโปรแกรมProteus	49
4.12 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(time setting)	49
4.13 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(meal setting)ในโปรแกรมProteus	50
4.14 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(meal setting)	50
4.15 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(food level setting)ในโปรแกรมProteus	51
4.16 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(food level setting)	51
4.17 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(show time)ในโปรแกรมProteus	52
4.18 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(show time)	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

การศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ เป็นการศึกษาและประยุกต์ทฤษฎีต่างๆ เพื่อการออกแบบและควบคุมระบบให้มีเสถียรภาพ และมีสมรรถนะตามความต้องการหรือให้เป็นไปตามข้อกำหนด ดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการนี้จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการจำลองระบบควบคุม การศึกษาวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอิเล็กทรอนิกส์กำลังรวมถึงศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การศึกษาและการเลือกอุปกรณ์วัดและแปลงสัญญาณ ตลอดจนการบูรณาการเรื่องที่ศึกษาเหล่านี้ในการประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมทางกายภาพจริงซึ่งนับเป็นสิ่งที่จำเป็นในการศึกษาในสาขาวิชานี้

โครงงานนี้จึงได้เลือกที่จะศึกษาการทำงานของระบบให้อาหารอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลักและเป็นระบบที่มีประโยชน์ในด้านการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีผู้ที่ชื่นชอบและเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมาก แต่ชีวิตประจำวันของผู้คนในปัจจุบัน ทั้งในด้านการทำงาน การเดินทาง ทำให้เวลาว่างน้อยลง รวมทั้งการใช้เวลาไปกับการทำกิจกรรมต่างๆมากมาย แต่มนุษย์ก็ยังต้องการสัตว์เลี้ยงเอาไว้เป็นเพื่อนแก้เหงา สำหรับคนรักสัตว์แล้ว สัตว์เลี้ยงมีคุณค่าทางจิตใจเป็นอย่างมาก แต่ด้วยสภาวะในปัจจุบันที่มีแต่ความเร่งรีบ แข่งกับเวลา ทำให้บางครั้งอาจไม่มีเวลาดูแลให้อาหารสัตว์เลี้ยงโดยเฉพาะเมื่อต้องทำงานหรือเดินทางไปต่างจังหวัด ด้วยเหตุนี้จึงได้มีแนวความคิดที่จะสร้างระบบให้อาหารสัตว์เลี้ยงอัตโนมัติ โดยผู้ใช้สามารถตั้งเวลาการให้อาหารและสามารถปรับระดับปริมาณอาหารได้ ทำให้ผู้เลี้ยงสามารถมั่นใจได้ว่าสัตว์เลี้ยงจะมีอาหารอยู่เสมอ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่คนรักสัตว์

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. ทำการศึกษาและพัฒนาความรู้การควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ทำการศึกษาและทดลองการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆในระบบควบคุม
3. ทำการศึกษาและสร้างระบบควบคุมการให้อาหารอัตโนมัติ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ในการประมวลผลและควบคุมเป็นหลัก
4. สร้างระบบให้อาหารอัตโนมัติที่สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงงาน

การศึกษาระบบให้อาหารอัตโนมัตินั้น จำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้จัดทำเลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ในการประมวลผล จากที่ผ่านมาพบว่าเคยมีผู้จัดทำระบบให้อาหารอัตโนมัตินี้ขึ้นมาแล้วโดยใช้ระบบต่างๆกันในการปล่อยอาหาร เช่น ใช้แผ่นกั้นในการปล่อยอาหาร เป็นต้น แต่ในการทำโครงงานนี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้สกรูลำเลียงเนื่องจากจะสามารถกำหนดปริมาณอาหารที่แน่นอนได้ และมีเซนเซอร์อินฟาเรดส่งค่าป้อนกลับไปยังระบบ

เมื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆแล้วจึงได้ออกแบบหลักการการทำงานของระบบให้อาหารอัตโนมัตินี้โดย ระบบจะเริ่มทำงานเมื่อผู้ใช้งานป้อนค่าให้กับระบบผ่านทางสวิตช์เมทริกซ์ ซึ่งข้อมูลที่ผู้ใช้งานสามารถป้อนให้กับระบบ คือ เวลาในปัจจุบัน จำนวนมื้ออาหารหรือจำนวนครั้งที่ต้องการให้ และปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละครั้ง ซึ่งจะแสดงผลการรับค่าผ่านทางจอแอลซีดี ในการทำงานของระบบจะมีวงจร Real Time Clock (RTC) หรือวงจรนาฬิกา ซึ่งจะเป็นวงจรที่กำหนดเวลาให้กับระบบ หลังจากผู้ใช้งานตั้งค่าเวลาปัจจุบันให้กับวงจรนี้เมื่อเริ่มต้นการทำงานของระบบ และป้อนค่าของจำนวนมื้ออาหารและปริมาณอาหารให้ระบบแล้ว เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้วงจรนาฬิกาจะส่งสัญญาณลอจิกไปที่วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ทำงานโดยใช้รีเลย์เป็นสวิตช์ปิดเปิด โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนี้จะต่ออยู่กับสกรูลำเลียง ซึ่งเมื่อมอเตอร์ทำงานอาหารจะไหลออกมาตามสกรูลำเลียงนี้ โดยใช้โปรแกรม PCW ในการเขียนคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้ใช้งานสามารถจำนวนครั้งการให้อาหารได้สูงสุด 3 ครั้งต่อวัน และเลือกระดับปริมาณอาหารได้ 3 ระดับ คือ น้อย กลาง และมาก และมีเซนเซอร์อินฟาเรดเพื่อใช้ในการตรวจสอบอาหารเหลือ เพื่อไม่ให้อาหารถูกปล่อยออกมามากเกินความจำเป็น ในส่วนของวัสดุภายนอกได้เลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านราคาและความแข็งแรง โดยเน้นให้ตัวเครื่องรองรับน้ำหนักอาหารและอุปกรณ์ได้ทั้งหมด 5 กิโลกรัม แต่ปัญหาที่พบคือความไม่มีเสถียรภาพของชิ้นส่วนของระบบหรืออุปกรณ์บางชนิด จึงได้ทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์นั้น จึงทำให้ระบบสามารถทำงานได้ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งหลักการทำงานโดยละเอียดจะกล่าวในบทต่อไป

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวนำถึงวัตถุประสงค์ หลักการ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ของแต่ละบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและการนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำโครงงาน

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของระบบ รวมถึงแนวคิดในการออกแบบระบบควบคุม

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

จากที่ได้กล่าวในบทที่ 1 แล้วว่า ก่อนที่จะมีการออกแบบและสร้างระบบให้อาหารอัตโนมัตินั้น จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบต่างๆที่จำเป็นของระบบควบคุมที่สนใจให้เข้าใจเสียก่อน พบว่าระบบให้อาหารอัตโนมัตินั้นมีส่วนที่สำคัญหลายส่วน ดังนั้นในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานจริงในระบบให้อาหารอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยการประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมถึงวงจรที่ใช้กับระบบควบคุม

2. 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1 ชนิดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายเบอร์ด้วยกัน โดยสามารถแยกเป็นกลุ่มต่างๆได้ดังนี้ กลุ่มที่ขึ้นต้นด้วย PIC10, PIC12, PIC14, PIC16, PIC17 และ PIC18 ซึ่งแต่ละกลุ่มยังแยกเป็นเบอร์ต่างๆอีกหลายเบอร์ แต่กลุ่มที่ได้รับความนิยมมากที่สุดมีอยู่ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ขึ้นต้นด้วย PIC16, PIC17 และ PIC18 สำหรับทั้งสามกลุ่มนี้ มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม ขนาดของหน่วยความจำข้อมูล จำนวนคำสั่งภาษาแอสแซมบลี และจำนวนพอร์ต แต่โครงสร้างและสถาปัตยกรรมจะคล้ายกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC แบ่งตามชนิดของหน่วยความจำโปรแกรมสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

2.1.1.1 PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้ครั้งเดียว

หน่วยความจำโปรแกรมกลุ่มนี้ เรียกว่า OTP (One Time Programmable) เป็นชิปที่ราคาถูกที่สุด เนื่องจากชิปแบบ OTP สามารถโปรแกรมลงไปได้ครั้งเดียวเท่านั้น ไม่สามารถแก้ไขได้อีก ดังนั้นกานำชิปประเภทนี้มาใช้งานต้องทำการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมให้ถูกต้องก่อน ชิปประเภทนี้จะเหมาะกับงานที่ได้รับการพัฒนาจนไม่พบจุดบกพร่องต่างๆอีก เพราะต้นทุนจะต่ำกว่าหน่วยความจำประเภทอื่น ชิปแบบ OTP จะมีตัวอักษรตัว C แสดงบนตัวชิป เช่น เบอร์ PIC16C62, PIC16C74 และ PIC16C84

2.1.1.2 PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้หลายครั้งแบบอีพรอม

หน่วยความจำโปรแกรมกลุ่มนี้เรียกว่า EPROM (Erasable Programmable ROM) เป็นชิปที่หน่วยความจำโปรแกรม เมื่อโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถลบและเขียนโปรแกรมใหม่เข้าไปได้อีก โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวี(UV : Ultra violet) ซึ่งด้านบนของชิปจะมีกรอบกระจกเพื่อให้แสงยูวีส่องผ่านเข้าไปในตัวชิปใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที สำหรับชิปแบบนี้จะมีข้อจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเรื่องของการลงโปรแกรม เนื่องจากการลบโปรแกรมด้วยแสงยูวีหลายๆครั้งจะเกิดอาการด้านทำให้โปรแกรมไม่เข้า ชิปแบบ EPROM จะมีตัวอักษร JW แสดงบนตัวชิป หรือมีกรอบกระจกอยู่บนตัวชิป เช่น เบอร์ PIC12C508

2.1.1.3PIC ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมได้หลายครั้งแบบแฟลชหรืออีอีพรอม

หน่วยความจำโปรแกรมนี้ เรียกว่า Flash หรือ EEPROM (Electronically Erasable Programmable ROM)เป็นชิปที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากหน่วยความจำโปรแกรมสามารถอ่านเขียนและลบด้วยสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งใช้เวลาไม่มาก และสามารถลบและเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง ทำให้สะดวกในการแก้ไขปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงโปรแกรม ชิปแบบแฟลชจะมีตัวอักษร F แสดงบนตัวชิป เช่น เบอร์ PIC16F84 และ PIC16F877

2.1.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ในแต่ละกลุ่ม

การแบ่งกลุ่มของ PIC จะแบ่งตามตัวเลขที่ขึ้นต้น เช่น ขึ้นต้นด้วย PIC12, PIC16 และ PIC17 โดยแต่ละกลุ่มจะมีเบอร์ต่างๆแยกออกไปอีกหลายเบอร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 6 กลุ่ม คือ

2.1.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16C5X

เป็นชิปที่ผลิตออกมาในยุคแรกๆเหมาะกับงานที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อน มีคำสั่งใช้งานที่เป็นภาษาแอสแซมบลี 33 คำสั่ง มี I/O, Timer และ WatchDog แต่ไม่มี I^2C หรือ Serial ซึ่งต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาเอง ชิปในกลุ่มนี้มีหลายเบอร์ แต่ละเบอร์จะมีจำนวนขาและขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลต่างกัน

2.1.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16CXXX

เป็นชิปแบบ 18 ขา มีคำสั่งภาษาแอสแซมบลี 35 คำสั่ง มี Timer เพิ่มขึ้น บางเบอร์มีมากกว่า 1 ตัว มีพอร์ต I^2C และพอร์ต USART ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้สะดวกขึ้น เขียนโปรแกรมควบคุมง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังได้ทำการเพิ่มขนาดของหน่วยความจำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย

2.1.2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC12CXXX และ PIC12FXXX

เป็นชิปขนาดเล็กที่มีเพียง 8 ขา เท่านั้น ซึ่งเหมาะกับงานเล็กๆมีคำสั่งภาษาแอสแซมบลี 33 และ 35 คำสั่ง สำหรับจุดเด่นของ PIC กลุ่มนี้คือ มีสัญญาณนาฬิกาหรือออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ขนาด4MHz ภายในชิป ทำให้ไม่ต้องต่อออสซิลเลเตอร์ภายนอก และมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบ EEPROM แต่ส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมยังเป็นแบบ OTP และ EPROM และต่อมาได้มีการผลิต PIC12FXXX ขึ้นมาซึ่งเป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถเขียนและลบโปรแกรมได้หลายครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC17CXXX

PIC17CXXX มีคุณสมบัติคล้ายกับ PIC16CXXX แต่ต่างกันที่ PIC17CXXX จะมีความสามารถสูงกว่า มีจำนวนขามากกว่า มีคำสั่งแอสแซมบลี 58 คำสั่ง มีคำสั่งการคูณ หาร รวมทั้งขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และยังสามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ด้วย

2.1.2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16FXXX

เป็นชิปรุ่นแรกที่หน่วยความจำเป็นแบบแฟลช และมีหน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่าย สนับสนุนการทำงานแบบอินเซอร์กิตดีบักเกอร์ (In Circuit Debugger) ทำให้ไม่ต้องซื้ออีพรอมอีมูลเลเตอร์ (EPROM Emulator) ซึ่งมีราคาแพง มีคำสั่งภาษาแอสแซมบลี 35 คำสั่ง และมีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล(A/D) ขนาด 10 บิตอยู่ภายในด้วย

2.1.2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18CXXX และ PIC18FXXX

มีคำสั่งภาษาแอสแซมบลี 77 คำสั่ง หน่วยความจำโปรแกรมมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้สามารถรองรับการเขียนโปรแกรมภาษาซีได้

2.1.3 สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

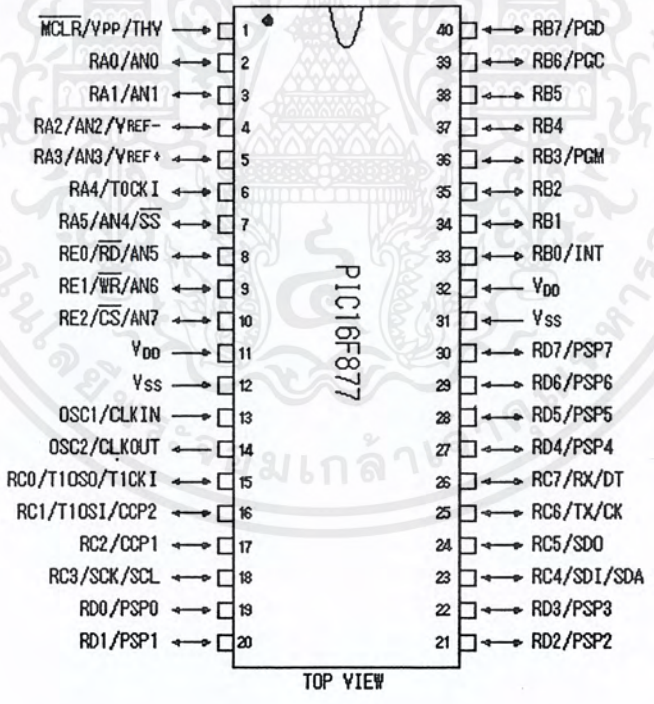
คุณสมบัติหลักๆของ PIC16F877 มีดังนี้

- มีคำสั่งที่เป็นภาษาแอสแซมบลี 35 คำสั่ง
- ใน 1 คำสั่งใช้เวลาทำงาน 1 ถึง 2 ไซเคิล
- ทำงานได้สูงสุดที่สัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz
- ทำงานแบบ Pipe-line สามารถทำงาน 2 อย่างในเวลาเดียวกันได้
- หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ Flash มีขนาด 8 KWord (1 word = 14 บิต)
- มีหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory RAM) ขนาด 368 ไบต์
- มีหน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 256 ไบต์
- ตอบสนองการอินเทอร์รัปต์ได้ทั้งหมด 14 แหล่ง
- มี stack ให้ใช้ได้สูงสุด 8 ระดับ
- มีระบบ Power On Reset, Power Up Timer, Oscillator Start-up และ Watchdog Timer
- มีระบบ Code Protection กันการคัดลอก
- มีโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
- สัญญาณนาฬิกามีหลายโหมดให้เลือกใช้งาน คือ อาจจะใช้ XTAL หรือ วงจร RC ก็ได้
- สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5 VDC ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้การโปรแกรมแบบ In Circuit Serial Programmimg
- ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2VDC ถึง 5.5 VDC
- Current Sink และ Current Source อยู่ที่ 25 mA
- มี Timer/Counter 3 ตัว คือ Timer 0 ขนาด 8 บิต, Timer 1 ขนาด 16 บิต, Timer 2 ขนาด 8 บิต
- มีโมดูล Capture/Compare/PWM (Pulse Width Modulation) 2 ชุด
- มีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล(A/D Converter) ขนาด 10 บิต
- มีระบบ USART สำหรับต่อกับการสื่อสารแบบRS232
- มีระบบตรวจระดับไฟเลี้ยง (Brown-out Reset)
- มี I/O พอร์ตทั้งหมด 5 พอร์ต แต่ละพอร์ตมีจำนวนบิตไม่เท่ากัน

2.1.4 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877



รูปที่ 2.1 ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 40 ขา มีขาสัญญาณต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. MCLR/Vpp : Master Clear(Reset) Input / Programmimg Voltage Input ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรีเซต เมื่อขานี้ได้รับลอจิก 0 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกรีเซต และทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรับแรงดัน ขณะทำการบันทึกโปรแกรมลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. VDD : Positive Supply (+2.00 V ถึง +5.5 V) ทำหน้าที่เป็นขาไฟเลี้ยงของไมโครคอนโทรลเลอร์
3. VSS :Ground ทำหน้าที่เป็นขากราวน์
4. OSC1/CLKIN : Oscillator Crystal Input/External Clock Source Input
5. OSC2/CLKOUT : Oscillator Crystal Output/External Clock Source Output

ทั้ง2ขาทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณสำหรับต่อคริสตอล ในกรณีที่อยู่ในโหมดการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก (Crystal Oscillator Mode)

6. RA0-RA5 : พอร์ต A มีจำนวน 6 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง (Bi-directional I/O Port) คือ เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุตใช้ในการรับส่งข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆ แสดงดังตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต A

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RA0	AN0	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง0
RA1	AN1	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง1
RA2	AN2	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง2
RA3	AN3	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง3
RA4	TOCK1	รับสัญญาณ Input Clock ของ Timer 0
RA5	AN4	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง4
	SS	รับสัญญาณ Slave Select จากการติดต่อของSerial Port แบบ Synchronize

7. RB0-RB7 : พอร์ต B มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้บางขายังทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากการอินเทอร์รัปต์ (Interrupt) จากภายนอกด้วย แสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต B

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RB0	INT	รับสัญญาณอินพุตจากการอินเทอร์รัปต์ขากภายนอก
RB3	PGM	รับสัญญาณอินพุตแรงดันต่ำในการบันทึกโปรแกรม(ถ้ามีการEnable)
RB6	PGC	ขาสัญญาณนาฬิกาในการบันทึกโปรแกรม
RB7	PGD	ชาสัญญาณข้อมูลในการบันทึกโปรแกรม

8. RC0-RC7 : พอร์ต C มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต C

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RC0	T1OSO	ขาสัญญาณเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์ของ Timer1
	T1CK1	ขาสัญญาณอินพุตของสัญญาณนาฬิกาของ Timer1
RC1	T1OSI	ขาสัญญาณอินพุตของวงจรออสซิลเลเตอร์ของ Timer1
	CCP2	ขาสัญญาณเอาต์พุตของโมดูลCCP2 (Capture2,Compare2,PWM2)
RC2	CCP1	ขาสัญญาณเอาต์พุตของโมดูลCCP1(Capture1,Compare1,PWM1)
RC3	SCK	ขาสัญญาณนาฬิกาของวงจร SPI
	SCL	ขาสัญญาณนาฬิกาของวงจร I2C
RC4	SDI	ขาสัญญาณอินพุตและ Serial Data ของระบบ SPI
	SDA	ขาข้อมูลระบบบัส I2C
RC5	SDO	ขาสัญญาณเอาต์พุตและ Serial Data ของระบบ SPI
RC6	TxD	ขาส่งข้อมูลแบบ Serial Port
	CK	ขาสัญญาณนาฬิกา แบบ Synchronize
RC7	RxD	ขารับข้อมูลแบบ Serial Port
	DT	ขาข้อมูลแบบ Synchronize

9. RD0-RD7 : พอร์ต A มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆอีกแสดงดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต D

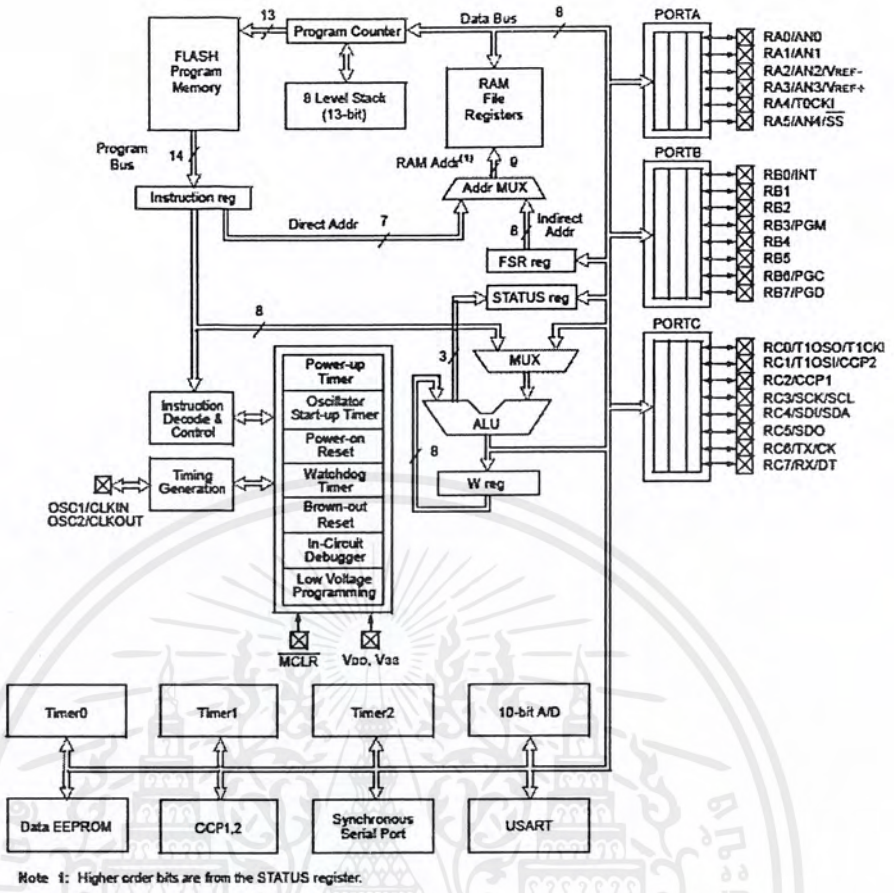
พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RD0	PSP0	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 0
RD1	PSP1	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 1
RD2	PSP2	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 2
RD3	PSP3	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 3
RD4	PSP4	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 4
RD5	PSP5	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 5
RD6	PSP6	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 6
RD7	PSP7	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนาน บิต 7

10. RE0-RE2 : พอร์ต E มีจำนวน 3 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่อื่นๆแสดงดังตาราง 2.5

ตารางที่ 2.5 หน้าที่ของขาสัญญาณของพอร์ต E

พอร์ต	สัญญาณ	หน้าที่
RE0	AN5	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 5
	RD	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนานควบคุมการอ่าน
RE1	AN6	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 6
	WR	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนานควบคุมการเขียน
RE2	AN7	รับสัญญาณอินพุตสำหรับ ADC ช่อง 7
	DS	ขาสัญญาณขยายพอร์ตแบบขนานควบคุมการเลือกอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ PIC16F877

สำหรับพอร์ตทั้ง 5 พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC คือ พอร์ต A พอร์ต Bพอร์ต C พอร์ต D และ พอร์ต E เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง สามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต ในการนำไปใช้งานจะต้องมีการกำหนดให้ขาสัญญาณของพอร์ตเป็นอินพุตหรอเอาต์พุต ดังนี้

รูปแบบ SET_TRIS_พอร์ต (ข้อมูลเลขฐานสิบหก)
ข้อมูลเลขฐานสิบหก หมายถึงถ้าต้องการให้บิตไหนของพอร์ตเป็นเอาต์พุตให้กำหนดข้อมูล 0 ที่บิตนั้น และถ้าต้องการให้บิตไหนของพอร์ตเป็นอินพุตให้กำหนดข้อมูล 1 ที่บิตนั้น

ตัวอย่าง SET_TRIS_A(0x0FF)

หมายถึง กำหนดให้พอร์ต A ทั้ง 6 บิตเป็นพอร์ตอินพุต

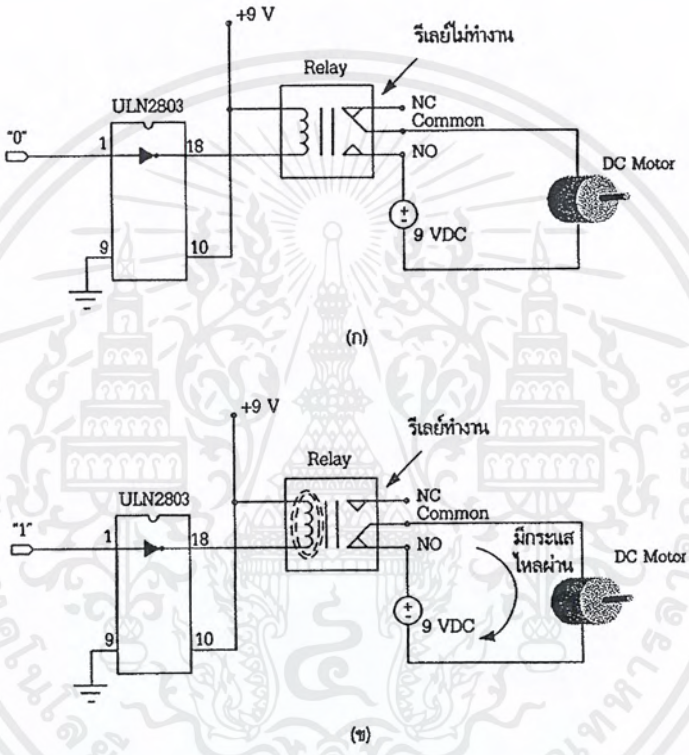
สำหรับพอร์ต A และ B นอกจากจะทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตแล้ว ยังทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลด้วย แต่ถ้าต้องการนำพอร์ต A และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B มาทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตเพียงอย่างเดียว ต้องทำการกำหนดการปิดพอร์ตแอนะล็อกก่อนทุกครั้ง โดยใช้คำสั่ง 2 คำสั่ง ดังนี้

```
SETUP_ADC_PORTS(NO_ANALOGS);
SETUP_ADC(ADC_OFF);
```

2.1.5 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์



รูปที่ 2.3 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับรีเลย์

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมรีเลย์ จะไม่สามารถเชื่อมต่อรีเลย์เข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถจ่ายกระแสไฟเพื่อขับรีเลย์ได้ ดังนั้นจึงต้องผ่านไอซี ULN2803 ซึ่งทำหน้าที่ขยายสัญญาณเพื่อไปขับรีเลย์ โดยที่ไอซี ULN2803 จะสามารถจ่ายกระแสได้ประมาณ 500 mA และสามารถต่อรีเลย์ได้สูงสุด 8 ตัว

2.2 รีเลย์

รีเลย์ (relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ ตัด-ต่อวงจร คล้ายกับสวิตช์ โดยใช้หลักการหน้าสัมผัส และการที่จะให้รีเลย์ทำงานต้องจ่ายไฟให้รีเลย์ตามที่กำหนด เพราะเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ จะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงกันข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้ รีเลย์จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่ใช้ป้อนให้กับรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจาก เพาเวอร์ซับพลาย

2.2.1 ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.2.1.1 **รีเลย์กำลัง** (power relay) หรือมักเรียกว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor)ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2.2.1.2 **รีเลย์ควบคุม** (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

2.2.2 ชนิดของรีเลย์

ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่ รีเลย์ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under-current) และกระแสเกิน (Over current)

2.2.2.2 รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)

2.2.2.3 รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้

2.2.2.4 รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน

2.2.2.5 รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

- รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้
- รีเลย์แบบดิฟฟีนิตไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น
- รีเลย์แบบอินเวอสดิฟฟีนิตมินิมั่มไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และ แบบดิฟฟีนิตไทม์แล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

2.2.2.6 รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

2.2.2.7 รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)

2.2.2.8 รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้

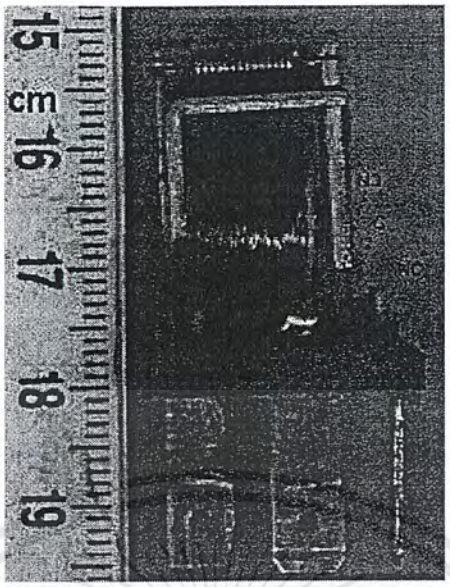
- รีแอกแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
- อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
- โมห์รีเลย์ (Mho relay)
- โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
- โพลาไรซ์โมห์รีเลย์ (Polaized mho relay)
- ออฟเซทโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

2.2.2.9 รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

2.2.2.10 รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

2.2.2.11 บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz 's relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัส ให้รีเลย์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

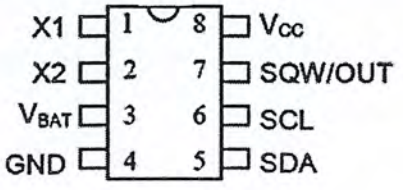


รูปที่2.4 รีเลย์

2.3 การใช้งานวงจร RTC (Real Time Clock) ด้วย DS1307

ระบบฐานเวลา เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์อีเล็กโทรนิกส์ได้หลากหลาย ภายในไมโครคอนโทรเลอร์เองก็มีไทเมอร์เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริงได้เช่นกัน แต่เนื่องจากไมโครคอนโทรเลอร์สามารถทำงานได้ต่อเมื่อมีไฟเลี้ยงเท่านั้น ดังนั้นการใช้ไทเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างฐานเวลาจริงจึงไม่ เหมาะสมในบางแอปพลิเคชัน

DS1307 เป็น IC ฐานเวลาของดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas Semiconductor) มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I2C ซึ่งเป็นแบบ 2 wire สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง (bi-direction bus) ฐานเวลาของ DS1307 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปี ได้ ระบบเวลาสามารถทำงานโหมดรูปแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง AM/PM ก็ได้ ภายมีระบบตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS1307 สามารถสวิตซ์ไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่ และทำงานต่อไป โดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ โครงสร้างมีขาทั้งหมด 8 ขาดังแสดงในรูปที่ 2.5 และมีรายละเอียดการทำงานของขาต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 2.5 โครงสร้าง DS1307

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VCC: ใช้ต่อไฟเลี้ยง +5V

GND: ใช้ต่อกราวด์

VBAT: ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3V เพื่อรักษาการทำงาน ในกรณีที่ไม่มีไฟเลี้ยงจ่าย

SDA: ขารับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C

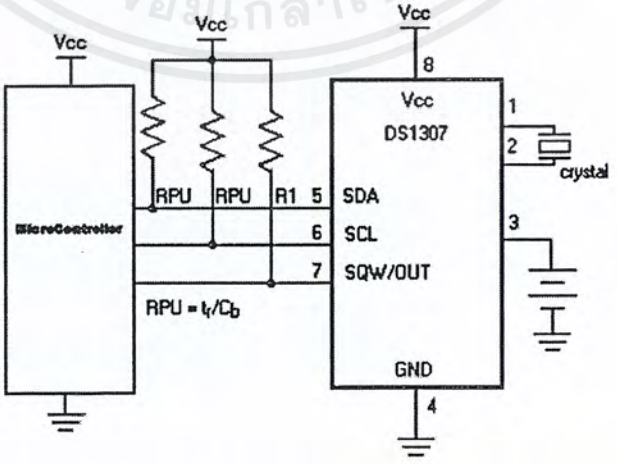
SCL: ขาสัญญาณนาฬิกาสำหรับการรับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C

SQW/OUT: ขาเอาต์พุตสัญญาณ Square Wave สามารถเลือกความถี่ได้

X1, X2: ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz เพื่อสร้างฐานเวลาจริงให้กับ IC

ระบบบัสข้อมูลแบบ I2C (Inter-IC Communication) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทฟิลิปส์ (Phillips) การรับส่งข้อมูลใช้สายสัญญาณเพียงแค่ 2 เส้น คือสายสัญญาณข้อมูล SDA (Serial Data line) และสายสัญญาณนาฬิกา SCL (Serial Clock line) มีการทำงานเป็นแบบ Master, Slave โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Master (ไมโครคอนโทรลเลอร์) จะควบคุมการรับส่งข้อมูล และควบคุมสัญญาณนาฬิกาบน SCL ส่วนอุปกรณ์ Slave (DS1307) นั้นจะทำงานภายใต้การควบคุมของอุปกรณ์ Master

การต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัส I2C นั้นสามารถทำได้โดยต่อตัวต้านทาน Pull up ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ในกรณีที่ต้องการต่อร่วมกับอุปกรณ์ Slave หลายตัว ก็สามารถทำได้โดยต่ออุปกรณ์ Slaveขนานกันไป การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ Master กับ Slave แต่ละตัวนั้น จะถูกแยกโดย Address ของอุปกรณ์ Slave ซึ่งจะถูกส่งจากอุปกรณ์ Master ไปยังอุปกรณ์ Slave ก่อนเริ่มการรับส่งข้อมูล



รูปที่2.6 การเชื่อมต่อ DS1307 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยระบบบัสแบบ I2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การรับส่งข้อมูลแบบ I2C นั้นมีข้อกำหนดอยู่ 2 ประการด้วยกันคือ

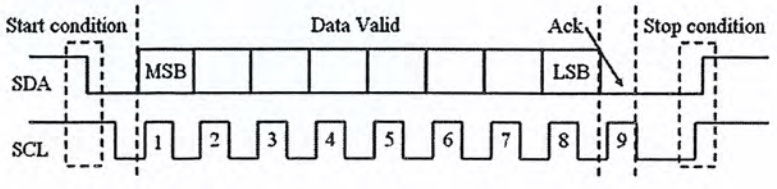
- การรับส่งข้อมูลจะเริ่มขึ้นได้เมื่อบัสมีสถานะว่างเท่านั้น
- ในช่วงที่ทำการรับส่งข้อมูลอยู่ สายสัญญาณ SDA ต้องไม่เปลี่ยนสถานะในช่วงที่ SCL มีสถานะเป็นลอจิก "1" ถ้า SDA มีการเปลี่ยนสถานะในช่วงที่ SCL เป็นลอจิก "1" จะถือว่าเป็นสัญญาณควบคุมการรับส่งข้อมูล

สถานะของการรับส่งข้อมูลแบบ I2C สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 สถานะด้วยกันดังแสดงในรูปที่ 2.7 และมีรายละเอียดดังนี้

- สถานะว่าง (Bus not busy): สัญญาณ SDA และ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High
- เริ่มส่งข้อมูล (Start data transfer): มีการเปลี่ยนระดับสัญญาณของ SDA จาก High เป็น Low ในขณะที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้
- หยุดส่งข้อมูล (Stop data transfer): มีการเปลี่ยนระดับสัญญาณของ SDA จาก Low เป็น High ในขณะที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น High ค้างไว้
- รับส่งข้อมูล (Data valid): มีการรับส่งข้อมูลผ่านสายสัญญาณ SDA โดยข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งในช่วงที่ SCL มีระดับเป็น High โดยในช่วงที่ SCL มีสถานะเป็น High อยู่นั้น SDA จะต้องไม่เกิดการเปลี่ยนระดับสัญญาณ

SDA จะเปลี่ยนระดับของสัญญาณ ในช่วงที่ SCL มีระดับสัญญาณเป็น Low เท่านั้น ตามมาตรฐานการส่งข้อมูล แบบ I2C นี้สามารถส่งข้อมูลด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 100 kHz ที่โหมดการทำงานธรรมดา และ 400 kHz ที่โหมดการทำงานแบบเร็ว แต่สำหรับ DS1307 สามารถทำงานได้ในโหมดธรรมดาเท่านั้น

ตอบรับ (Acknowledge): เกิดขึ้นหลังจากที่มีการรับส่งข้อมูลครบแล้ว โดยอุปกรณ์ Master ต้องสร้างสัญญาณ Clock บน SCL เพิ่มอีกลูก อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับข้อมูลจะดึงระดับสัญญาณบน SDA ให้เป็น Low เพื่อให้ตัวส่งรับรู้ว่าตัวรับได้รับข้อมูลครบแล้ว



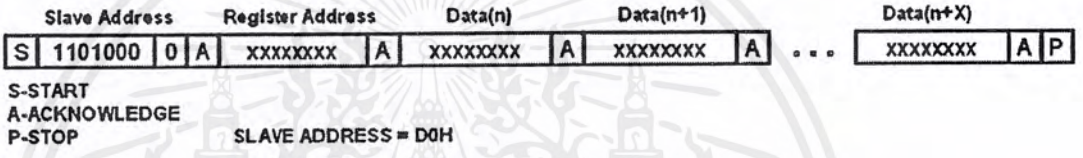
รูปที่ 2.7 การรับส่งข้อมูลผ่านบัส I2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119418

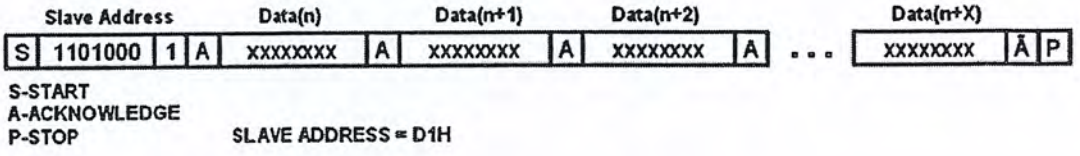
ในการรับส่งข้อมูลผ่านบัส I2C อุปกรณ์ Master จะเป็นผู้สร้างสัญญาณ Clock บน SDA และเป็นตัวควบคุมสถานะ Start และ Stop เพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูลทั้งหมด

การส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ DS1307 ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องสร้างสภาวะ Start ก่อน จากนั้นต้องส่ง Address ของDS1307 ขนาด 7 บิตซึ่งมีค่าเป็น 1101000 และตามด้วยบิตระบุทิศทางของข้อมูล ในกรณีที่เป็นการเขียนข้อมูลลง DS1307 จะต้องเป็น "0" จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องส่งตำแหน่ง Address ภายในรีจิสเตอร์ของ DS1307 ที่ต้องการเขียนข้อมูลลง แล้วจึงค่อยเขียนข้อมูลลง โดยในการส่งข้อมูลแต่ละไบต์จะต้องรอบิต Ack จาก DS1307 ทุกไบต์ เมื่อส่งจนครบแล้ว ถึงจะสร้างสภาวะ Stop เพื่อกลับสู่สถานะว่าง



รูปที่ 2.8 การเขียนข้อมูลอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I2C

การรับข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ดังแสดงในรูปที่ 2.9 เริ่มแรกไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องสร้างสภาวะ Start ก่อน จากนั้นต้องส่ง Address ของ DS1307 ขนาด 7 บิตซึ่งมีค่าเป็น 1101000 และตามด้วยบิตระทิศทางของข้อมูล ในกรณีที่เป็นการอ่านข้อมูลจาก DS1307 จะต้องเป็น "1" จากนั้นจึงค่อยรับข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ทีละไบต์ โดยตำแหน่งที่อ่านเข้ามาจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งรีจิสเตอร์พอยท์เตอร์ ซึ่งจะเป็นตำแหน่งท้ายสุดที่ได้ทำการเขียนข้อมูลไว้ เมื่ออ่านข้อมูลครบแต่ละไบต์ อุปกรณ์ Master ต้องส่ง Acknowledge บิตกลับไปให้อุปกรณ์ Slave ด้วย ในกรณีที่เป็นไบต์สุดท้าย อุปกรณ์ Master ต้องส่ง "not acknowledge" กลับไป



รูปที่ 2.9 การอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ Slave ผ่านบัส I2C

ภายใน DS1307 มีรีจิสเตอร์ภายในใช้เก็บข้อมูลเวลาขนาด 7 ไบต์ 00H-06H ดังแสดงในรูปที่ ข้อมูลค่าเวลา และวันที่จะถูกเก็บอยู่ในรูปของเลขฐาน 10 สามารถเลือกได้ว่าให้ทำงานแบบ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง โดยกำหนดที่บิตที่ 6 ที่แอดเดรส 02H โดยถ้าเป็น "1" จะเป็นการทำงานในโหมด 12 ชั่วโมง และเมื่อเลือกแบบ 12 ชั่วโมง ที่บิต 5 ในแอดเดรส 02H นั้นจะใช้แสดงค่า AM/PM โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" จะเป็น PM ในกรณีที่แสดงแบบ 24 ชั่วโมง บิตนี้จะใช้ในการแสดงค่าของหลักสิบในของหน่วยชั่วโมงด้วย

	BIT7							BIT0	
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS				00-59
	0	10 MINUTES			MINUTES				00-59
	0	12/24	10 HR A/P	10 HR	HOURS				01-12 00-23
	0	0	0	0	0	DAY			1-7
	0	0	10 DATE		DATE				
	0	0	0	10 MONTH	MONTH				01-12
	10 YEAR				YEAR				00-99
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	

รูปที่ 2.10 รีจิสเตอร์ภายในไอซีฐานเวลา DS1307

ที่แอดเดรส 07H เป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ SQW/OUT โดยมีรายละเอียดดังนี้

- OUT (Out control): ใช้ควบคุมเอาต์พุต

- SQWE (Square Wave Enable): ใช้ควบคุมออสซิลเลเตอร์ภายใน DS1307 โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" จะเป็น การเปิดออสซิลเลเตอร์

- RS (Rate Select): ใช้ควบคุมความถี่ของ Square Wave เมื่อเปิดการทำงานของออสซิเลเตอร์ โดยสามารถปรับเปลี่ยนความถี่ได้ 4 ความถี่ด้วยกันดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การควบคุมความถี่ออสซิลเลเตอร์ด้วยการเซตบิต RS1, RS0

RS1	RS0	SQW OUTPUT FREQUENCY
0	0	1 Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จัก อุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ

2.4.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

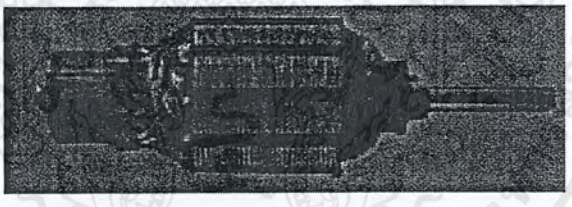
2.4.1.1 สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนที่อยู่กับที่ ประกอบด้วย

- เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก
- ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือแกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด
    - *ส่วนแรกแกนขั้ว (Pole Core)* ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน (Torque)
    - *ส่วนที่สอง ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil)* จะพันอยู่รอบๆแกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้นและเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

2.4.1.2 *ตัวหมุน (Rotor)* ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์ ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *แกนเพลา (Shaft)* เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Croe) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลานี้จะวางอยู่บนแบริ่ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้
- *แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core)* ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)
- *คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)* ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลาเป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยัง ขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก ดังกล่าวมาแล้วเรียกว่าปฏิกิริยามอเตอร์ (Motor action)
- *ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding)* เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอท (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ



รูปที่2.11 โรเตอร์

2.4.2 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

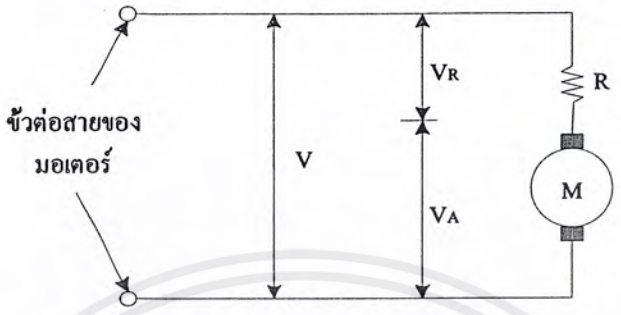
เมื่อมีการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กซึ่งมีสัดส่วนของแรงขึ้นกับกระแสแรงของสนามแม่เหล็ก โดยแรงจะเกิดขึ้นเป็นมุมฉากกับกระแสและสนามแม่เหล็ก ขณะที่ทิศทางของแรงกลับตรงกันข้ามกัน ถ้าหากกระแสของสนามแม่เหล็กไหลย้อนกลับจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแส และ สนามแม่เหล็กเป็นผลทำให้ทิศทางของแรงเปลี่ยนไป ด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้มอเตอร์กระแสตรงกลับทิศทางการหมุนได้

สนามแม่เหล็กของมอเตอร์ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากแม่เหล็กถาวรซึ่งจะถูกยึดติดกับแผ่นเหล็ก หรือเหล็กกล้า โดยปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ยึดอยู่กับที่ และ ขดลวดเหนี่ยวนำจะพันอยู่กับส่วนที่เป็นแกนหมุนของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 คุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรง

ในการอธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรงให้ละเอียดนั้นต้องพิจารณาแรงดันที่ป้อนและความต้านทานของโรเตอร์ด้วย วงจรภายในของมอเตอร์เขียนได้ดังรูปที่ 2.14



รูปที่2.12 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง

โดยสมมติให้ทุ่นโรเตอร์ไม่มีความต้านทานอยู่เลย อนุกรมกับความต้านทานซึ่งในที่นี้ก็คือความต้านทานของขดลวดนั่นเอง แรงดันที่ขั้วต่อสายของมอเตอร์ก็คือผลบวกระหว่างแรงดันที่ทุ่นโรเตอร์ (V_A) และ แรงดันตกคร่อมความต้านทานขดลวด (V_R)

แรงดัน V_A ถูกเรียกว่า แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำป้อนกลับ (BACK EMF) ซึ่งเกิดขึ้นในโรเตอร์ ขณะที่หมุนแรงดันที่เกิดขึ้นนี้เป็นไปตากกฎของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก สัมพันธ์กับแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำแม่เหล็ก และ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวนำ แรงดันที่เกิดขึ้นจะมีขั้วตรงกันข้ามกับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ และ แปรผันตรงกับความเร็วในการหมุน ผลบวกของแรงดันที่ทุ่นโรเตอร์ (V_A) และแรงดันตกคร่อมขดลวด (V_R) ต้องเท่ากับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ (V)

$$V = V_A + V_R \qquad (V)$$

เมื่อพิจารณาตั้งแต่มอเตอร์หยุดนิ่ง ความเร็วมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น $V_A = 0, V_R = V$ กระแสที่ไหลในมอเตอร์หาได้จาก

$$I = V_R / R \qquad (A)$$

เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนจะมีความเร็ว และ V_A เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามความเร็ว V_R ซึ่งมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่าง V_A และ V จะเริ่มลดลงกระแส I ก็จะเริ่มลดลงเช่นกันขณะที่มอเตอร์ยังมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร่งอยู่ ความเร็วจะเพิ่มขึ้น แรงบิดจะลดลงจนกว่าจะถึงจุดซึ่งแรงบิดจองมอเตอร์รับภาระโหลดได้สมดุลพอดี ขณะที่มอเตอร์ไม่มีโหลด และ หมุนอย่างอิสระจะมีเพียงค่าความฝืดของแบริ่งและ แรงต้านอากาศทำให้ V_A เกือบเท่ากับค่า V

2.4.4 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(Direct Current Motor)หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. Motor) คือเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานกลชนิดหมุน โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ๆ ได้แก่

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก (Separately Excited)
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นด้วยตนเอง (Self Excited)

โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นด้วยตนเอง ยังสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor) , มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor) ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนั้นสามารถแยกย่อยออกได้เป็น 2 ลักษณะตามวงจรการต่อภายในคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมชนิดขดลวดขนานสั้น (Short Shunt Compound) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมชนิดขดลวดขนานยาว (Long Shunt Compound)

2.4.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก (Separately Excited)

Separately Excited DC Motor เป็นพื้นฐานที่สำคัญของระบบขับเคลื่อนทางไฟฟ้า และมีบทบาทสำคัญที่ใช้ในการควบคุมความเร็วในเครื่องจักรและกระบวนการผลิตอัตโนมัติในระบบอุตสาหกรรม

โดยพื้นฐานของดีซีมอเตอร์แบบแบบ Separately Excited จะคล้ายกันกับ Self – excited ลักษณะโครงสร้างหลักจะประกอบด้วยส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) และส่วนที่หมุนเคลื่อนที่(Rotor) หรือหากพิจารณาในรูปของวงจรสมมูลย์ทางไฟฟ้าก็สามารถแยกออกเป็น 2 วงจร คือวงจรฟิลด์ (Field Circuit) ซึ่งทาหน้าที่ในการสร้างสนามแม่เหล็กหลัก และ วงจรอาร์เมเจอร์ (Armature circuit) ที่ทาหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กรอบๆ อาร์เมเจอร์ Separately excited dc motor แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับวงจรฟิลด์ และวงจรอาร์เมเจอร์ จะแยกเป็นอิสระซึ่งกันและกัน โดยคุณสมบัติด้านความเร็ว-แรงบิด จะเหมือนกับมอเตอร์ดีซีแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดกระตุ้นแยก (Characteristics of Separately Excited motor)

- *คุณลักษณะความเร็วกับกระแสในอาร์เมเจอร์*

เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่คงที่ให้กับมอเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในขดลวดอาร์เมเจอร์ ในขณะที่มอเตอร์ไม่มีโหลด (No - Load) มอเตอร์จะหมุนได้โดยใช้กระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย เพื่อเอาชนะความฝืด แต่เมื่อมอเตอร์มีโหลดเต็มที่ (Full – Load) กระแสในอาร์เมเจอร์จะสูงขึ้น นั่นคือ กระแสในอาร์เมเจอร์จะเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของโหลด คือโหลดเพิ่มขึ้นกระแสจะเพิ่มขึ้น และเมื่อโหลดลดลงกระแสก็จะลดลง โดยที่ค่าความเร็วจะมีค่าต่ำลงเมื่อมอเตอร์รับโหลดเพิ่มขึ้น

- *คุณลักษณะของแรงบิดกับกระแสในอาร์เมเจอร์*

ถึงแม้ว่ามอเตอร์จะรับโหลดมากก็ตามค่าแรงบิดที่เกิดขึ้นจาก $T_a \alpha \phi I_a$ เมื่อกำหนดให้เส้นแรงแม่เหล็ก (ϕ) คงที่ตลอด นั่นคือค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับค่ากระแสที่ไหลในอาร์เมเจอร์เป็นสัดส่วนกันโดยตรง

การใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก เป็นมอเตอร์ที่ได้รับความนิยมในการใช้ควบคุมความเร็วในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะโหลดที่ต้องการแรงบิดคงที่ตลอดย่านความเร็ว ซึ่งในทางปฏิบัติจะใช้วิธีการควบคุมแบบกระตุ้นแยก (วงจรฟิลด์และวงจรอาร์เมเจอร์จะใช้แหล่งจ่ายคนละชุดกัน และแยกเป็นอิสระซึ่งกันและกัน โดยใช้แหล่งจ่าย Vf จ่ายให้วงจรฟิลด์ และแหล่งจ่าย Vt จ่ายให้วงจรอาร์เมจอร์) ซึ่งจะทาให้การควบคุมทาได้ง่ายขึ้น กล่าวคือการควบคุมความเร็วสามารถแยกการควบคุมในแต่ละวงจรได้โดยอิสระ เช่นหากต้องการควบคุมสนามแม่เหล็กที่วงจรฟิลด์ (กรณีต้องการความเร็วสูงๆที่เกินจากความเร็วพิกัดที่บอกบนแผ่นป้าย) ก็ทาได้โดยลดแรงแรงดัน Vf และคงที่แหล่งจ่าย Vt ที่ต่อกับวงจรอาร์เมเจอร์ให้อยู่ระดับแรงดันพิกัด หรือในทางกลับกัน หากต้องการควบคุมความเร็วในย่านที่ต่ำกว่าความเร็วพิกัด ก็สามารถควบคุมแรงดันที่ Vt ได้โดยตรงและคงที่แรงดันพิกัดVf ที่วงจรฟิลด์เป็นต้น

2.4.4.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสแบบอนุกรม หรือซีรีส์มอเตอร์ คือ มอเตอร์ที่ต่อขดลวดฟิลด์อนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ เราเรียกขดลวดฟิลด์ชนิดนี้ว่า ซีรีส์ฟิลด์ (Series Field) ซึ่งซีรีส์ฟิลด์เป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาเพื่อทาปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็กของขดลวดอาร์เมเจอร์ โดยขดลวดฟิลด์ของมอเตอร์แบบอนุกรมจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่พันขั้วแม่เหล็กไว้ในจานวนน้อยรอบ เนื่องจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ขดลวดมีค่าความต้านทานต่ำ ดังนั้นในขณะเริ่มหมุน (Start) จะกินกระแสไฟฟ้ามากทาให้เกิดแรงบิดขณะเริ่มหมุนสูงและความเร็วรอบของมอเตอร์ขึ้นอยู่กับโหลดของมอเตอร์ ถ้าโหลดของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงจะทาให้ความเร็วรอบของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงด้วย กล่าวคือ มอเตอร์แบบอนุกรมจะหมุนรอบสูงถ้าโหลดของมอเตอร์ต่ำและจะหมุนรอบต่ำถ้าโหลดของมอเตอร์สูง

คุณสมบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสแบบอนุกรม หรือซีรีส์มอเตอร์ นั้นขณะเริ่มหมุน (Start) จะกินกระแสไฟฟ้ามากทาให้เกิดแรงบิดขณะเริ่มหมุนสูงและความเร็วรอบของมอเตอร์ขึ้นอยู่กับโหลดของมอเตอร์ ถ้าโหลดของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงจะทาให้ความเร็วรอบของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงด้วย กล่าวคือ มอเตอร์แบบอนุกรมจะหมุนรอบสูงถ้าโหลดของมอเตอร์ต่ำและจะหมุนรอบต่ำถ้าโหลดของมอเตอร์สูง

- *คุณลักษณะแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ (T/I_a Characteristics)*

จากสมการแรงบิดของมอเตอร์

$$T \alpha \emptyset I_a$$

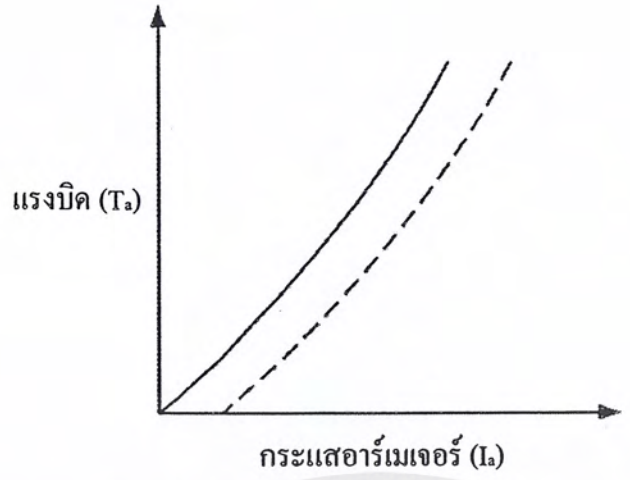
แต่เนื่องจากขดลวดซีรีส์ฟิลด์ต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์ ดังนั้น

$$\emptyset \alpha I_a$$

$$\therefore \quad T \alpha I_a^2$$

ในขณะที่มีโหลดน้อย กระแส I_a และ $\emptyset$ จะมีค่าน้อย แต่ถ้าหากโหลดเพิ่มมากขึ้นกระแส I_a จะเพิ่มขึ้น ส่วนแรงบิดจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนเท่ากับกระแส I_a ยกกาลังสอง เส้นกราฟของแรงบิด $T = f(I_a)$ จึงเป็นกราฟรูปพาราโบลา (Parabola) และถ้าแกนเหล็กถึงจุดอิ่มตัวแล้ว ($\emptyset$ คงที่) แรงบิดจะแปรผันตามกระแส I_a เท่านั้น จึงได้กราฟ $T = f(I_a)$ เป็นเส้นตรง สาหรับแรงบิดที่เพลา (T_{sh}) จะมีค่าลดลงเล็กน้อย เนื่องจากการสูญเสียในแกนเหล็กและความฝืด ซึ่งถือว่าเป็น Losses Torque

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



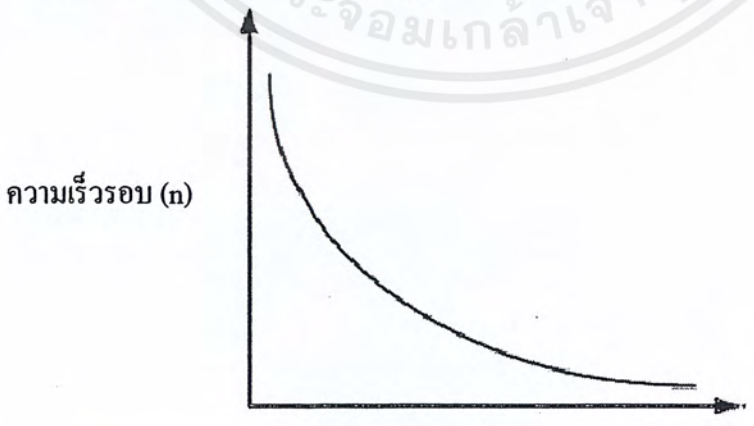
รูปที่2.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบอนุกรม

- *คุณลักษณะความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ (n/Ia Characteristics)*

จากสมการความเร็วของมอเตอร์

$$n \alpha E_b \emptyset$$

เมื่อปริมาณเส้นแรงแม่เหล็กอยู่ในช่วงที่เป็นเส้นตรง (Linear) หมายถึง เส้นแรงแม่เหล็ก ø เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแส Ia นั่นคือ เมื่อกระแส Ia เพิ่มขึ้น จะทาให้ ø เพิ่มขึ้นด้วย (ø α Ia)ดังนั้น เมื่อมอเตอร์มีโหลดมาก กระแส Ia จะเพิ่มขึ้น ความเร็วของมอเตอร์จะลดลงอย่างรวดเร็ว ในทางตรงข้ามถ้าโหลดลดลง กระแส Ia จะลดลง ทาให้ความเร็วเพิ่มขึ้นสูงมากจนเป็นอันตรายแก่มอเตอร์ได้ ดังนั้น มอเตอร์แบบซีรีส์จึงต้องมีโหลดต่ออยู่ด้วยเสมอ

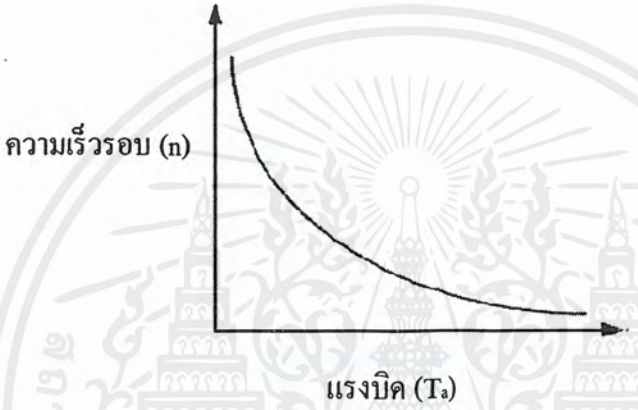


รูปที่2.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *คุณลักษณะความเร็วกับแรงบิด (n/T_a Characteristics)*

แรงบิดของมอเตอร์แบบซีรีส (Series Motor) จะเป็นส่วนกลับกับความเร็วรอบ กล่าวคือ แรงบิดจะมีค่ามากขึ้นก็ต่อเมื่อความเร็วรอบลดลง ดังนั้น ขณะที่มอเตอร์ฉุดโหลดหนักๆ ความเร็วรอบจะลดต่ำลง ทาให้กระแส I_a และ ø เพิ่มขึ้น (เนื่องจาก $T \alpha ø I_a$) จึงทาให้แรงบิดเพิ่มขึ้นอย่างมาก ผลจากการที่กระแส I_a มีค่าสูงในขณะที่เริ่มหมุน (Start) จึงทาให้แรงบิดขณะเริ่มหมุนมีค่าสูงมากตามไปด้วย จึงสามารถขับให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้



รูปที่2.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรงบิดของมอเตอร์แบบอนุกรม

การใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

คุณลักษณะที่ดีมอเตอร์แบบอนุกรม คือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกาลังของรถไฟฟ้า รถยกของเครนไฟฟ้า มอเตอร์สตาร์ทในรถยนต์ กว้านแม่แรง (Winch) ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็ว ก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทางานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวดของมอเตอร์ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนามาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในบ้านหลายอย่างเช่นเครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม ใช้งานหนักได้ดี เมื่อใช้งานหนักกระแสจะมาก ความเร็วรอบจะลดลง ดังนั้นมอเตอร์ชนิดนี้จึงไม่เหมาะกับงานที่ต้องการความเร็วรอบคงที่

ข้อควรระวัง คือ มอเตอร์แบบอนุกรมในขณะไม่มีโหลดมาต่อความเร็วรอบจะสูงมาก กล่าวคือจะหมุนด้วยความเร็วที่ไม่สิ้นสุดถ้าไม่มีโหลด และจะหมุนเร็วขึ้น (Run Away) จนกว่าจะพัง จนอาจเกิดอันตราย และเกิดความเสียหายกับตัวมอเตอร์เองได้ ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน หรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ คือ มอเตอร์ที่มีขดลวดฟิลด์ (Field Coil) ต่อแบบขนานกับชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ ค่าความต้านทานของขดลวดฟิลด์มีค่าสูงมาก และต่อคร่อมไว้โดยตรงกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าภายนอกทาให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดฟิลด์มีค่าคงที่ โดยที่จะไม่เปลี่ยนแปลงตามรอบการหมุนของมอเตอร์เหมือนกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดฟิลด์ของมอเตอร์แบบอนุกรม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแรงบิดของมอเตอร์มอเตอร์แบบขนานจะเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสที่ไหลผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์เท่านั้น และแรงบิดขณะเริ่มหมุนจะมีค่าน้อยกว่ามอเตอร์แบบอนุกรมรวมทั้งความเร็วรอบของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยขณะโหลดของมอเตอร์เปลี่ยนแปลง และเมื่อนาโหลดของมอเตอร์ออกทั้งหมดมอเตอร์จะมีความเร็วรอบสูงกว่าขณะมีโหลดเพียงเล็กน้อย

คุณสมบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน หรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ จะมีค่าความต้านทานของขดลวดฟิลด์มีค่าสูงมากและต่อคร่อมไว้โดยตรงกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าภายนอกทาให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดฟิลด์มีค่าคงที่ โดยที่จะไม่เปลี่ยนแปลงตามรอบการหมุนของมอเตอร์เหมือนกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดฟิลด์ของมอเตอร์แบบอนุกรม

- *คุณลักษณะแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ (T/Iₐ Characteristics)*

เนื่องจากวงจรขดลวดชันท์ฟิลด์ต่อขนานกับแหล่งจ่ายแรงดันอินพุต (V) ซึ่งมีค่าคงที่ตลอดการใช้งาน ดังนั้น เส้นแรงแม่เหล็ก (Ø) จึงมีค่าคงที่ แต่อาจจะลดลงบ้างจากผลของอาร์เมเจอร์รีแอคชั่น แต่แรงบิดจะยังคงแปรผันตามกระแสอาร์เมเจอร์ นั่นคือ

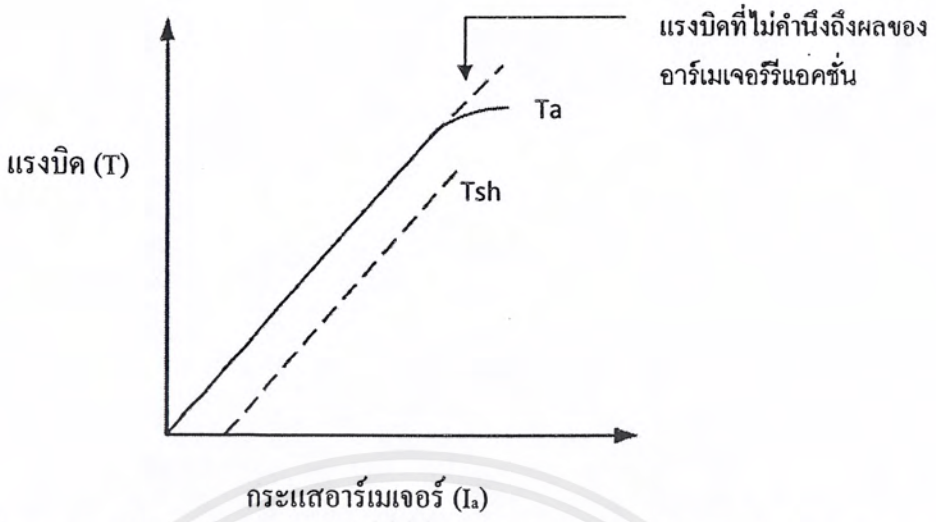
$T_a = K_a Ø I_a$ (K_a คือ ค่าคงที่ของแรงบิด)

เมื่อ Ø คงที่ จะได้

$$T \propto I_a$$

ในช่วงแรกที่กระแสอาร์เมเจอร์ยังไม่มากนัก แรงบิดในอาร์เมเจอร์ (T_a) จะเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้นเมื่อกระแสอาร์เมเจอร์มากขึ้น เส้นแรงแม่เหล็กรวมจะลดลงจากผลของอาร์เมเจอร์รีแอคชั่นทาให้กราฟเป็นเส้นโค้ง สาหรับแรงบิดที่เพลา (T_{sh}) จะน้อยกว่าแรงบิดในอาร์เมเจอร์เพียงเล็กน้อย ซึ่งมีสาเหตุมาจากการสูญเสียในแกนเหล็ก และความฝืดของมอเตอร์ หรือสูญเสียเนื่องจากการหมุน (Rotation Losses) นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน

- *คุณลักษณะความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ (n/Ia Characteristics)*

ความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จะแปรผันตามแรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับ E_b แต่เป็นสัดส่วนผกผันกับจานวนเส้นแรงแม่เหล็ก

$$n \quad \alpha \quad E_b / \phi$$

$$n \quad \alpha \quad (V - I_a R_a) / \phi$$

หรือ $n \quad \alpha \quad E_b$ (เมื่อ Ø คงที่)

แต่ $I_a = (V - E_b) / R_a$

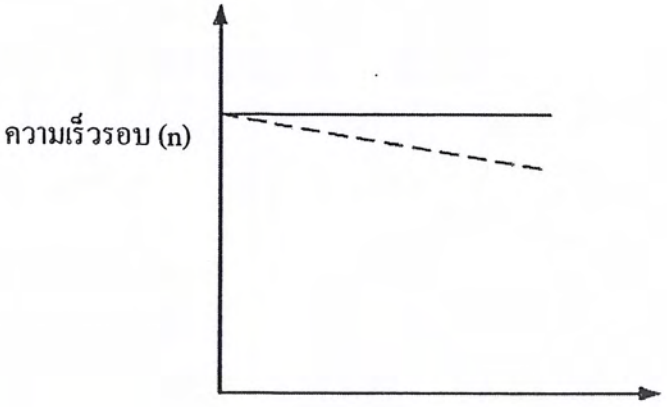
$\therefore \quad I_a \quad \alpha \quad 1 / E_b$

หรือ $E_b \quad \alpha \quad 1 / I_a$

$\therefore \quad n \quad \alpha \quad 1 / I_a$

แต่จะถือว่า Ø คงที่ เพราะว่าแรงดัน V ที่ป้อนคงที่ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อมอเตอร์รับโหลดเพิ่มขึ้น กระแสอาร์เมเจอร์ I_a จะเพิ่มขึ้น ทำให้ I_aR_a เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การที่ I_a เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้เส้นแรงแม่เหล็กลดลงเนื่องจากการอิ่มตัวของสนามแม่เหล็ก และผลของอาร์เมเจอร์รีแอคชั่น ความเร็วจึงลดลงเล็กน้อย แต่ในทางปฏิบัติจะถือว่ามอเตอร์แบบชันท์มีความเร็วรอบคงที่ไม่ว่าจะมีโหลดหรือไม่ก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน

- *คุณลักษณะความเร็วกับแรงบิด (n/Ta Characteristics)*

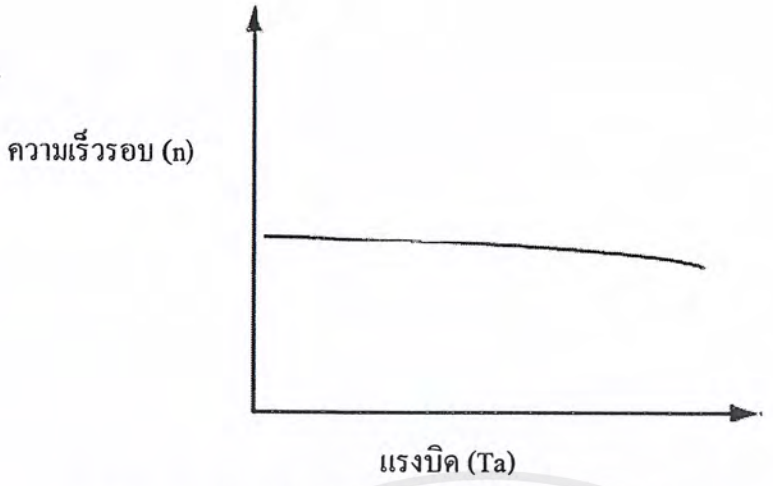
จากคุณลักษณะทั้งสองประการที่กล่าวมาแล้ว คือ $Ta = f(Ia)$ และ $n = f(Ia)$ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง $n = f(Ta)$ ดังนี้

เมื่อ $T \alpha Ia$

และ $n \alpha 1/Ia$

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแรงบิดของมอเตอร์มอเตอร์แบบขนานจะเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสที่ไหลผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ และแรงบิดขณะเริ่มหมุนจะมีค่าน้อยกว่ามอเตอร์แบบอนุกรมรวมทั้งความเร็วรอบของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยขณะโหลดของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงโดยที่เมื่อกระแส Ia เพิ่มขึ้นความเร็วรอบจะลดลง และเมื่อนาโหลดของมอเตอร์ออกทั้งหมดมอเตอร์จะมีความเร็วรอบสูงกว่าขณะมีโหลดเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.28 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิดของมอเตอร์แบบขนาน

การใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

มอเตอร์แบบขนานเป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันทั่วไปมากกว่าแบบอื่น เนื่องจากมีคุณลักษณะที่ดี คือ มีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ (Low Starting Torque Constant Speed) ดังนั้นมอเตอร์แบบขนานจึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการแรงบิดเริ่มหมุนสูง และต้องการความเร็วรอบคงที่ ส่วนมากเหมะกับงานดังนี้ พัดลมเพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย เครื่องเจาะ เครื่องกลึง เครื่องจักรกลงานไม้ เป็นต้น

ข้อควรระวังคือ ถ้าหากว่าขดลวดชันท์ฟิลด์ถูกเปิดออก (Open Circuit) จะทาให้กระแสในขดลวดชันท์ฟิลด์มีค่าลดลงเป็นศูนย์ ซึ่งทาให้เส้นแรงแม่เหล็ก (Ø) ลดลงอย่างมาก ส่งผลให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูงขึ้นอย่างมากจนเป็นอันตรายกับมอเตอร์ได้ กล่าวคือ ความเร็วที่สูงมากๆ อาจเหวี่ยงให้ขดลวดอาร์เมเจอร์หลุดออกจาก Slot หรือถ้าหากมอเตอร์หมุนขับโหลดหนักๆ มอเตอร์อาจจะหยุดหมุนทันทีทาให้มอเตอร์กินกระแสสูงมาก และทาให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ไหม้ไนที่สุด

2.4.4.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม หรือเรียกว่าคอมปาวด์มอเตอร์ คือมอเตอร์ที่มีขดลวดฟิลด์ 2 ชุด ๆ หนึ่งจะต่ออนุกรมและอีกชุดหนึ่งต่อขนานกับชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังแสดงในรูปที่ 5 ขดลวดฟิลด์ซึ่งต่อขนานเป็นลวดตัวนาขนาดเล็กพันไว้จานวนมากรอบ ส่วนขดลวดฟิลด์ที่ต่ออนุกรมอยู่จะเป็นลวดตัวนำขนาดใหญ่พันไว้จานวนน้อยรอบ แรงบิดเริ่มหมุนของมอเตอร์แบบผสมจะมีมากกว่ามอเตอร์แบบขนาน แต่น้อยกว่าของมอเตอร์อนุกรม และการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของมอเตอร์ขณะมีโหลดจะมีค่าน้อยกว่ามอเตอร์แบบอนุกรม แต่เปลี่ยนแปลงมากกว่ามอเตอร์แบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสมมีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High staring torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่

มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชันท์อยู่ 2วิธี วิธีหนึ่งใช้ต่อขดลวดแบบชันท์ขนานกับอาเมเจอร์เรียกว่า การต่อแบบชุดขดลวดขนานสั้น หรือการต่อแบบช็อทชันท์คอมปาวด์มอเตอร์ (Short Shunt Compound Motor) การต่อวงจรในลักษณะนี้จะส่งให้มอเตอร์มีแรงบิดในขณะเริ่มหมุน สูงกว่าการต่อแบบลองชันท์คอมปาวด์มอเตอร์ (แต่ไม่สูงเท่าซีรีส์มอเตอร์) ในขณะที่ความเร็วรอบจะมีการเปลี่ยนแปลงบ้าง (แต่เปลี่ยนปลงน้อยกว่าซีรีส์มอเตอร์) สาเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากการที่ขดลวดชันท์ได้รับกระแสที่ผ่านมาจากขดลวดซีรีส์ ดังนั้นหากโหลดของมอเตอร์มีมากขดลวดซีรีส์ซึ่งมีค่าความต้านทานต่ำกว่าขดลวดชันท์จะดึงกระแสมาก ทาให้มีกระแสไหลผ่านขดลวดชันท์น้อยลง ส่งผลให้ความเร็วรอบของมอเตอร์เปลี่ยนแปลง

อีกวิธีคือต่อขดลวดขนานคร่อมระหว่างขดลวดอนุกรมและขดลวดอาเมเจอร์ เรียกว่า การต่อแบบชุดขดลวดขนานยาว หรือลองชั้นท์คอมปาวด์มอเตอร์(Long shunt motor) การต่อวงจรในลักษณะนี้จะส่งให้มอเตอร์มีแรงบิดในขณะเริ่มต่ากว่ากว่าการต่อแบบช็อตชันท์คอมปาวด์มอเตอร์ (แต่มากกว่าเท่าชันท์มอเตอร์) ในขณะที่ความเร็วรอบจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่ากับช็อทชันท์คอมปาวด์มอเตอร์ (แต่เปลี่ยนปลงมากกว่ากว่าชันท์มอเตอร์) สาเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากการที่ขดลวดชันท์ได้รับกระแสโดยตรงจากแหล่งจ่าย ทำให้เมื่อโหลดเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปยังขดลวดชันท์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่แรงบิดจะต่ำลงเนื่องจากกระแสที่ไหลผ่านขดลวดซีรีส์จะมีค่าลดลงเนื่องจากถูกแยกไหลไปให้กับขดลวดชันท์

คุณสมบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสม จะเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบผสม คือ มีทั้งขดลวดซีรีส์ฟิลด์และขดลวดชั้นฟิลด์ จึงเป็นการรวมคุณลักษณะของมอเตอร์แบบซีรีส์และแบบชั้นเข้าไว้ด้วยกัน คือ มีแรงบิดเริ่มหมุนสูง แต่ความเร็วรอบคงที่ตั้งแต่ขณะยังไม่มีโหลดจนถึงโหลดเต็มพิกัด (Full - Load) มอเตอร์แบบคอมปาวด์แบ่งเป็น 2 ชนิด ตามทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดสนามแม่เหล็ก ได้แก่

1. คิวมูเลทีฟ คอมปาวด์มอเตอร์ (Cumulative Compound Motor)
2. ดิฟเฟอเรนเชียล คอมปาวด์มอเตอร์ (Differential Compound Motor)

ทั้งสองแบบสามารถต่อได้ทั้งแบบชอร์ทชันท์ (Short Shunt) และแบบลองชันท์ (Long Shunt)

- *คิวมูเลทีฟ คอมปาวด์มอเตอร์ (Cumulative Compound Motor)*

มอเตอร์แบบนี้จะมีแรงบิดเริ่มหมุนสูงกว่ามอเตอร์แบบชันท์ แต่ไม่ Ran Away เหมือนกับมอเตอร์แบบซีรีส์ เนื่องจากต่อขดลวดซีรีส์ฟิลด์ให้มีทิศทางเสริมกับชันท์ฟิลด์ ดังนั้น เส้นแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่เหล็กรวม (Ø) จึงมีค่าเท่ากับผลบวกของเส้นแรงแม่เหล็กที่ชันท์ฟิลด์ ($Ø_f$) กับเส้นแรงแม่เหล็กที่ซีรีส์ฟิลด์ ($Ø_s$)

$$Ø = Ø_f + Ø_s$$

แต่ $T_a = ØI_a \alpha (Ø_f + Ø_s)I_a$

- *ดิฟเฟอเรนเชียล คอมปาวด์มอเตอร์ (Differential Compound Motor)*

มอเตอร์แบบนี้จะต่อวงจรขดลวดซีรีส์ฟิลด์ และชันท์ฟิลด์ใหม่ทิศทางสนามแม่เหล็กต้านซึ่งกันและกัน ดังนั้น เส้นแรงแม่เหล็กรวม (Ø) จึงมีค่าเท่ากับผลต่างระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กที่ชันท์ฟิลด์ ($Ø_f$) กับเส้นแรงแม่เหล็กที่ซีรีส์ฟิลด์ ($Ø_s$)

$$Ø = Ø_f - Ø_s$$

แต่ $T_a = ØI_a \alpha (Ø_f + Ø_s)I_a$

และ $n \alpha E_b / Ø \alpha E_b / (Ø_f - Ø_s)$

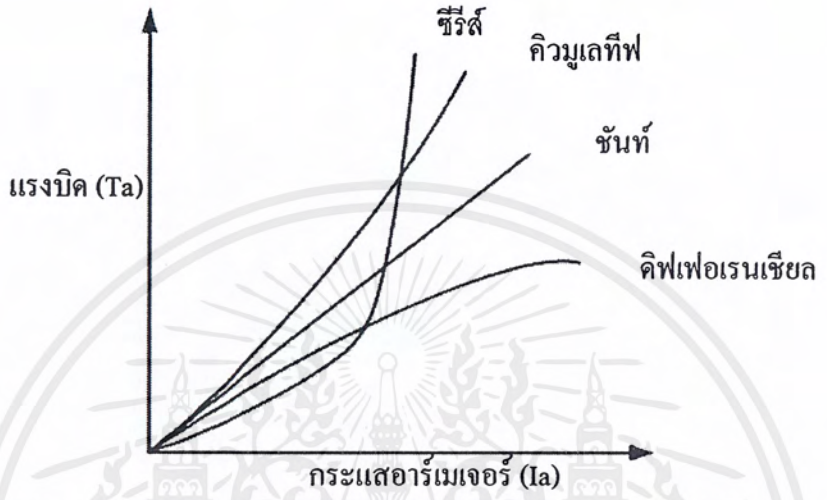
จากสมการจะเห็นว่าถ้าหากโหลดเพิ่มขึ้นกระแส Ia จะเพิ่มขึ้น และทำให้ $Ø_s$ เพิ่มตาม (เนื่องจากต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์) ส่งผลให้ $Ø_f - Ø_s$ มีค่าลดลง ดังนั้น แรงบิดจะลดลงแต่ความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้นสูงมาก ถ้าหากโหลดเพิ่มมากเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อมอเตอร์ จึงไม่นิยมใช้ เนื่องจาก

1. แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ และกินกระแสมาก
2. ความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้น เมื่อโหลดเพิ่มขึ้น
3. ถ้าโหลดเกินมากๆ (Heavy Over Load) ความเร็วจะไม่คงที่ และขั้วแม่เหล็กจะเกิดการกลับขั้วทำให้มอเตอร์หมุนกลับทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

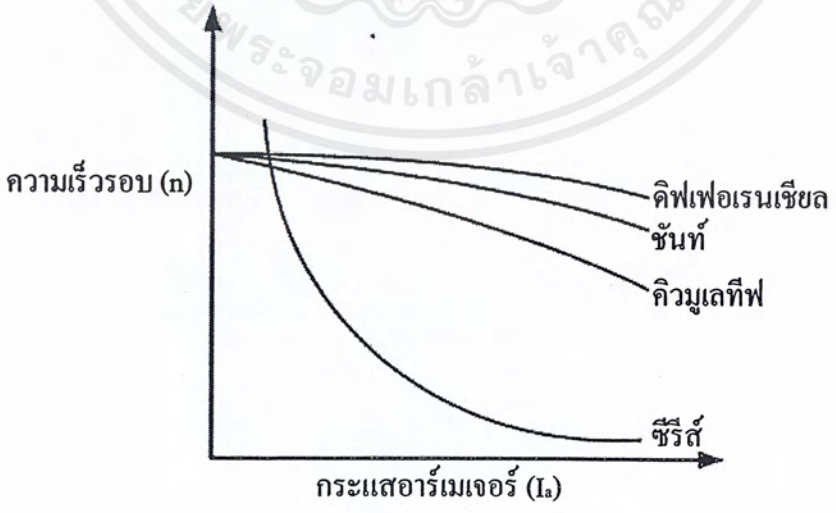
กราฟคุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

- *คุณลักษณะแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ (T/Ia Characteristics)*



รูปที่2.19 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์

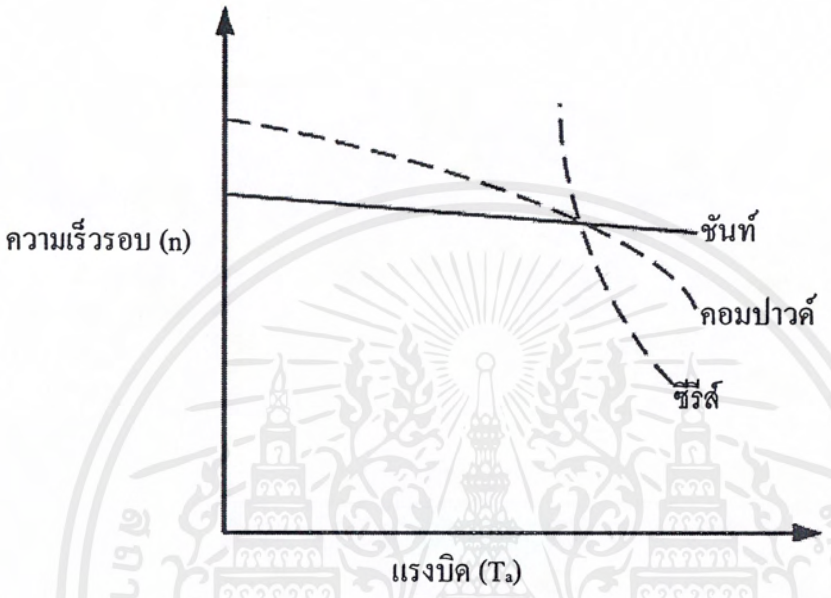
- *คุณลักษณะความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ (n/Ia Characteristics)*



รูปที่2.20 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *คุณลักษณะความเร็วกับแรงบิด (n/Ta Characteristics)*



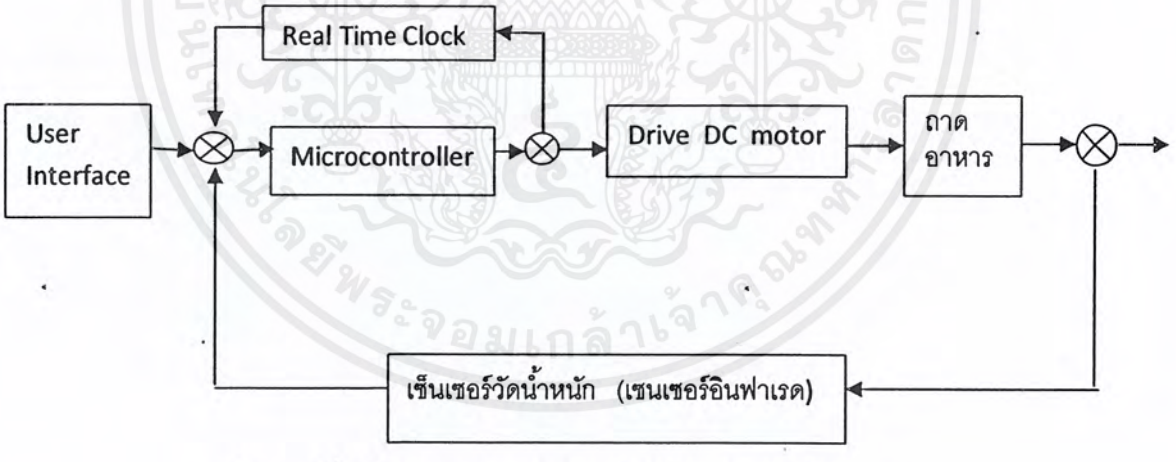
รูปที่2.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรงบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
หลักการและการออกแบบ

ผู้ใช้สามารถตั้งเวลาการให้อาหารผ่านทางปุ่มกดซึ่งจะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อถึงกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปควบคุมสเต็ปมอเตอร์ให้ทำงานโดยปล่อยอาหารลงมาตามสกรูลำเลียง โดยปริมาณอาหารที่ปล่อยออกมานั้นจะถูกกำหนดด้วยรอบการหมุนของสเต็ปมอเตอร์และขึ้นอยู่กับการเลือกปริมาณอาหารที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดในครั้งแรก และเมื่อถึงช่วงเวลาที่กำหนดไว้อีกช่วงหนึ่ง อาหารที่ถูกปล่อยออกมาจะมีปริมาณที่พอดีกับอาหารที่เหลืออยู่ในถาดอาหาร ซึ่งวัดปริมาณอาหารที่เหลืออยู่โดยใช้สเตรนเกจ ซึ่งจะทำให้อาหารไม่ล้นออกมา

ระบบให้อาหารอัตโนมัตินี้ได้ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถบันทึกเสียงของผู้ใช้งานเก็บไว้ได้ เลือกปริมาณอาหารที่เหมาะสมตามขนาดของถาดอาหารได้ และสามารถรองรับได้น้ำหนักอาหารได้ 5 กิโลกรัม



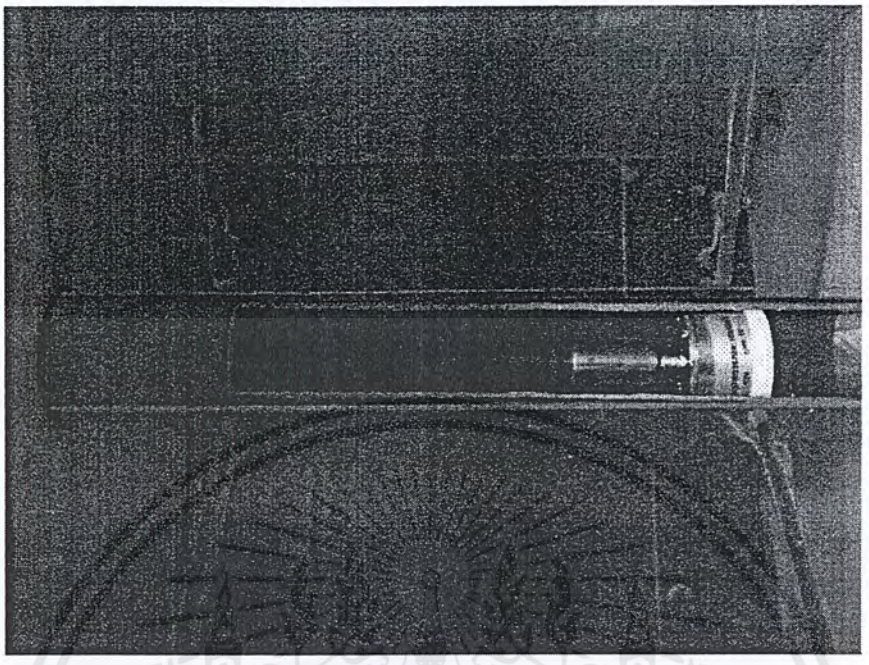
รูป 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบโดยรวม

3.1 โครงสร้างทางกายภาพ

3.1.1 การออกแบบโครงสร้างภายใน

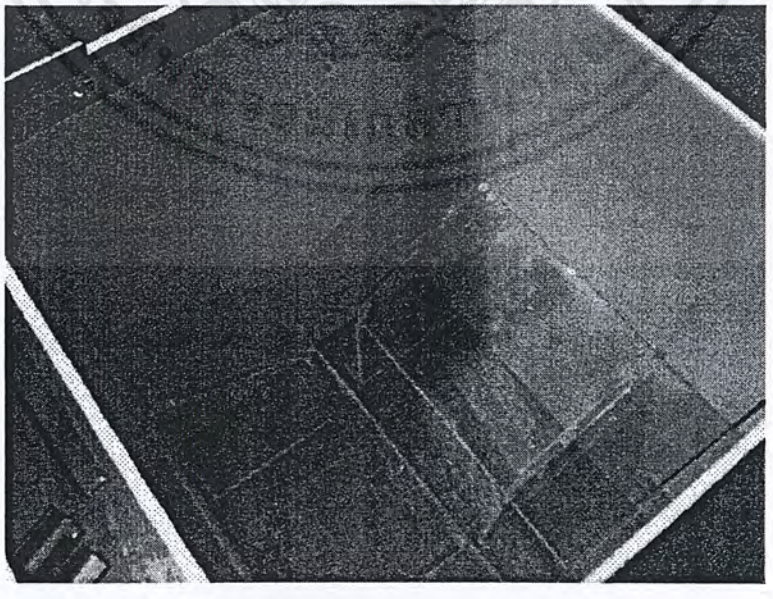
ท่อลำเลียง เลือกใช้สกรูลำเลียงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว บรรจุภายในท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัดผิว 1 ใน 3 ของท่อออก เพื่อแสดงให้เห็นการลำเลียงภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.2 แสดงท่อลำเลียงและสกรูภายใน

โครงสร้างภายในใช้อะคริลิคใส ทำให้สามารถมองเห็นการทำงานต่างๆภายในได้ โดยใช้อะคริลิคขนาด 25 x 24.6 x 0.4 เซนติเมตร เอียงทำมุม 20 องศากับผนังภายใน 2 ข้าง เพื่อให้อาหารไหลลงท่อลำเลียงที่จะถูกติดตรงกลางระหว่างอะคริลิคทั้ง 2 แผ่นนี้

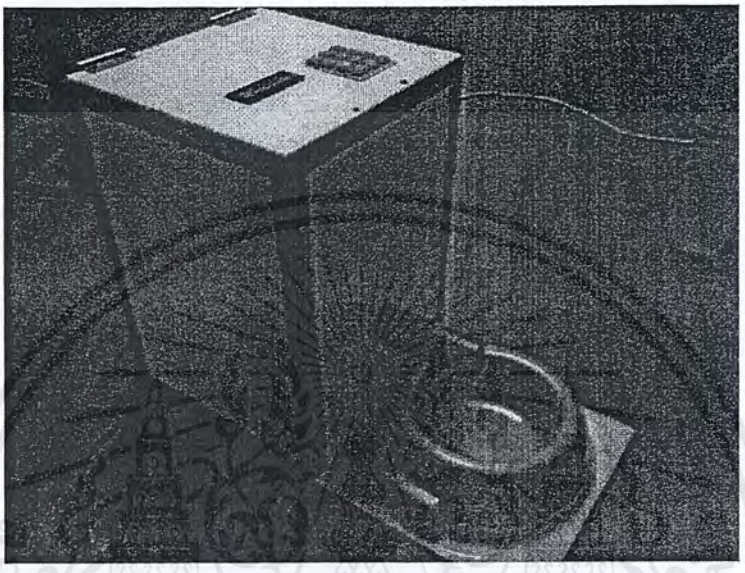


รูปที่3.3 ลักษณะโครงสร้างภายในเครื่อง

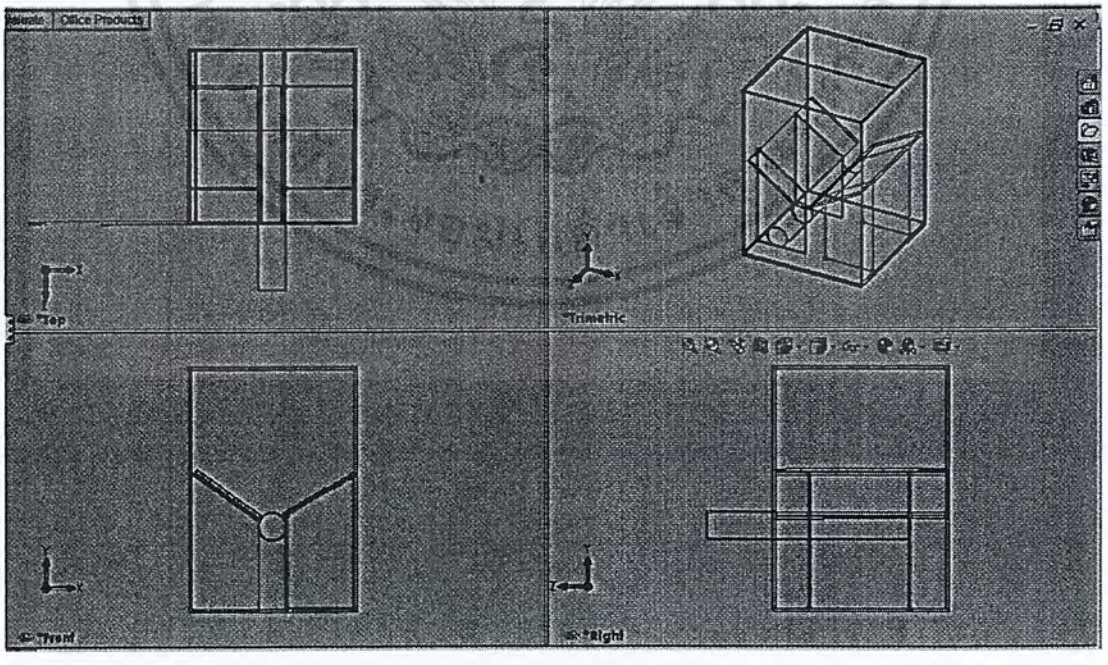
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบโครงสร้างภายนอก

โครงสร้างภายนอกทำจากอะคริลิคสีขาวขุ่นขนาด 25 x 35 x 0.4 เซนติเมตร 4 แผ่น ประกอบกันโดยยึดด้วยอะลูมิเนียมฉาก เพื่อความแข็งแรง ฝาปิดใช้อะคริลิคขนาด 25 x 26.6 x 0.4 เซนติเมตร ตัดกลางแผ่นติดบานพับเพื่อใช้สำหรับปิดเปิด



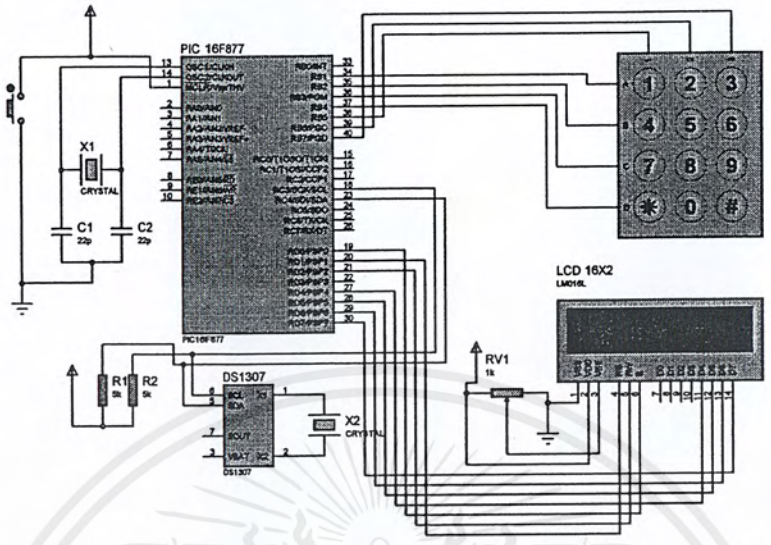
รูปที่3.4 แสดงโครงสร้างภายนอก



รูปที่3.5 แสดงโครงสร้างทางกายภาพ

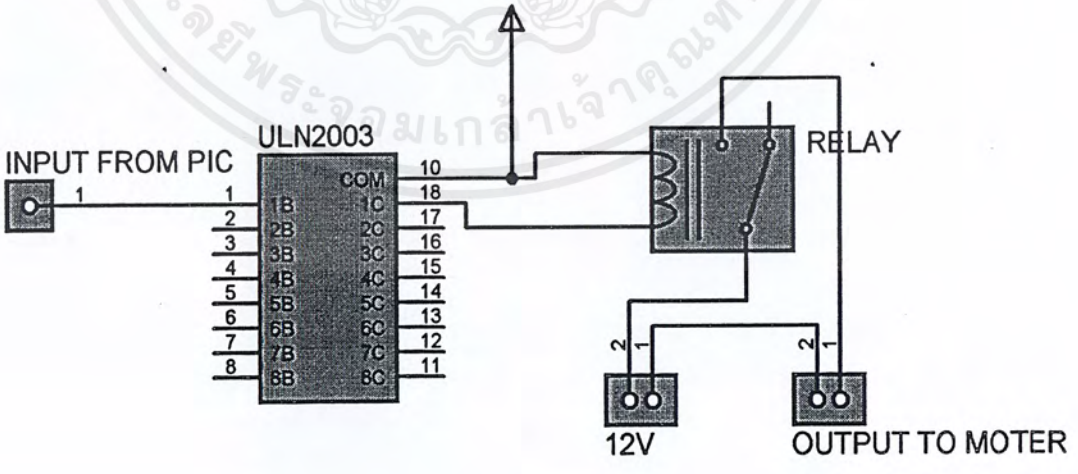
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรที่ใช้งาน



รูปที่3.6 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

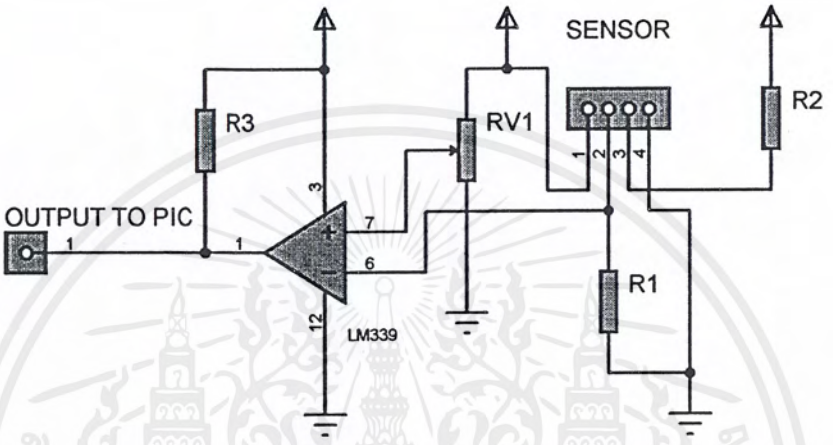
จากรูปที่3.6แสดงการเชื่อต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับสวิชท์เมริกซ์ จอแสดงผลแอลซีดี และวงจรเรียลไทม์คล๊อก โดยเชื่อต่อทางพอร์ต B D และ พอร์ต C ตามลำดับ



รูปที่3.7 แสดงวงจรรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่3.7แสดงการเชื่อต่อรีเลย์กับไอซี UIN2003 ซึ่งรับอินพุตมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จากวงจรดังรูป หาไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งลอจิกศูนย์ ไอซีULN2003ซึ่งมีการขยายแบบกลับเฟส จะมีพุตออกมาเป็นลอจิกหนึ่ง ทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน ในทางกลับกันหากไมโครคอนโทนรลเลอร์ส่งลอจิกหนึ่งออกมาก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน

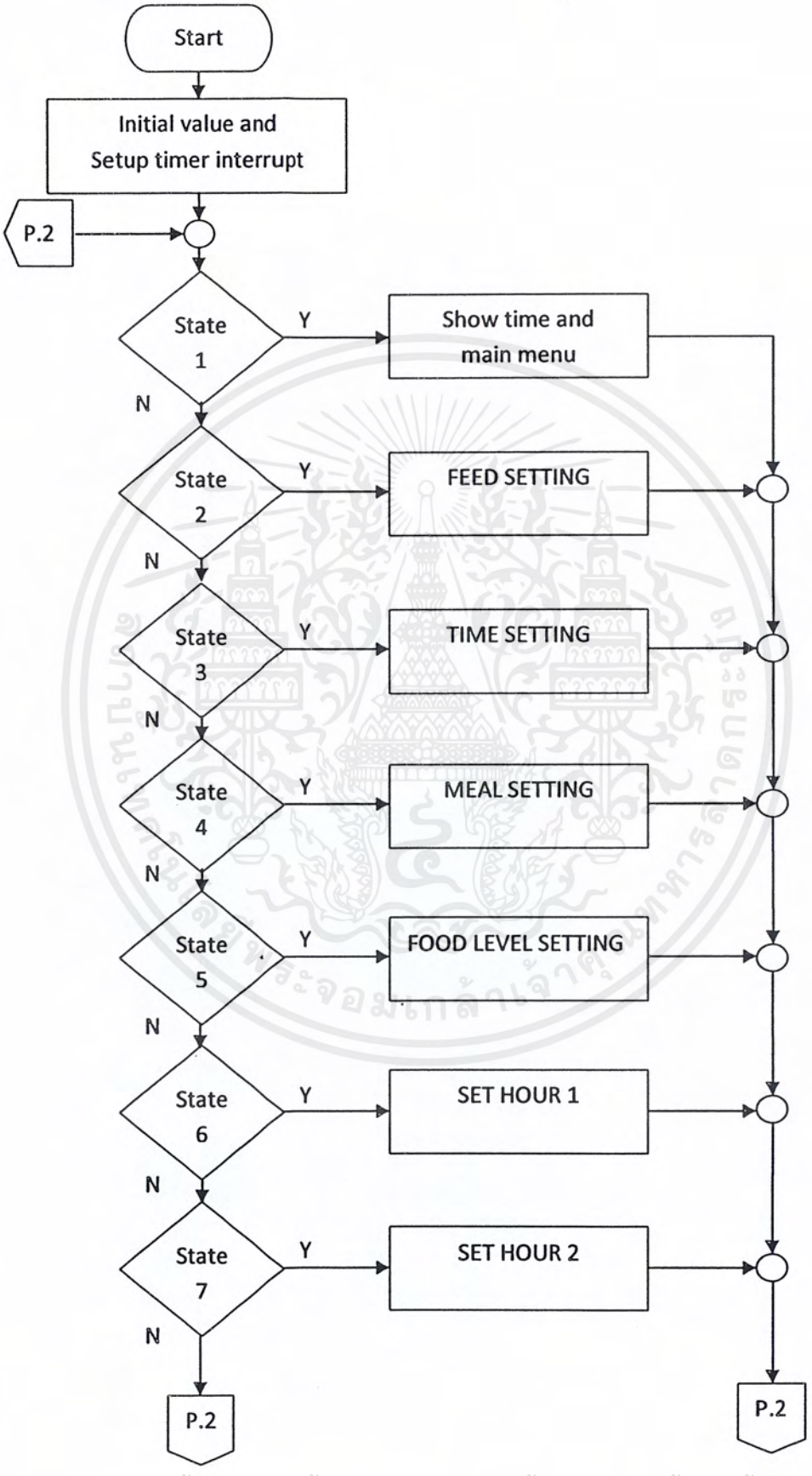


รูปที่3.8 แสดงวงจรเซนเซอร์อินฟาเรด

จากรูปที่3.8 วงจรเซนเซอร์อินฟาเรด ส่งสัญญาณลอจิกศูนย์หรือหนึ่ง ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยกำหนดให้ลอจิกหนึ่งแสดงสถานะว่าไม่มีอาหารเหลืออยู่ในถาดอาหาร และลอจิกศูนย์แสดงสถานะว่ามีอาหารเหลืออยู่ในถาด

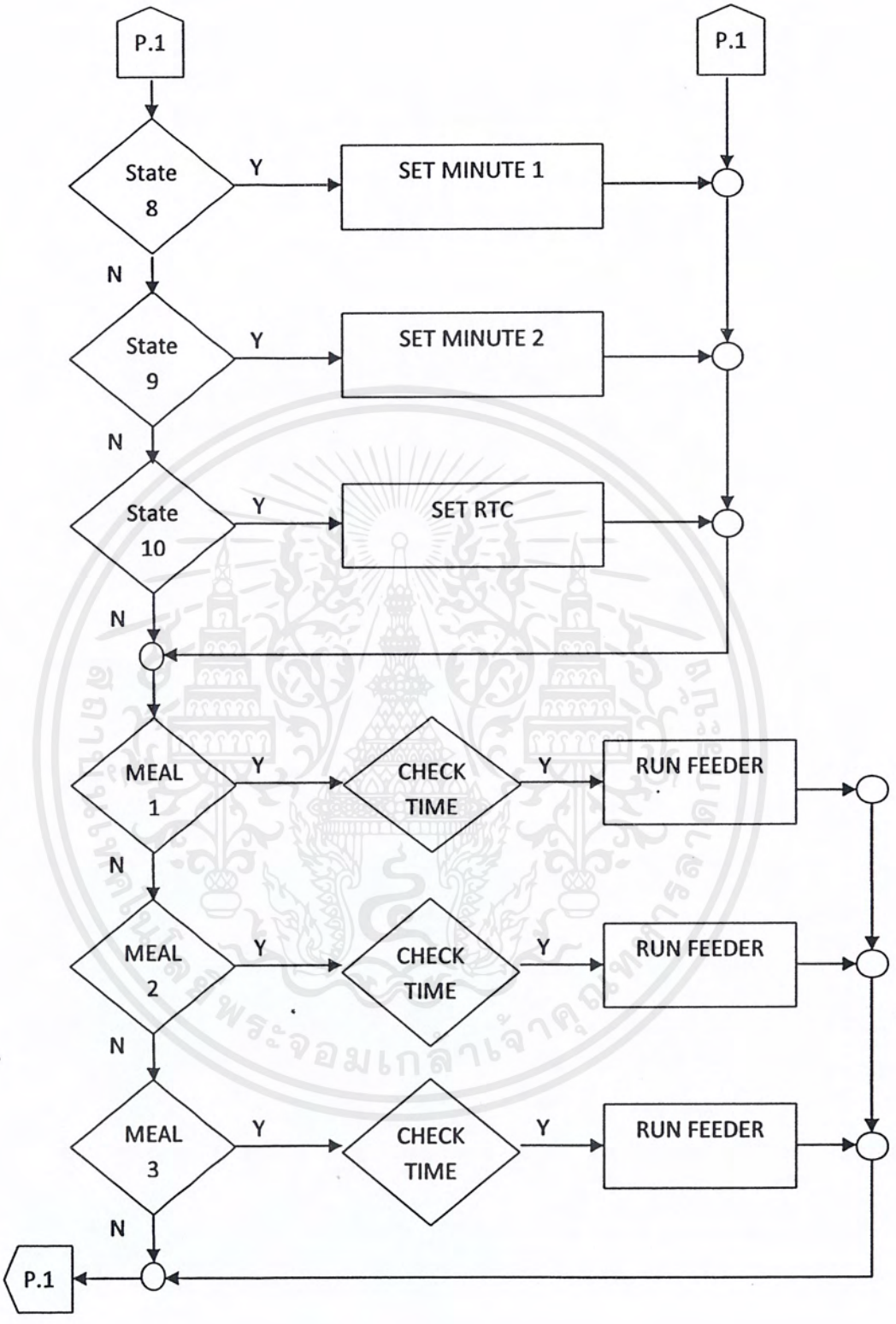
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ลำดับการทำงานของโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่3.19 ผังลำดับการทำงานของโปรแกรม



รูปที่3.10 ผังลำดับการทำงานของโปรแกรม(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

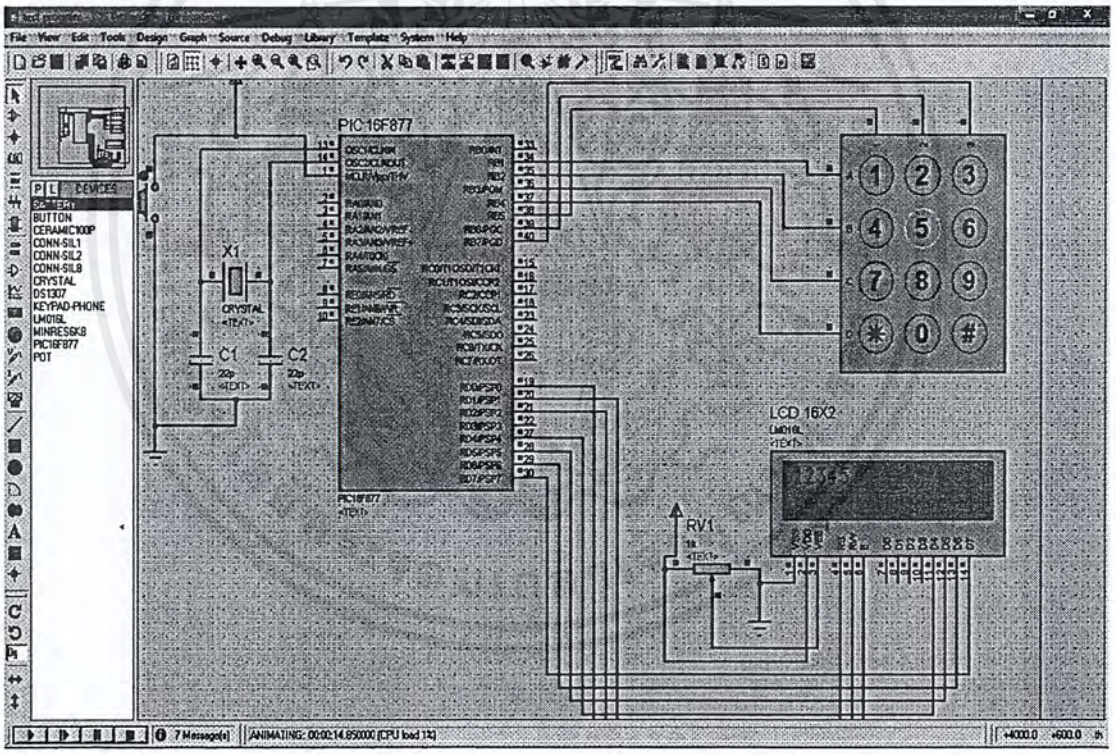
บทที่4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง วงจรและภาคขับมอเตอร์ และการทำงานของระบบให้อาหารอัตโนมัติโดยมีรายละเอียดของการทดลองดังนี้

4.1 ทดลองเชื่อมต่อจอแอลซีดีกับสวิชต์แมทริกซ์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

ทดสอบการรับข้อมูลจากการกดสวิช์เมทริกซ์ เพื่อให้แสดงตัวเลขออกทางจอแอลซีดี โดยต่อจอแอลซีดีทางพอร์ต Dของไมโครคอนโทรลเลอร์ และต่อสวิชแทริกซ์ทางพอร์ต D ได้ผลการทดลองแสดงดังรูป



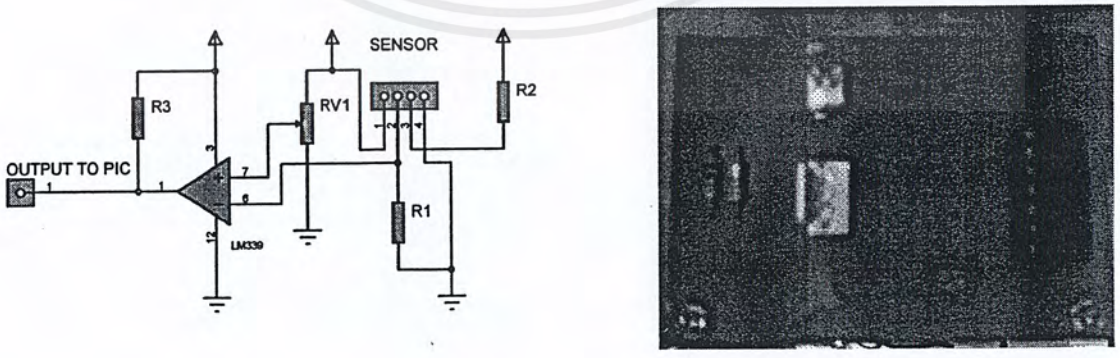
รูปที่4.1 แสดงผลเมื่อป้อนข้อมูลจากสวิตช์เมทริซ์แล้วแสดงผลทางจอแอลซีดีในโปรแกรมProteus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.2 เมื่อป้อนข้อมูลจากสวิตช์เมทริซ์แล้วแสดงผลทางจอแอลซีดี

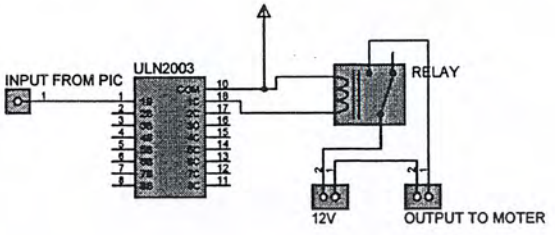
4.2 ทดสอบวงจรเซนเซอร์และวงจรขับมอเตอร์

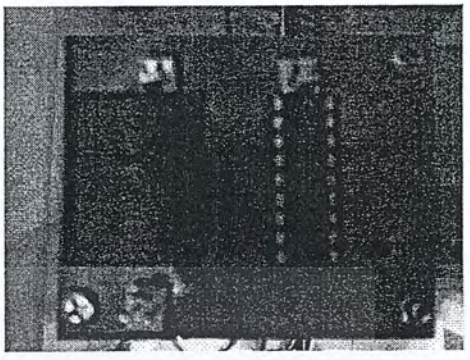
เป็นการใช้วงจรเซนเซอร์ในการส่งลอจิกศูนย์หรือหนึ่ง แทนไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งให้มอเตอร์หมุนหรือหยุดหมุน หากเป็นลอจิกหนึ่งมอเตอร์จะหมุน หากเป็นลอจิกศูนย์มอเตอร์จะหยุดหมุน ทั้งนี้เพื่อเป็นการทดสอบว่าทั้งสองวงจรใช้งานได้ ซึ่งวงจรที่ใช้ทดลองแสดงดังรูปที่4.3 และรูปที่4.4



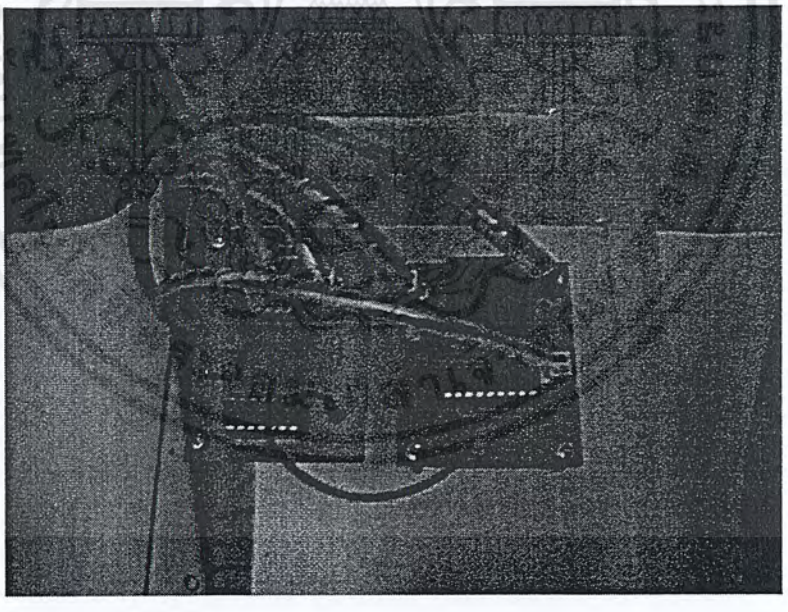
รูปที่4.3 แสดงวงจรเซนเซอร์ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่4.4 แสดงวงจรขับมอเตอร์ที่ใช้งาน

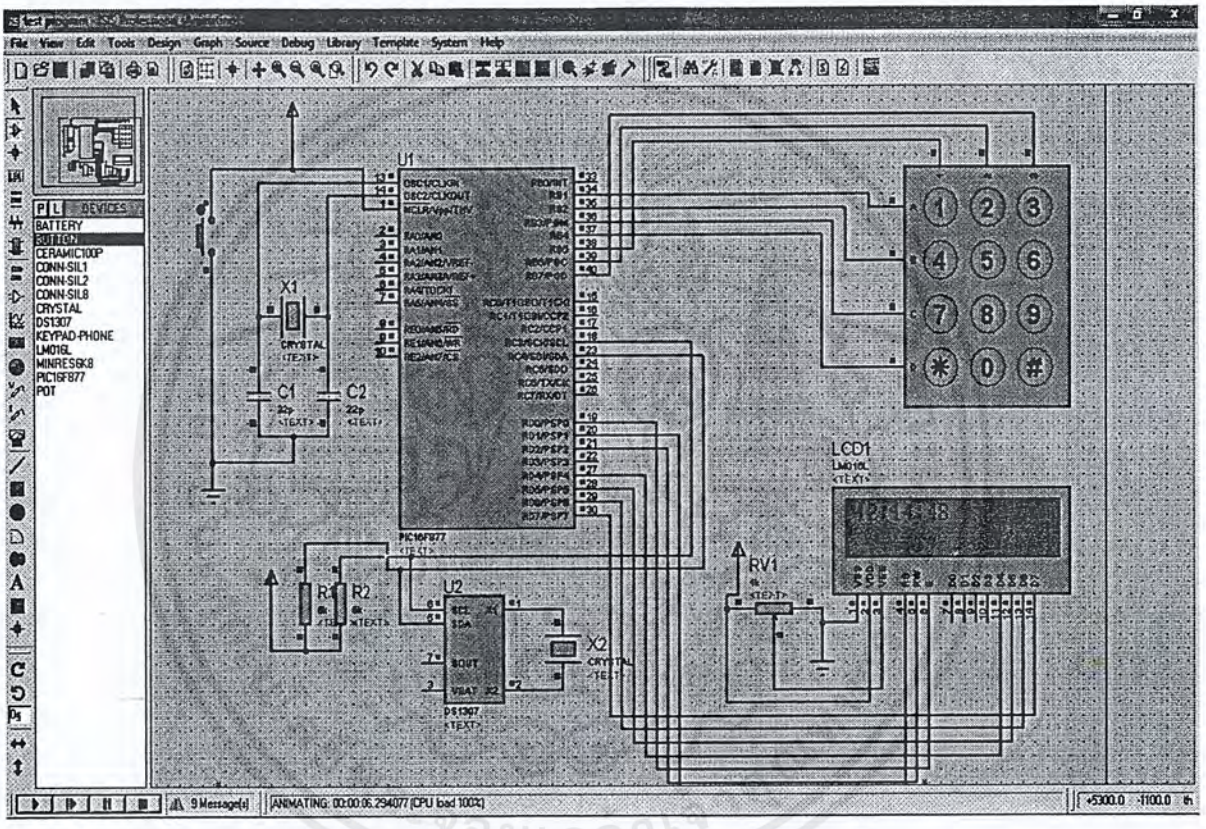


รูปที่4.5 แสดงวงจรที่ใช้ในการทดลองวงจรเซนเซอร์และมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองรับค่าเวลาจากวงจรเรียลไทม์คล็อก (ds1307)

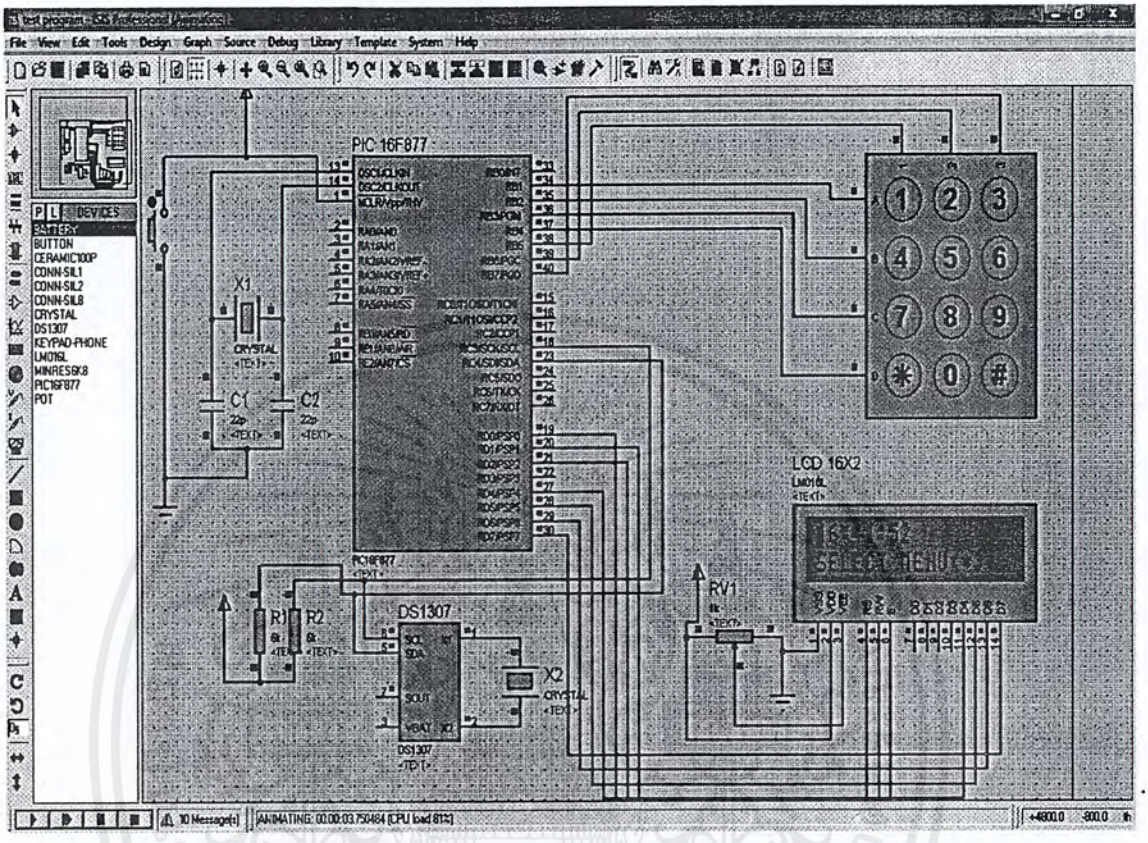
ต่อไอซี ds1307เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยต่อขาที่ห้าของds1307กับRC4 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และขาที่หกกับRC3 ต่อตัวต้านทาน5kΩ พูลอัพทั้งสองขา วงจรที่ใช้งานและผลการทดลองแสดงดังรูป



รูปที่4.6 แสดงผลการทดลองเมื่อรับค่าเวลาจากวงจรRTC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

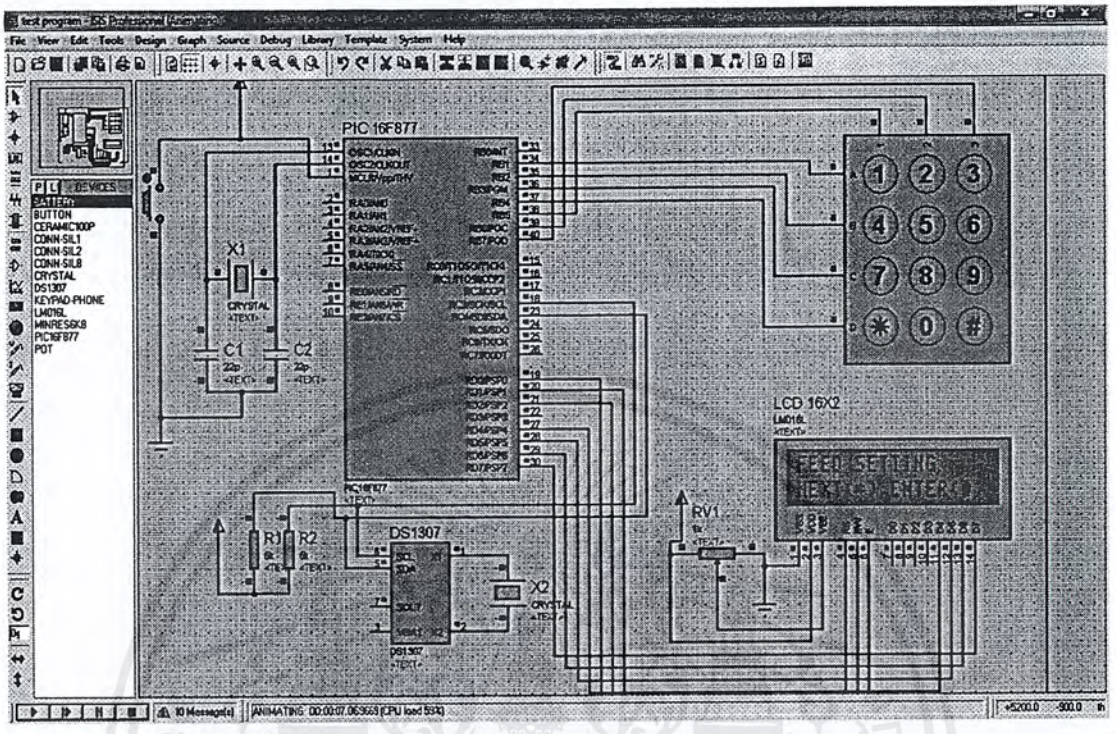
4.4 ทดลองในส่วนแสดงผล



รูปที่4.7 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(เมนูหลัก)ในโปรแกรมProteus

รูปที่4.8 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(เมนูหลัก)

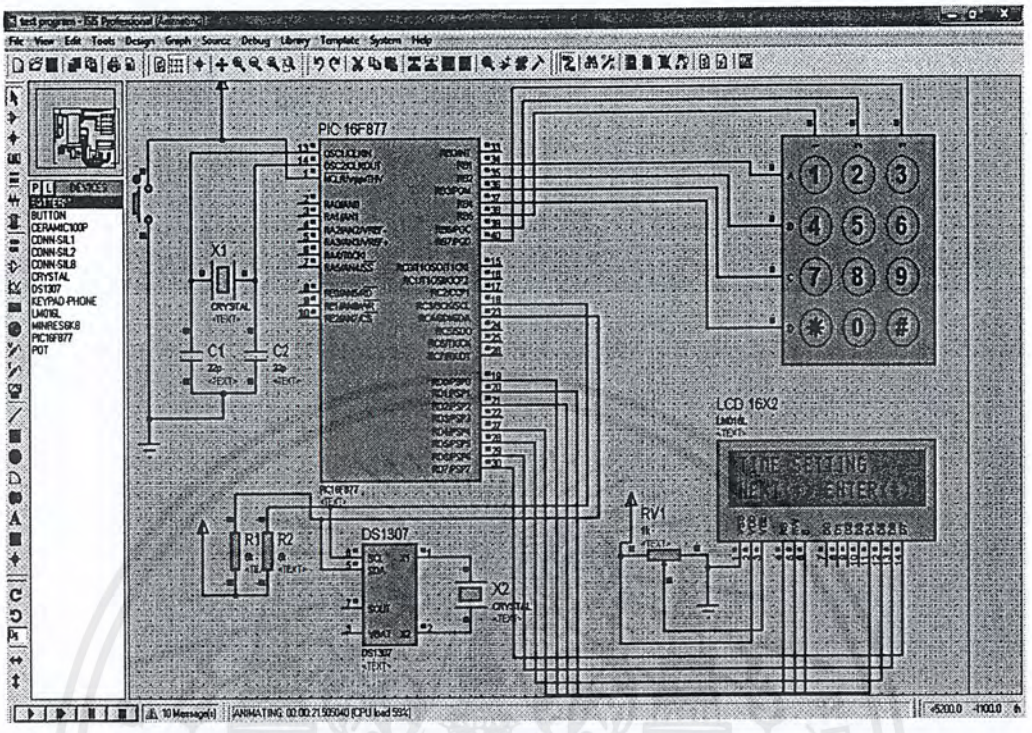
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



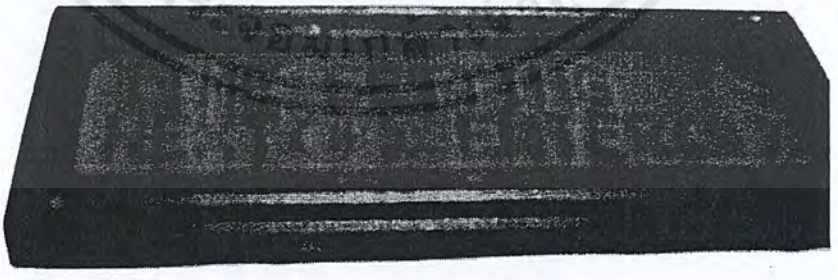
รูปที่4.9 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(feed setting)ในโปรแกรมProteus

รูปที่4.10 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(feed setting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

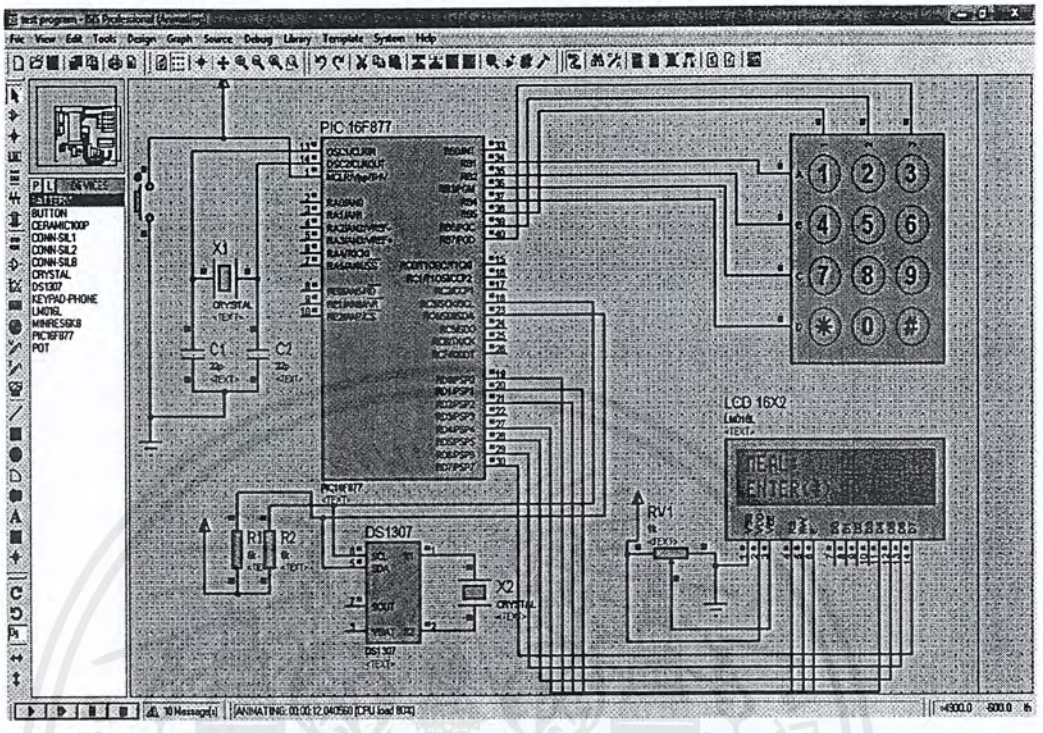


รูปที่4.11 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(time setting)ในโปรแกรมProteus

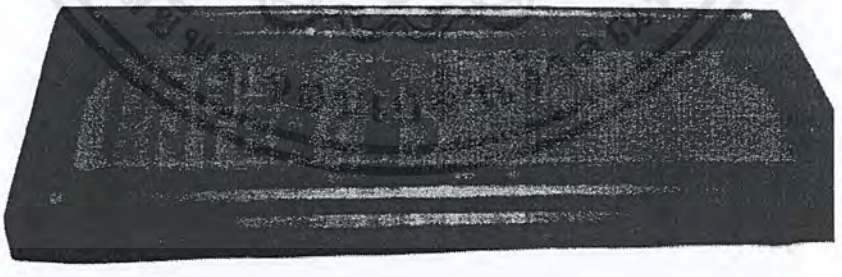


รูปที่4.12 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(time setting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

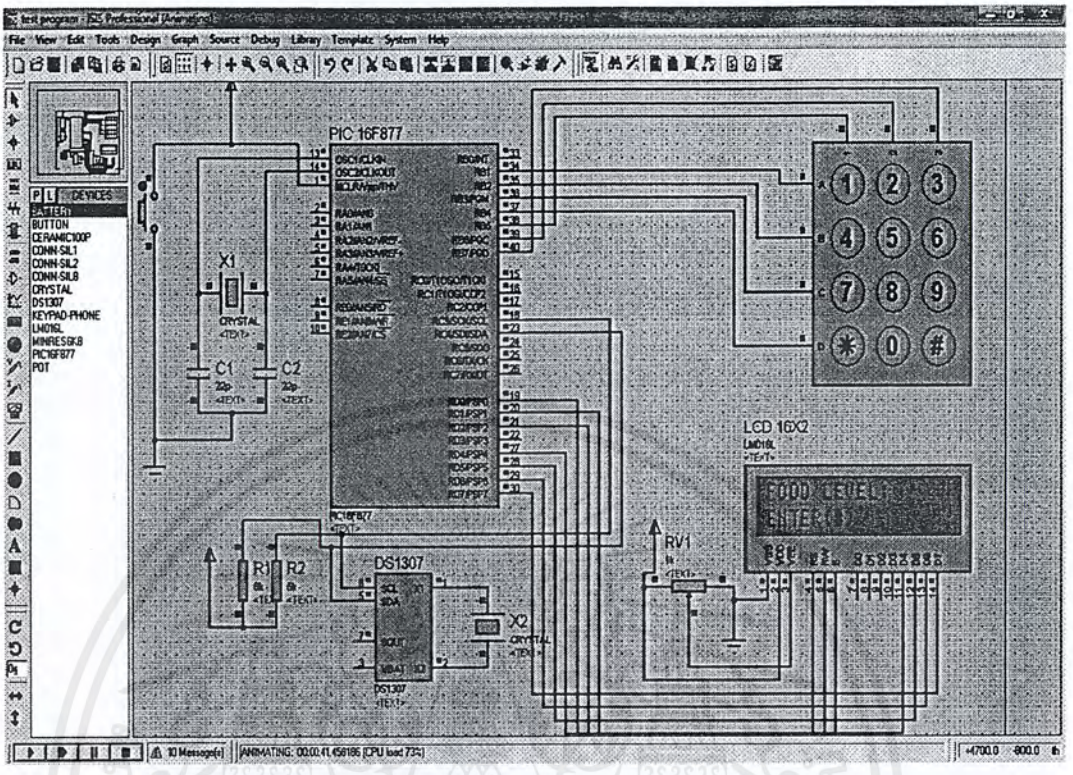


รูปที่4.13 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(meal setting)ในโปรแกรมProteus

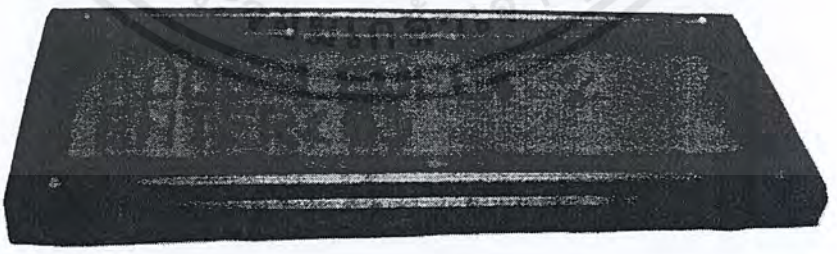


รูปที่4.14 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(meal setting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

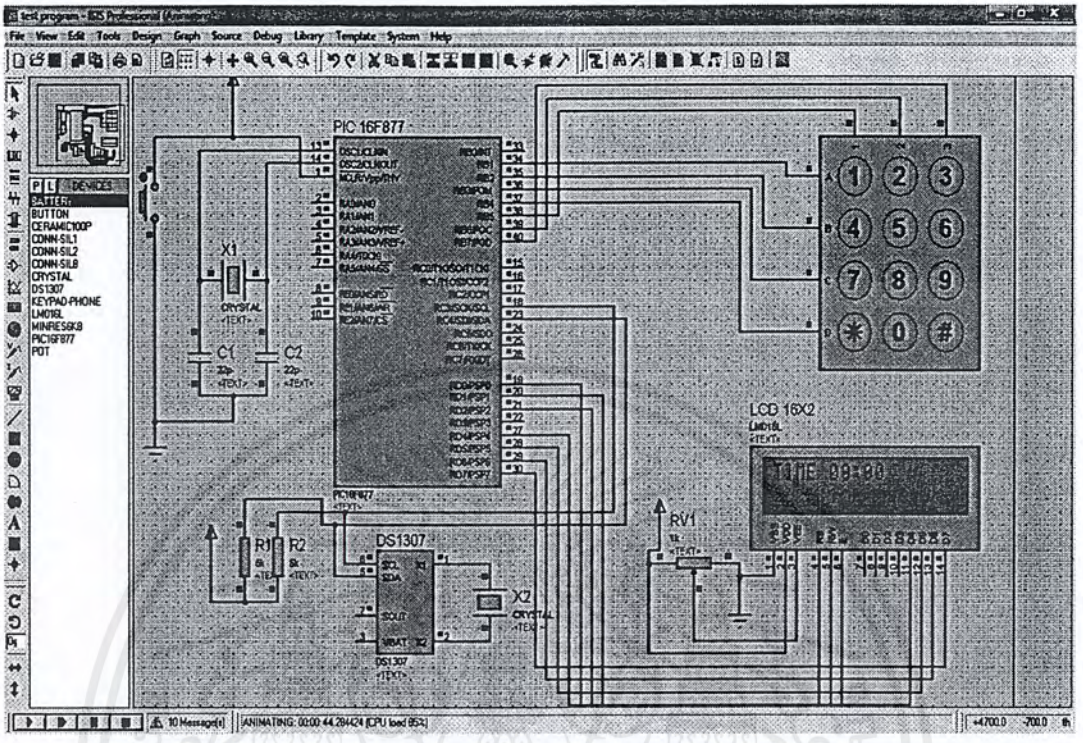


รูปที่4.15 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(food level setting)ในโปรแกรมProteus



รูปที่4.16 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(food level setting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.17 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(show time)ในโปรแกรมProteus

รูปที่4.18 แสดงการแสดงผลของหน้าจอแอลซีดี(show time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองใช้งาน

เมื่อเปิดสวิชต์เริ่มต้นการทำงาน จะเข้าสู่เมนูหลักซึ่งสามารถ กด * เพื่อเลื่อนไปยัง เมนู feed setting และ time setting ตามลำดับ ซึ่งในเมนู feed settingนั้นจะประกอบไปด้วยการตั้งจำนวนมื้ออาหารและปริมาณอาหาร จาการทดลองพบว่าระบบให้อาหารอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามจุดมุ่งหมาย คือสามารถตั้งเวลา และปริมาณในการให้อาหารได้ ปล่อยอาหารออกมาได้ตรงเวลาและปริมาณที่กำหนด รวมถึงไม่ปล่อยอาหารออกมาเมื่อมีอาหารเหลืออยู่อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

ระบบให้อาหารอัติโนมัติสามารถทำงานได้ตามจุดมุ่งหมาย คือสามารถตั้งเวลา และปริมาณในการให้อาหารได้ ปล่อยอาหารออกมาได้ตรงเวลาและปริมาณที่กำหนด รวมถึงไม่ปล่อยอาหารออกมาเมื่อมีอาหารเหลืออยู่อีกด้วย แต่ตัวเครื่องที่ทำจากแผ่นอะครีลิกประกอบกันนั้นทำให้มีความชื้นเข้าไปถึงอาหาร ได้ตามรอยต่อต่างๆ ทำให้อาหารชื้น ในส่วนของกรูลำเลียงที่ใช้นั้นมีความติดขัดอยู่บ้าง แต่ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งอาจแก้ไขเพิ่มเติมในอนาคต

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

มอเตอร์ที่ใช้ขับสกรูลำเลียงในช่วงแรกนั้นมีรอบการหมุนที่ต่ำมากจึงใช้เวลานานกว่าจะให้ปริมาณอาหารตามที่ต้องการ จึงได้เปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบสูงขึ้นเพื่อแก้ปัญหา ส่วนในด้านการเขียนโปรแกรม ผู้จัดทำมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมน้อยจึงใช้เวลาในการศึกษาและแก้ไขมากกว่าปกติ แต่ได้ความช่วยเหลือจากพี่ๆและเพื่อนๆในการให้คำแนะนำรวมถึงหนังสือให้ค้นคว้าศึกษา ปัญหาที่เกิดจากตัวเครื่องที่ทำจากแผ่นอะคริลิกประกอบกันนั้นทำให้มีความชื้นเข้าไปถึงอาหาร ได้ตามรอยต่อต่างๆ ทำให้อาหารชื้น และปัญหาที่พบอีกอย่างหนึ่งคือเม็ดอาหารไปขัดกับสกรูลำเลียงทำให้ในบางครั้ง สกรูมีการติดขัด นำอาหารออกมาไม่ได้ ซึ่งอาจแก้ไขด้วยการเปลี่ยนขนาดหรือลักษณะของตัวสกรูลำเลียง

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

อาจเพิ่มฟังก์ชันการทำงานให้มีความสะดวกยิ่งขึ้น เช่น การสั่งงานผ่านระบบอินเทอร์เนต หรือส่งข้อความไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อบอกสถานะการทำงาน หรือเพิ่มเซนเซอร์เพื่อตรวจวัดปริมาณอาหารภายในถังบรรจุอาหาร หรือออกแบบโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และสามารถป้องกันอากาศหรือความชื้นได้ดีขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราและกลิ่นรบกวน รวมถึงออกแบบให้มีความสวยงามน่าใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการควบคุม

```
#include <16F877A.h>
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#use delay(clock=20000000)
#include <lcd.c>
#define use_portb_kbd
#include <kbd.c>
#use fast_io (A)
#use fast_io (B)
#use standard_io(C)
#use fast_io(D)
#use I2C(master,sda=PIN_C4 ,scl=PIN_C3) // I2C Bus module
#include <stdlib.h>
#define ADDR_DS1307 0xD0              // Address DS1307
#define EN_MOTOR PIN_A0
#define SENSOR PIN_E0
unsigned int tick=0, tick_second=0, Level_Munite=1, motor_flag=0, Level=1, Meal=1;
unsigned int state=1, Hour_Set=0, Minute_Set=0, Hour_Set1=0 ,Minute_Set1=0, Hour_Set2=0
,Minute_Set2=0;
char old_key=0;
char key;
unsigned int Hour=0, Minute=0, Second=0;
unsigned int flage_1 = 0, flage_2 = 0, flage_3 = 0, count = 0;
unsigned int TimeFeed_1 = 8;
unsigned int TimeFeed_2[2] = {8, 18};
unsigned int TimeFeed_3[3] = {8, 12 ,18};
void run_screw(unsigned int Level);
void kbd_pullup_init(void);
void DS1307_Write(unsigned char ctl,unsigned char dat);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char DS1307_Read(unsigned char ctl);
void Set_RTC_Time(unsigned char Hour, unsigned char Minute, unsigned char Second);
int bcd(int dec);
int unbcd(int bcd);
void state_1(void);
void state_2(void);
void state_3(void);
void state_4(void);
void state_5(void);
void state_6(void);
void state_7(void);
void state_8(void);
void state_9(void);
void state_10(void);

void Meal_1(void);
void Meal_2(void);
void Meal_3(void);

#INT_TIMER0
void Timer0_IRS(void)
{
  tick++;
  if (tick>75)
  {
    tick = 0;
    tick_second++;
    if(tick_second > (60*Level_Munite))
    {
      motor_flag = 0;
      output_low(EN_MOTOR);
      tick_second = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        disable_interrupts(INT_TIMER0);
      }
    }
}
void main (void)
{
  enable_interrupts(GLOBAL);
  setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_256);
  set_tris_a(0x00);
  set_tris_e(0x01);
  kbd_pullup_init();
  lcd_init();
  output_low(EN_MOTOR);
     while(TRUE)
  {
    key=kbd_getc();

    switch(state)
    {
      case 1 : state_1();
               break;
      case 2 : state_2();
               break;
      case 3 : state_3();
               break;
      case 4 : state_4();
               break;
      case 5 : state_5();
               break;
      case 6 : state_6();
               break;
      case 7 : state_7();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            break;
        case 8 : state_8();
            break;
        case 9 : state_9();
            break;
        case 10 : state_10();
            break;
      }
      switch(Meal)
      {
        case 1 : Meal_1();
            break;
        case 2 : Meal_2();
            break;
        case 3 : Meal_3();
            break;
      }
    }
}

void run_screw(unsigned int Level)
{
  if(Level > 0 && input(SENSOR))
  {
    Level_Munite = Level;
    motor_flag = 1;
    output_high(EN_MOTOR);
    enable_interrupts(INT_TIMER0);
    set_timer0(0);
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void kbd_pullup_init(void)
{
  port_b_pullups(true);
}

void state_1(void)
{
  Hour = DS1307_Read(0x02);
  Minute = DS1307_Read(0x01);
  Second = DS1307_Read(0x00);
  lcd_gotoxy(1,1);
  printf(lcd_putc,"%2x:%2x:%2x",Hour, Minute, Second);
  lcd_gotoxy(1,2);
  printf(lcd_putc,"SELECT MENU(*)");
  if(key == '*')
  {
   lcd_putc("\f");
    state = 2;
  }
}
void state_2(void)
{
  lcd_gotoxy(1,1);
  printf(lcd_putc,"FEED SETTING");
  lcd_gotoxy(1,2);
  printf(lcd_putc,"NEXT(*) ENTER(#)");
  if(key == '*')
  {
    lcd_putc("\f");
    state = 3;
  }
  else if(key == '#')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
    lcd_putc("\f");
    state = 4;
  }
}
void state_3(void)
{
  lcd_gotoxy(1,1);
  printf(lcd_putc,"TIME SETTING");
  lcd_gotoxy(1,2);
  printf(lcd_putc,"NEXT(*) ENTER(#)");
  if(key == '*')
  {
    lcd_putc("\f");
    state = 1;
  }
  else if(key == '#')
  {
    lcd_putc("\f");
    printf(lcd_putc,"TIME 00:00");
    Hour_Set = 0;
    Hour_Set1 = 0;
    Hour_Set2 = 0;
    Minute_Set = 0;
    Minute_Set1 = 0;
    Minute_Set2 = 0;
    state = 6;
  }
}

void state_4(void)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc,"MEAL:");
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"ENTER(#)");
if(key!=0)
{
  if (key=='#')
  {
    if(old_key == '1') Meal = 1;
    if(old_key == '2') Meal = 2;
    if(old_key == '3') Meal = 3;

    Hour = unbcd(DS1307_Read(0x02));
        if(Hour <= 8)
        count = 0;
    else if(Hour <= 12)
        count = 1;
    else if(Hour <= 18)
        count = 2;

    flage_1 = 0;
    flage_2 = 0;
    flage_3 = 0;

    lcd_putc("\f");
    state = 5;
  }
  else
  {
    lcd_gotoxy(7,1);
    if((key >= '1')&&(key <= '3'))
      printf(lcd_putc,"%c",key);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      old_key = key;                    //Temp Old Data
    }
   }
  }

void state_5(void)
{
  lcd_gotoxy(1,1);
  printf(lcd_putc,"FOOD LEVEL:");
  lcd_gotoxy(1,2);
  printf(lcd_putc,"ENTER(#)");
  if (key!=0)
  {
    if (key=='#')
    {
      if(old_key == '1') Level = 1;
      if(old_key == '2') Level = 2;
      if(old_key == '3') Level = 3;


      lcd_putc("\f");
      state = 1;
    }
    else
    {
      lcd_gotoxy(13,1);
      if((key >= '1')&&(key <= '3'))
        printf(lcd_putc,"%c",key);
      old_key = key;                    //Temp Old Data
    }
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void state_6(void)
{
  if(key!=0)
   {
     if((key >= '0')&&(key <= '2'))
      {
        lcd_gotoxy(6,1);
        printf(lcd_putc,"%c",key);
        Hour_Set1 = (unsigned int)(key - '0');
        state = 7;
      }
   }
 }

void state_7(void)
{
  if(key!=0)
   {
     if((key >= '0')&&(key <= '9'))
      {
        lcd_gotoxy(7,1);
        printf(lcd_putc,"%c",key);
        Hour_Set2 = (unsigned int)(key - '0');
        Hour_Set = (Hour_Set1*10) + Hour_Set2;
        if(Hour_Set <= 24)
          state = 8;
        else
          state = 6;
      }
   }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void state_8(void)
{
  if(key!=0)
  {
    if((key >= '0')&&(key <= '5'))
    {
      lcd_gotoxy(9,1);
      printf(lcd_putc,"%c",key);
      Minute_Set1 = (unsigned int)(key - '0');
      state = 9;
    }
  }
}
void state_9(void)
{
  if(key!=0)
  {
    if((key >= '0')&&(key <= '9'))
    {
      lcd_gotoxy(10,1);
      printf(lcd_putc,"%c",key);
      Minute_Set2 = (unsigned int)(key - '0');
      Minute_Set = (Minute_Set1*10) + Minute_Set2;
      state = 10;
    }
  }
}

void state_10(void)
{
  lcd_gotoxy(1,2);
  printf(lcd_putc,"Enter(#)");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if (key=='#')
    {
      Minute_Set = (Minute_Set1*10) + Minute_Set2;
      Set_RTC_Time(Hour_Set, Minute_Set, 0);

      lcd_putc("\f");
      state = 1;
    }
}
void Meal_1(void)
{
  Hour = unbcd(DS1307_Read(0x02));
  if(Hour == TimeFeed_1)
  {
    if(flage_1 == 0)
    {
      run_screw(Level);
      flage_1 = 1;
    }
  }
  if(Hour == 0)
  {
    flage_1 = 0;
  }
    }
void Meal_2(void)
{
  Hour = unbcd(DS1307_Read(0x02));
  if(Hour == TimeFeed_2[count])
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if(flage_1 == 0)
     {
       run_screw(Level);
       flage_1 = 1;
       count++;
     }
     else if(flage_3 == 0)
     {
       run_screw(Level);
       flage_3 = 1;
     }
   }
   if(Hour == 0)
   {
     flage_1 = 0;
     flage_3 = 0;
     count = 0;
   }
}
void Meal_3(void)
{
   Hour = unbcd(DS1307_Read(0x02));
   if(Hour == TimeFeed_3[count])
   {
     if(flage_1 == 0)
     {
       run_screw(Level);
       flage_1 = 1;
       count++;
     }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(flage_2 == 0)
    {
      run_screw(Level);
      flage_2 = 1;
      count++;
    }
    else if(flage_3 == 0)
    {
      run_screw(Level);
      flage_3 = 1;
    }
  }
  if(Hour == 0)
  {
    flage_1 = 0;
    flage_2 = 0;
    flage_3 = 0;
    count = 0;
  }
}
void DS1307_Write(unsigned char ctl,unsigned char dat)
{
  i2c_start(); // Start condition
  i2c_write(ADDR_DS1307); // Device Address - Write
  i2c_write(ctl); // Control byte
  i2c_write(dat); // Write data
  i2c_stop(); // Stop condition
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char DS1307_Read(unsigned char ctl)
{
  unsigned char dat;

  i2c_start(); // Start condition
  i2c_write(ADDR_DS1307); // Device Address - Write
  i2c_write(ctl); // Control byte

  i2c_start();
  i2c_write(ADDR_DS1307+1); // Device Address - Read
  dat = i2c_read(0); // Read data , Not ACK
  i2c_stop(); // Stop condition
  return (dat); // Return data
}

void Set_RTC_Time(unsigned char Hour, unsigned char Minute, unsigned char Second)
{
  DS1307_Write(0x02,bcd(Hour));          // Setup Hour = 0-23
  DS1307_Write(0x01,bcd(Minute));        // Setup Minute = 0-59
  DS1307_Write(0x00,bcd(Second));        // Setup Second = 0-59
}

int bcd(int dec)
{
  return ((dec/10)<<4)+(dec%10);
}

int unbcd(int bcd)
{
  return ((bcd>>4)*10)+bcd%16;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน ds1307

เป็นไอซีที่ใช้ในวงจรเรียลไทม์คล็อก (Real Time Clock-RTC)

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1307

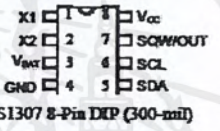
64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

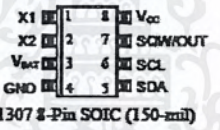
FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

PIN DESCRIPTION

V_{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V_{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน ULN2803

เป็นไอซีที่ใช้ในวงจรขับเมอเตอร์

Order this document by ULN2803/D

MOTOROLA

Octal High Voltage, High Current Darlington Transistor Arrays

ULN2803
ULN2804

OCTAL PERIPHERAL DRIVER ARRAYS

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

The eight NPN Darlington connected transistors in this family of arrays are ideally suited for interfacing between low logic level digital circuitry (such as TTL, CMOS or PMOS/NMOS) and the higher current/voltage requirements of lamps, relays, printer hammers or other similar loads for a broad range of computer, industrial, and consumer applications. All devices feature open–collector outputs and free wheeling clamp diodes for transient suppression.

The ULN2803 is designed to be compatible with standard TTL families while the ULN2804 is optimized for 6 to 15 volt high level CMOS or PMOS.

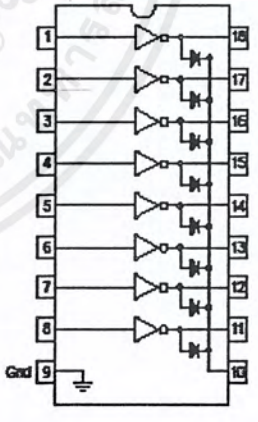
A SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C and rating apply to any one device in the package, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	V_O	50	V
Input Voltage (Except ULN2801)	V_I	30	V
Collector Current – Continuous	I_C	500	mA
Base Current – Continuous	I_B	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	–55 to +150	°C
Junction Temperature	T_J	125	°C

$R_{\theta JA}$ = 55°C/W
Do not exceed maximum current limit per driver.

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Characteristics		
	Input Compatibility	$V_{CE(Max)}/I_{C(Max)}$	Operating Temperature Range
ULN2803A ULN2804A	TTL, 5.0 V CMOS 6 to 15 V CMOS, PMOS	50 V/500 mA	T_A = 0 to +70°C

© Motorola, Inc. 1996

Rev 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 เอกสารคู่มือการใช้งาน LM339

เป็นไอซีที่ใช้ในวงจรเซนเซอร์

Order this document by LM339/D

MOTOROLA

Quad Single Supply Comparators

LM339, LM339A, LM239, LM239A, LM2901, M2901V, MC3302

These comparators are designed for use in level detection, low–level sensing and memory applications in consumer automotive and industrial electronic applications.

- Single or Split Supply Operation
- Low Input Bias Current: 25 nA (Typ)
- Low Input Offset Current: ±5.0 nA (Typ)
- Low Input Offset Voltage: ±1.0 mV (Typ) LM139A Series
- Input Common Mode Voltage Range to Gnd
- Low Output Saturation Voltage: 130 mV (Typ) @ 4.0 mA
- TTL and CMOS Compatible
- ESD Clamps on the Inputs Increase Reliability without Affecting Device Operation

N, P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646

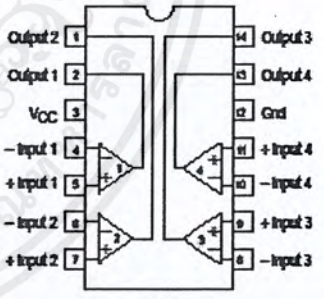
D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751A
(SO–14)

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage LM239, A/LM339A/LM2901, V MC3302	V_{CC}	 +36 or ±18 +30 or ±15	Vdc
Input Differential Voltage Range LM239, A/LM339A/LM2901, V MC3302	V_{IDR}	 36 30	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	V_{ICMR}	–0.3 to V_{CC}	Vdc
Output Short Circuit to Ground (Note 1)	I_{SC}	Continuous	
Power Dissipation @ T_A = 25°C Plastic Package Derate above 25°C	P_D	 1.0 8.0	 W mW/°C
Junction Temperature	T_J	150	°C
Operating Ambient Temperature Range LM239, A MC3302 LM2901 LM2901V LM339, A	T_A	 –25 to +85 –40 to +85 –40 to +105 –40 to +125 0 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	–65 to +150	°C

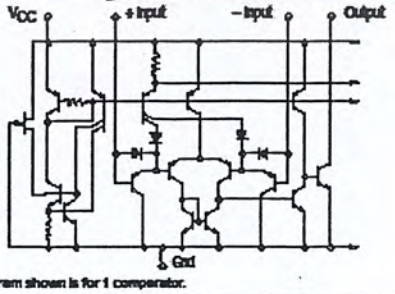
NOTE: 1. The maximum output current may be as high as 20 mA, independent of the magnitude of V_{CC}. Output short circuits to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction.

PIN CONNECTIONS



(Top View)

Figure 1. Circuit Schematic



NOTE: Diagram shown is for 1 comparator.

ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM239D,AD LM239N,AN	T_A = 25° to +85°C	SO–14 Plastic DIP
LM339D, AD LM339N, AN	T_A = 0° to +70°C	SO–14 Plastic DIP
LM2901D LM2901N	T_A = –40° to +105°C	SO–14 Plastic DIP
LM2901VD LM2901VN	T_A = –40° to +125°C	SO–14 Plastic DIP
MC3302P	T_A = –40° to +85°C	Plastic DIP

© Motorola, Inc. 1996 Rev 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ดอนสัน ปงผาน,ทิพย์วัลย์ คำน้ำน้อง. ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุต์ใช้งาน.กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2552.

[2] วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. เซนเซอร์และทรานซ์ดิวเซอร์ ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและควบคุม : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2548.

[3] ประจิน พลังสันติกุล.PIC Works Examples and C Source Code. กรุงเทพมหานคร: Appsofttech.2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้