



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
 The Automatic Chicken Food Feeding Machine

- ชื่อนักศึกษา
- | | | |
|---------------------------|--------------|----------|
| 1. นายชัยวุฒิ แสนแก้ว | รหัสประจำตัว | 45035296 |
| 2. นางสาวสุภณา พรหมณีน้อย | รหัสประจำตัว | 45035319 |
| 3. นายเสกสรร ทองลพ | รหัสประจำตัว | 45035324 |
| 4. นายอาทิตย์ อาคมะเร๊ะ | รหัสประจำตัว | 45035326 |

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
 2. อาจารย์วรวิทย์ สมหา

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม	
2. ผศ.กิติพงศ์ มะโน	
3. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
4. อาจารย์วรวิทย์ สมหา	
5. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชนฐพิทักษ์สกุล	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)



เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่
 วันที่... 31... เดือน... พ.ศ. 2547
 เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกทางห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาบัตร

เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

THE AUTOMATIC CHICKEN FOOD FEEDING MACHINE



นายชัชวาลิ แสนแก้ว
นางสาวศุภนา พราหมณ์น้อย
นายเสกสรร ทองลพ
นายอาฤทธิ์ อาคมะเร๊ะ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....51045
วัน,เดือน,ปี.29 ส.ย. 2547

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

ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

The Automatic Chicken Food Feeding Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบจ่ายอาหาร และการขับเคลื่อน ของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
2. เพื่อออกแบบเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
4. เพื่อทดสอบเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
5. เพื่อนำเอาเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติไปใช้งานได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของระบบจ่ายอาหาร และการขับเคลื่อนของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
2. ได้วางจรรยาบรรณของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
3. ได้เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ
5. ได้เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติไปใช้ในงานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัต	
นักศึกษา	นายชัชวาล	แสนแก้ว
	นางสาวศุภนา	พราหมณ์น้อย
	นายเสกสรร	ทองลพ
	นายอาฤทธิ์	อาดมะเริะ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ	ศุภวาราสุวัฒน์
	อาจารย์วรวิทย์	สมหา
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอ เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัต ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้ในการเกษตร ในโรงเรือนหรือฟาร์มที่มีขนาดใหญ่ สามารถปรับระดับการให้อาหารได้ 3 ระดับ คือ 60 กรัม 63 กรัม และ 65 กรัม การแสดงผลข้อมูลใช้งานผ่านภาคแสดงผลแอลอีดีแบบ 7 ส่วนและสามารถตั้ง เวลาได้ 3 เวลา คือ ตอนเช้า ตอนบ่าย และตอนเย็น หลักการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัต คือ จะต้องเลือกระดับการให้อาหารไก่และตั้งเวลาที่ตัวเครื่องก่อน แล้วเครื่องจะทำการประมวลผลกลางสั่งการทำงานไปยังชุดขับเคลื่อนให้เคลื่อนที่และสั่งการทำงานไปยังมอเตอร์ทำการปล่อยอาหารได้ระยะทาง 10 เมตร

II

Thesis Title	The Automatic Chicken Food Feeding Machine	
Students	Mr.Chaiwoot	Sankaew
	Miss Supanar	Pramnoi
	Mr.Saksan	Thonglop
	Mr.Arit	Ardmareh
Advisor	Mr.Amornchai	Chaichana
Co-Advisors	Mr.Piya	Supavarasuwat
	Mr.Worawit	Somhar
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

The thesis presents the Automatic Chicken Food Feeding Machine. It can be used in a large farm. This machine has 3 adjustable levels; 60 grams, 63 grams, and 65 grams. The seven light emitting diode (7-LED) is used for a display unit. It can be set 3 time values; morning, afternoon, and evening. The principle function of the Automatic Chicken Food Feeding Machine is to set the level of feeding. It also send the setting values to drive the feeding motor to be run about 10 meters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ และอาจารย์วริทธิ์สมหา ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาในการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดีมาเสมอ รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานการใช้สถานที่ เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการจัดทำปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำ ใคร่ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาโดยตลอด นอกจากนี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจ รวมทั้งบุคคลอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ได้ช่วยในคำปรึกษาแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาค้นหาเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งให้คำแนะนำด้านอื่นๆ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ชัดความสามารถของ โครงการงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.1.1 รูปแบบการเลี้ยงไก่ในประเทศไทย	4
2.1.2 สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเริ่มเลี้ยงไก่	4
2.1.3 โรงเรือนและอุปกรณ์	5
2.2 หลักการของมอเตอร์ดีซี	7
2.2.1 ชนิดของมอเตอร์ดีซี	7
2.2.2 คุณสมบัติของมอเตอร์ดีซี	7
2.2.3 การรักษาระดับความเร็ว	11
2.2.4 แรงดึง	11
2.2.5 ระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์	12
2.2.6 ระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบเปิดลูป	12
2.2.7 ระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบปิดลูป	15
2.2.8 การควบคุมความเร็วที่สามารถกลับทิศทางได้	19
2.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	20
2.3.1 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.3 การทำงานของสตีปเปอร์มอเตอร์	22
2.3.4 การควบคุมการหมุนของสตีปเปอร์มอเตอร์	25
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	27
2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	28
2.4.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	28
2.5 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ	30
2.5.1 โฟโตทรานซิสเตอร์	31
2.5.2 แอลอีดีแบบอินฟราเรด	34
2.5.3 ตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับแสงที่มากกระทบ	34
2.6 การเชื่อมต่อกับแอลอีดีแสดงผลแบบ 7 ส่วน	36
2.7 ความสำคัญของเกลิวาล์วเลี้ยง	38
2.7.1 องค์ประกอบสำคัญของเกลิวาล์วเลี้ยง	38
2.7.2 เกลิวเลี้ยง	39
2.8 เทคโนโลยีหลอดเซลด	40
2.8.1 แบบเส้นลวด	40
2.8.2 แบบแม่เหล็กไฟฟ้า	41
2.9 หรีดรีเลย์	42
2.9.1 โครงสร้างของหรีดรีเลย์	42
2.9.2 การทำงานของหรีดรีเลย์	45
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	43
3.1 กล่าวนำ	49
3.2 การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมติ	50
3.2.1 วงจรขั้วมอเตอร์ด้วยรีเลย์	50
3.2.2 วงจรชุดส่งและรับอินฟราเรด	51
3.2.3 วงจรขั้วสตีปเปอร์มอเตอร์	51
3.2.4 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2.5 วงจรควบคุมการตั้งเวลา	54
3.2.6 การออกแบบวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	55
3.2.7 วงจรเตือนเครื่องขัดข้อง	55
3.3 การออกแบบทางด้านเครื่องกล	56
3.3.1 การออกแบบฐานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	56
3.3.2 การออกแบบชุดเพลาล้อ	57
3.3.3 การออกแบบชุดซี่ล้อ	58
3.3.4 การออกแบบขนาดถังของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	58
3.3.5 โครงสำหรับติดตั้งถังอาหาร	59
3.3.6 ท่อลำเลียงอาหารไก่ไข่	60
3.3.7 เกลียวลำเลียงอาหาร	61
3.3.8 กล้องอุปกรณ์ควบคุม	61
3.4 โครงสร้างภายนอกของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	62
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	64
4.1 กล่าวนำ	64
4.2 การทดลองการทำงาน	64
4.2.1 การทดลองวงจรขั้วมอเตอร์ด้วยรีเลย์	64
4.2.2 การทดลองควบคุมการทำงานของวงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด	65
4.2.3 การทดลองวงจรสเต็ปเปอร์มอเตอร์	65
4.2.4 การทดลองควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	66
4.2.5 การทดลองวงจรควบคุมการตั้งเวลา	66
4.2.6 การทดลองวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	67
4.2.7 การทดลองวงจรโหลดเซลล์	68
บทที่ 5 บทสรุป	69
5.1 สรุป	69
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.3 แนวทางการพัฒนา	69
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	72
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	81
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	94
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	101
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	119
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	126
ประวัติผู้แต่ง	138



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบรูปคลื่น	26
2.2 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบ 2 เฟส	26
2.3 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบครึ่งสเต็ป	27
2.4 ข้อมูลที่ส่ง LED 7 ส่วนแสดงเป็นเลขต่าง ๆ	37
2.5 เทคโนโลยีโพลีโพลเซลล์	41
4.1 ทิศทางของการหมุนมอเตอร์โดยใช้วงจรขับเคลื่อนด้วยรีเลย์	64
4.2 ผลการทดลองของวงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด	65
4.3 ระดับอาหาร	66
4.4 ผลการทดลองวงจรควบคุมการตั้งเวลา	67
4.5 การทดลองวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	67
4.6 ผลการชั่งน้ำหนัก	68
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรขับเคลื่อนด้วยรีเลย์	95
ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด	95
ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรขับเคลื่อนสเต็ปเปอร์มอเตอร์	96
ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	97
ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรตั้งเวลา	98
ค.6 รายการอุปกรณ์วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	99
ค.7 รายการอุปกรณ์วงจรเตือนเครื่องขัดข้อง	100
จ.1 อาการสาเหตุและวิธีแก้ไข	123
จ.2 คุณสมบัติรายละเอียด	124
จ.2 (ต่อ)คุณสมบัติรายละเอียด	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับ กระแสไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ดีซีแบบขนาน	8
2.2 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรม	9
2.3 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง	12
2.4 กราฟแสดงคุณสมบัติระหว่างความเร็วต่อแรงบิดและวงจรการควบคุมความเร็ว ของมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยตัวความต้านทาน	14
2.5 กราฟแสดงคุณสมบัติของความเร็วรอบต่อแรงดึงและทรานส์ฟอร์มเมอร์ควบคุม แรงดันของอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน	13
2.6 ตัวอย่างการควบคุมมอเตอร์แบบขนานด้วย SCR แบบครึ่งคลื่นและแบบเต็มคลื่น	15
2.7 ระบบการควบคุมแบบลูปีเปิดโดยใช้วิธีการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์	17
2.8 ระบบการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบลูปีปิด	18
2.9 การทำงานเพียงส่วนแรกของระบบควบคุมความเร็วแบบทิศทางเดียว	18
2.10 การทำงานได้ถึง 4 ส่วนของระบบควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว	19
2.11 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์	21
2.12 ทิศทางการหมุน โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟส	23
2.13 ไบโพลาร์สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ 2 เฟส	23
2.14 ยูนิโพลาร์สเต็ปเปอร์มอเตอร์	24
2.15 วงจรทดลองการทำงานสเต็ปเปอร์มอเตอร์	25
2.16 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	30
2.17 การจ่ายไบอัสและการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์	32
2.18 กราฟคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์	33
2.19 กราฟการตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์	33
2.20 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับแอลดีอาร์	35
2.21 ความไวต่อแสงความถี่ต่างๆ ของแอลดีอาร์ทั้ง 2 แบบ เมื่อเทียบกับความไว ของตาคน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.21 (ต่อ)ความไวต่อแสงความถี่ต่างๆ ของแอลดีอาร์ทั้ง 2 แบบ เมื่อเทียบกับ ความไวของตากคน	36
2.22 การต่อ LED 7 ส่วนเข้ากับ 8255	38
2.23 โครงสร้างของหรีดรีเลย์	43
2.24 ส่วนขยายของหรีดรีเลย์	44
2.25 ลักษณะของแกนขดลวด	45
2.26 หรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ A	46
2.27 หรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ C	46
2.28 หรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ B ใช้แม่เหล็กถาวร	47
2.29 หรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ B ใช้แม่เหล็กถาวร	48
3.1 แผนผังการทำงานของระบบเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	49
3.2 วงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์	50
3.3 วงจรชุดส่งและรับอินฟราเรด	51
3.4 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์	52
3.5 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	53
3.6 วงจรควบคุมการตั้งเวลา	54
3.7 วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	55
3.8 วงจรเตือนเครื่องขัดข้อง	56
3.9 ฐานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	57
3.10 ชุดเพลาล้อ	57
3.11 ชุดยี่ดล้อ	58
3.12 ถังขนาดใหญ่และถังขนาดเล็ก	59
3.13 โครงสำหรับติดตั้งถังอาหาร	60
3.14 ท่อลำเลียงอาหารไก่ไข่	60
3.15 เกลียวลำเลียงอาหาร	61
3.16 กล่องอุปกรณ์ควบคุม	61
3.17 โครงสร้างของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	73
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	73
ก.3 ภาพท่อลำเลียงอาหารไก่ไข่	74
ก.4 ภาพถังบรรจุอาหารไก่ไข่ขนาดใหญ่	74
ก.5 ภาพถังบรรจุอาหารไก่ไข่ขนาดเล็ก	75
ก.6 ภาพการติดตั้งโพลดเซลล์	75
ก.7 ภาพภาพการติดตั้งสแต็ปเปอร์มอเตอร์	76
ก.8 ภาพมอเตอร์ดีซี	76
ก.9 ภาพด้านหน้าของกล่องอุปกรณ์ควบคุม	77
ก.10 ภาพภายในของกล่องอุปกรณ์ควบคุม	77
ก.11 ภาพวงจรควบคุมทิศทางและวงจรจับมอเตอร์ด้วยรีเลย์	78
ก.12 ภาพวงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด	78
ก.13 ภาพวงจรจับสแต็ปเปอร์มอเตอร์	79
ก.14 ภาพวงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	79
ก.15 ภาพวงจรควบคุมการตั้งเวลา	80
ก.16 ภาพวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	80
ข.1 วงจรควบคุมทิศทางและวงจรจับมอเตอร์ด้วยรีเลย์	82
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมทิศทางและวงจรจับมอเตอร์ด้วยรีเลย์	82
ข.3 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมทิศทางและวงจรจับมอเตอร์ด้วยรีเลย์	83
ข.4 วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด	83
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด	84
ข.6 การวางอุปกรณ์วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด	84
ข.7 วงจรจับสแต็ปเปอร์มอเตอร์	85
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรจับสแต็ปเปอร์มอเตอร์	86
ข.9 การวางอุปกรณ์วงจรจับสแต็ปเปอร์มอเตอร์	86
ข.10 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	87
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.12 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	88
ข.13 วงจรควบคุมการตั้งเวลา	89
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการตั้งเวลา	89
ข.14 (ต่อ)แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมการตั้งเวลา	90
ข.15 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการตั้งเวลา	90
ข.16 วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	91
ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	91
ข.18 การวางอุปกรณ์วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า	92
ข.19 วงจรเตือนเครื่องขัดข้อง	92
ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรเตือนเครื่องขัดข้อง	93
ข.21 การวางอุปกรณ์วงจรเตือนเครื่องขัดข้อง	93
ง.1 ผังงานการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	102
ง.2 ผังงานการทำงานของวงจรควบคุมการตั้งเวลา	103
จ.1 ส่วนประกอบของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	121
จ.2 ส่วนประกอบของกล่องควบคุมของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีพื้นฐานมาจากเกษตรกรรม โดยมีสินค้าเกษตรส่งออกเป็นอันดับต้นๆ ของโลก และประชากรส่วนใหญ่ในประเทศก็ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งจะมีทั้งการปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจะต้องมีการดูแลเป็นอย่างดี เพื่อให้สัตว์ที่เลี้ยงนั้นมีคุณภาพตรงตามความต้องการหรือตรงตามมาตรฐานของผู้บริโภค ซึ่งก็เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าสัตว์นั้นเป็นที่นิยมในการเลี้ยงกันมาก และสามารถแปรรูปออกมาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออกหรือบริโภคภายในประเทศมากที่สุด คือ ไข่ จะมีทั้งไข่เนื้อ สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายอย่าง และไข่ไข่ ในปัจจุบันมีการเลี้ยงกันมากขึ้นเนื่องจากการได้มีการนำเอาไข่ไข่ไปแปรรูปเพิ่มปริมาณสารอาหารในไข่ไข่ เช่น ไข่ไข่สมุนไพร ไข่ไข่เพิ่มสารไอโอดีน เป็นต้นจากการแปรรูปหลากหลายของไข่ไข่ รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการของไข่ไข่ก็เลยเป็นที่นิยมของคนทั่วไปหรือเรียกเป็นอาหารที่คนนิยมกันทั้งโลกเลยก็ว่าได้ ดังนั้นถ้าหากเกษตรกรผู้เลี้ยงไข่ไข่ในประเทศมีการพัฒนาการเลี้ยงไข่ไข่ให้มีคุณภาพและมาตรฐานการบริโภคนั้นก็อาจเป็นสินค้าที่มีความโดดเด่นอีกตัวหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้การเลี้ยงไข่ไข่ให้มีการออกไข่อย่างสม่ำเสมอให้ไข่ที่มีขนาดใหญ่ได้มาตรฐานก็ต้องขึ้นอยู่กับ การเลี้ยงดู การดูแลเป็นอย่างดี ทั้งการรักษาความสะอาด การควบคุมบรรยากาศในโรงเลี้ยง และที่สำคัญก็คือ การให้อาหาร ซึ่งต้องมีการดูแลเป็นอย่างดีเพื่อให้ได้ไข่ไข่ที่มีคุณภาพ จะต้องมีการให้อาหารที่ตรงเวลา ให้ในปริมาณที่เหมาะสม และจะต้องประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย ในปัจจุบันการให้อาหารไข่ไข่จะใช้แรงงานคนเป็นหลัก ทำให้เสียเวลาและอาจจะให้อาหารในปริมาณที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการของไข่ ไข่ อาจไม่พอบ้างหรือบางครั้งเหลือมากเกินไป ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ไป

ดังนั้น จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวคณะผู้จัดทำจึงศึกษาและจัดทำเครื่องให้อาหารไข่ไข่อัตโนมัติ เพื่อลดปัญหาทางการควบคุมปริมาณการให้อาหาร เวลาของการให้ แรงงานที่ต้องสูญเสีย และค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการเลี้ยง โดยตัวเครื่องจะติดตั้งอยู่บนรางที่ติดอยู่กับพื้น และการให้อาหารไข่ไข่จะให้แบบอัตโนมัติ คือ เติมอาหารเพียงครั้งเดียวในตอนเช้า จากนั้นให้เครื่องทำงานโดยให้อาหาร 3 เวลา ตอนเช้า ตอนบ่ายและตอนเย็น โดยอาศัยการควบคุมด้วยโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งระยะในการจ่ายอาหารอยู่ในระยะ 10 เมตร โดยเติมอาหารครั้งละ 10 กิโลกรัมในตอนเช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถให้อาหารไก่ไข่ ครั้งละไม่เกิน 10 กิโลกรัม
2. ระยะทางในการให้อาหารไก่ไข่ได้ 10 เมตร
3. มีหัวจ่ายอาหาร 2 หัว คือ หัวจ่ายด้านซ้ายและหัวจ่ายด้านขวา
4. สามารถจ่ายอาหารได้ 60 , 63 , 65 กรัมต่อตัว โดยปรับตั้งได้
5. สามารถตั้งเวลาให้อาหารได้ 3 เวลา
6. เวลาเครื่องขัดข้องจะมีสัญญาณเตือนเวลาเครื่องทำงานขัดข้อง

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้า และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญานิพนธ์ขีดความสามารถของโครงการ และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงหลักการ มอเตอร์ดีซี สเต็ปเปอร์มอเตอร์ หลักการทำงานของจอแสดงผลแอลอีดีแบบ 7 ส่วน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หลักการทำงานของเกลิยวลำเสียง เทคโนโลยีโพลคเซลล์และหรีดรีเลย์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ การออกแบบ การสร้างและการทำงาน อธิบายขั้นตอนการออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์กระแสตรง สเต็ปเปอร์มอเตอร์ เกลิยวลำเสียง และการออกแบบโครงสร้างของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองการทำงานในส่วนต่างๆ ของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของ โปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้น
เพื่อประกอบการทำงานของโครงการ

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

สัตว์ปีกที่เลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจ ได้แก่ ไก่เนื้อ ไก่ไข่ นกกระทา เป็ด เป็นต้น ซึ่งการเลี้ยงจะกล่าวถึงสัตว์ที่นิยมเลี้ยงคือ ไก่เนื้อ และไก่ไข่

2.1.1 รูปแบบการเลี้ยงไก่ในประเทศไทยมี 6 รูปแบบ

1. การเลี้ยงไก่พื้นเมือง เป็นการเลี้ยงไก่พันธุ์แท้หรือพันธุ์ลูกผสม ซึ่งส่วนมากเป็นการเลี้ยงแบบหลังบ้าน เป็นการเลี้ยงเพื่อใช้บริโภคภายในครอบครัว ส่วนที่เหลือจะมีการนำไปขาย

2. รูปแบบของการเลี้ยงไก่เนื้อ

3. แบบอิสระ ส่วนมากเกษตรกรเลี้ยงเอง

4. แบบรับจ้างเลี้ยง

5. เลี้ยงในรูปของประกันราคา จะมีการกำหนดอัตราการขาย ราคาต่อตัว ซึ่งจะต้องลงทุนเอง

6. แบบธุรกิจต่อเนื่อง

2.1.2 สิ่งที่ควรพิจารณาในการเริ่มเลี้ยงไก่ มีดังนี้

1) พันธุ์ไก่ที่ดี

1. นำไข่พันธุ์ดีมาฟักเอง จะลดต้นทุนได้

2. ซื้อลูกไก่อายุ 1 วัน

3. ซื้อไก่สาวมาเลี้ยง อายุไม่เกิน 1 ปี

2) เลี้ยงให้ถูกวิธี มีโรงเรือนให้ไก่อยู่ได้อย่างสบาย

1. แบบชนบท มีข้าวเปลือก เศษอาหาร ปลายข้าว ให้กิน

2. แบบจำกัดเขต จะมีโรงเรือนให้อยู่

3. เลี้ยงบนพื้นคอก ไม่มีลานให้วิ่ง แต่จะมีวัสดุรองพื้น ให้อาหารเป็นเวลา เข้า-เย็น สามารถเลี้ยงบนบ่อปลาได้

4. ขังกรงเดี่ยว ใช้ในไก่ไข่เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งใช้ในงานวิจัย

5. ขังกรงหมู่จะมีไก่ประมาณ 3-4 ตัว แต่ถ้าสัตว์เครียดมากจะจิกกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชังกรงฝูง ปล่อยฝูง อาจเลี้ยงไก่ไข่ได้ถึง 200 ตัว โดยมีรังฟักไข่ให้ โรงเรือนแบบปิด นิยมใช้ในอุตสาหกรรม จะทำให้เลี้ยงไก่ได้มากขึ้น เพราะอุณหภูมิควบคุมได้ 2-3 องศา

3) อาหารต้องตรงตามความต้องการ

1. ตรงตามจุดประสงค์เราจะเลี้ยงไก่อะไร ตรงตามอายุของไก่
2. อาหารผสมเอง
3. อาหารสำเร็จรูป

4) มีการสุขาภิบาลที่ดี

1. พื้นคอกควรสะอาด มีการฆ่าเชื้อ ปัดจากเชื้อโรค
2. การใช้ที่ถูกต้อง ตามระยะเวลาที่กำหนดโดยเฉพาะพวก Antibiotic

5) มีการตลาดที่ดี มีการวางแผนการขาย มีตลาดรองรับ ทำให้ต้นทุนถูกลง

2.1.3 โรงเรือนและอุปกรณ์

1) จุดมุ่งหมาย เพื่อให้ไก่มีที่อยู่ กิน นอน ไก่จะมีสุขภาพดี ให้เนื้อหรือไข่ได้อย่างเต็มที่ และแพร่พันธุ์เร็ว

2) ลักษณะที่ดี

1. ป้องกันแดดและฝนได้ ซึ่งในประเทศไทยจะมีปัญหาเรื่องแดดในตอนเที่ยง-บ่าย ควรปลูกต้นไม้ใหญ่บังแดด
2. ควรอยู่ในแนวทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ปลูกต้นไม้บังในทิศตะวันตก
3. ควรมีการระบายอากาศที่ดี ไม่อับร้อน แต่ไม่ถึงกับลม โคลก ฝนสาด
4. ป้องกันศัตรูของสัตว์ เช่น หมา แมว งู เป็นต้น
5. รักษาความสะอาดง่าย พื้นคอกควรมีความลาดเอียง น้ำไม่ขัง สามารถใช้ยาฆ่าเชื้อได้อย่างทั่วถึง
6. ห่างจากเขตชุมชนพอควร และควรตั้งเหนือลม
7. สร้างง่ายราคาถูก สิ่งก่อสร้างหาง่าย
8. ถ้ามีหลายโรงเรือนไม่ควรตั้งเป็น โรงเรือนแฝด ควรห่างกัน 10 - 15 เมตร และอุปกรณ์ก็ควรเป็นของแต่ละโรงเรือนไม่ควรใช้ร่วมกัน
9. ควรมีเตาเผาซาก แต่ต้องตั้งห่างจากโรงเรือน

3) ก่อนการสร้าง

1. ตั้งจุดมุ่งหมายที่แน่ชัดว่าจะเลี้ยงอะไร
2. คำนึงถึงภูมิอากาศ เป็นที่ร่ม ร้อนหรือเย็น
3. จำนวนสัตว์ที่จะเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ชนิดของโรงเรือนไก่ มี 3 ชนิด

1. โรงเรือนลูกไก่และไก่เล็ก ลูกไก่อายุ 1 วัน - 4 สัปดาห์ ไก่เล็กอายุ 4 - 8 สัปดาห์ สามารถอยู่รวมกันได้ ควรสร้างพิเศษกว่าไก่ใหญ่ ความเอาใจใส่ก็ต้องมากกว่า ต้องมีความอบอุ่นที่ป้องกันจากสัตว์อันตราย อยู่ห่างจากไกรุ่นมากพอควร ประมาณ 100 เมตร เพราะภูมิทัศน์ทางานแตกต่างกัน (ถ้าเข้าฟาร์มไก่เล็กก่อนแล้วเข้าฟาร์มไกรุ่นได้ ในทางกลับกันจะทำได้)

2. โรงเรือนไกรุ่น 8-18 สัปดาห์ โรงเรือนควรโปร่ง กันแดด มีตาข่ายป้องกันสัตว์ มีพื้นที่และอุปกรณ์ใหญ่ขึ้น เมื่ออายุ 18 สัปดาห์ ก็ย้ายเข้าโรงไก่ไข่ รองพื้นด้วยขี้กบ

3. โรงเรือนไก่ไข่ รับไก่สาวอายุ 18 สัปดาห์ อาจสร้างยาว 40 - 50 เมตร แล้ววัดเป็นห้องบรรจุไก่ได้ 100-150 ตัว มีรังไข่ให้ไก่ขึ้นไข่ อุปกรณ์ต่างๆ พร้อม ห่างกันประมาณ 10 - 15 เมตร

ข้อดีข้อเสียของการเลี้ยงแบบขังกรง

ข้อดี

1. ได้ไข่มากกว่า ต่อพื้นที่ต่อไก่ 1 ตัว
2. สามารถลดสถิติของการไข่ได้ จึงสามารถคัดไก่ไม่ได้มาตรฐานออกจากฝูงได้
3. การจิกกันน้อยลง เพราะการเลี้ยงหนาแน่นเกินไปไก่จะจิกกัน
4. อัตราการตายต่ำลง
5. ตัดปัญหาที่ไก่อยากฟักไข่
6. คัดไก่ได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว
7. ไก่จะเชื่องขึ้น
8. สามารถป้องกันการระบาดของโรคไม่ให้ระบาดไปอย่างรวดเร็ว

ข้อเสีย

1. ต้นทุนมากขึ้น เพราะต้องบรรจุให้ตรงกับจำนวนไก่
2. เปลือกไข่จะเปลี่ยนเล็กน้อย
3. อุจจาระเหลวขึ้น ควรลดเกลือ
4. ไก่จะเป็นน่อง ค่อนข้างมาก
5. แมลงวันมากขึ้น
6. การปราบเหา ไรจะยากขึ้น
7. ใช้เวลาในเลี้ยงดูมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการของมอเตอร์ดีซี

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า มอเตอร์ดีซี และที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟสลับเรียกว่า มอเตอร์เอซี นอกจากนี้ยังมีมอเตอร์ขนาดเล็กซึ่งอาจขับเคลื่อนได้ทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ดีซีจะตรงข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยสิ้นเชิง แต่สำหรับโครงสร้างแล้วจะเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้ทำหน้าที่ของมอเตอร์ดีซีได้

2.2.1 ชนิดของมอเตอร์ดีซี

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ดีซีตามลักษณะการกระตุ้นด้วยตัวเอง จะเหมือนกับกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง โดยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- 1) มอเตอร์ดีซีแบบขนาน (Shunt)
- 2) มอเตอร์ดีซีแบบอนุกรม (Series)
- 3) มอเตอร์ดีซีแบบผสม (Compound)

มอเตอร์ดีซีแบบกระตุ้นแยกนั้นกระแสที่ป้อนให้ชุดขดลวดสนาม และขดลวดอาร์เมเจอร์ (Amateur) จะมาจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงซึ่งแยกชุดกัน ส่วนแบบกระตุ้นตัวเองนั้นจะมาจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงชุดเดียวกัน ในกรณีที่ต้องการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ดีซีโดยการปรับระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ดีซี จะใช้มอเตอร์ดีซีแบบกระตุ้นแยกเป็นกรณีพิเศษเท่านั้น แต่โดยทั่วไปจะใช้แบบกระตุ้นตัวเองเป็นส่วนมาก ในโครงการปริญญาโทจะเลือกใช้มอเตอร์ดีซีแบบผสมในการทำชิ้นงาน

2.2.2 คุณสมบัติของมอเตอร์ดีซี

1) มอเตอร์ดีซีแบบขนาน (Shunt)

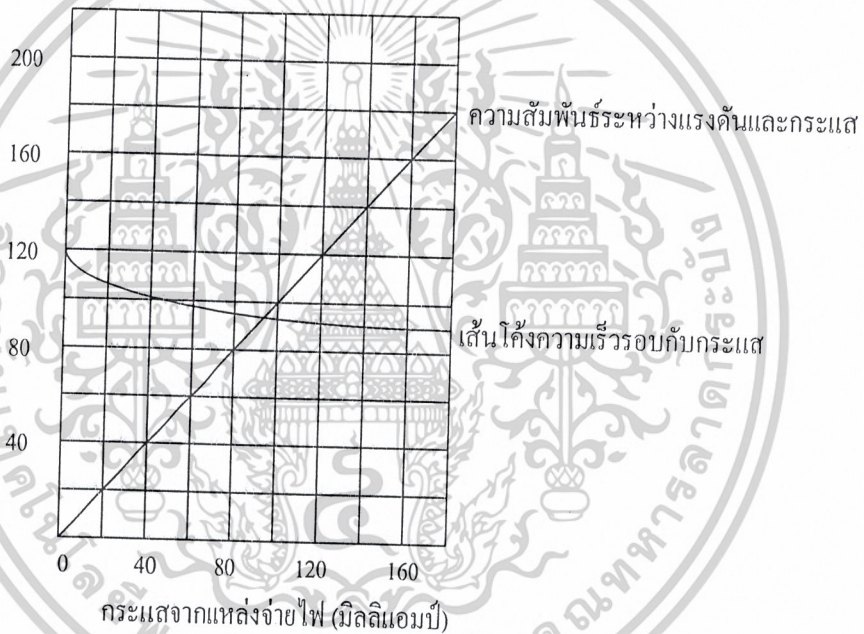
สำหรับกรณีของมอเตอร์แบบขนาน เนื่องจากวงจรขนาน และวงจรอาร์เมเจอร์ซึ่งต่อขนานกันได้รับไฟกระแสตรงจากแหล่งจ่ายไฟชุดเดียวกัน เมื่อแรงดันของแหล่งจ่ายและความต้านทานสนามที่ค่าคงที่ ถึงแม้ว่าโหลดจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงก็ตามจะได้ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าคงที่

เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และกระแสจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.1 ขณะมอเตอร์ทำงานถ้าทำการลดโหลดให้มีค่าต่ำลง I_a จะมีค่าต่ำลงด้วย แต่เนื่องจาก Φ มีค่าเกือบคงที่ เมื่อ V คงที่ ดังนั้นความเร็วรอบจะลดลงน้อยมาก นั่นคือ การรักษาระดับความเร็ว (Speed Regulation) มีค่าน้อยมาก ดังแสดงด้วยเส้นโค้งในรูปที่ 2.1 และเส้นโค้งนี้เรียกว่า เส้นโค้งความเร็วรอบกับกระแสซึ่งมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงในระดับแนวอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น เป็นกรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ (Amateur Reaction) ถ้าคำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ด้วยแล้ว สำหรับกรณีที่ I_u มีค่าน้อยๆ Φ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยกรณีที่ I_u มีค่ามากๆ Φ จะมีค่าลดลงบ้างเล็กน้อยทำให้การรักษาระดับความเร็วในภาวะการเปลี่ยนแปลงของโหมค มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ จากคุณสมบัติอันนี้จะเห็นว่ามอเตอร์แบบขนานจะเหมาะกับงานที่ต้องการลักษณะการรักษาระดับความเร็วน้อยๆ เป็นอย่างยิ่ง เช่น งานด้านเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการแรงดึงสูงๆ

ความเร็วรอบและแรงดึง (รอบต่อนาที)



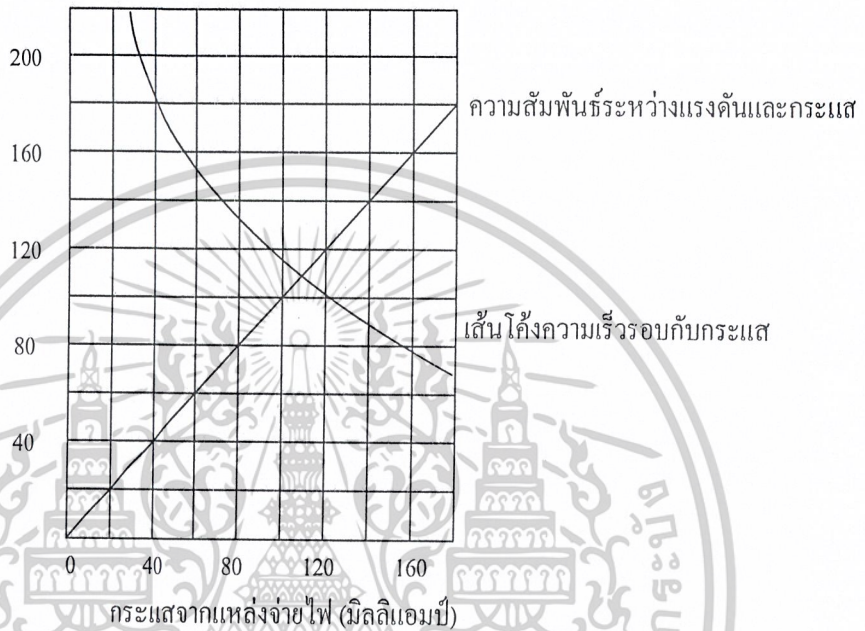
รูปที่ 2.1 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความเร็วกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ซีซีแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มอเตอร์ดีซีแบบอนุกรม (Series)

มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนความเร็วรอบได้ แสดงในรูปที่ 2.2

ความเร็วรอบและแรงดึง (รอบต่อนาที)



รูปที่ 2.2 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรม

มอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมจะแตกต่างกับแบบขนานตรงที่ว่า Φ จะไม่คงที่แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามกระแส I_a และในบริเวณเส้นตรงที่อยู่ต่ำกว่าส่วนโค้งของเส้นโค้งแมกเนไทเซชัน (Magnatization) ลงมา

โดยทั่วไปมอเตอร์จะใช้กระแส 1.3 – 1.7 เท่า ของกระแสพิคัดในการขับเคลื่อนให้หมุน ดังนั้นแรงดึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนจะมีค่ามากกว่าแรงดึงที่กระแสพิคัดมาก ยิ่งให้กระแสขับเคลื่อนมีค่ามากแรงดึงขับเคลื่อนจะยิ่งมีค่ามากขึ้นเช่นกัน นั่นคือ ถ้าใช้กระแสขับเคลื่อนในอัตราส่วนที่เท่า ๆ กัน มอเตอร์อนุกรมจะใช้แรงดึงขับเคลื่อนได้มากกว่า

มอเตอร์แบบขนานจัดอยู่ในประเภทความเร็วรอบคงที่ ขณะที่มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนค่าความเร็วรอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.2

จากเส้นโค้ง ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้ จะเห็นว่าไม่เหมาะสำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดค่อน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเขียนในเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อผู้เห็นหน้าเอกสารฉบับนี้เป็นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าที่แรงดันพิกัดหรือจะทำการปลดโหลดออกหมด หรือเพียงบางส่วนในขณะมอเตอร์ทำงานก็ตาม ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว ซึ่งลักษณะเช่นนี้เรียกว่า รันอะเวย์ (Run Away) และจำเป็นที่ต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้น ดังนั้นในกรณีของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมจึงตั้งเป็นกฎหมายห้ามไม่ให้ใช้สายพานในการหมุนขับเคลื่อนระหว่างตัวมอเตอร์กับโหลด ทั้งนี้เพราะถ้าสายพานขาดหรือหลวมคลายตัวออกจะทำให้มอเตอร์เกิดการรันอะเวย์ได้

3) มอเตอร์ดีซีแบบผสม (Compound)

มอเตอร์ดีซีที่อาศัยคุณสมบัติการทำงานร่วมกันของขดลวดอนุกรม (ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องสูง) และขดลวดแบบขนาน (ให้ความเร็วรอบเกือบคงที่) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ มอเตอร์ดีซีแบบผสม มอเตอร์ชนิดนี้จะให้กระแสจำนวนมากไหลผ่านขดลวดอนุกรมในช่วงเริ่มเดินเครื่องจึงให้คุณสมบัติของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมในช่วงนี้ กล่าวคือ ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องที่สูงกว่ามอเตอร์ดีซีแบบขนานในปริมาณของกระแสเริ่มเดินเดียวกัน หลังจากนั้นมีความเร็วรอบ n สูงขึ้นเรื่อยๆ กระแส I_a ซึ่งไหลผ่านขดลวดอนุกรมจะน้อยลงเรื่อยๆ ทำให้คุณสมบัติของขดลวดอนุกรมที่แสดงออกลดน้อยลง ช่วงการทำงานของมอเตอร์ชนิดนี้จะแสดงคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับมอเตอร์ดีซีแบบขนาน คือ ให้ความเร็วรอบที่เกือบคงที่มอเตอร์ดีซีแบบผสมนี้เหมาะที่จะนำไปขับเคลื่อนโหลดในลักษณะเช่น ลิฟต์ เป็นอย่างยิ่ง

ในอุตสาหกรรมการผลิตบางชนิด ต้องการความเร็วรอบคงที่ตลอดไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตามนั้น แม้จะเลือกใช้มอเตอร์ดีซีแบบขนานก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะจากคุณสมบัติทางด้านความเร็วรอบของมอเตอร์แบบขนานนี้จะเห็นว่า เมื่อโหลดมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนความเร็วรอบจะมีค่าไม่เท่ากัน

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้มอเตอร์ดีซีแบบคิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์ และในช่วงการเปลี่ยนแปลงของโหลดจากสถานะไร้โหลดจนถึงโหลดเต็มทีนั้น จะให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนในสมการความเร็วรอบเท่ากัน ดังนั้นการรักษาระดับความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีค่าประมาณศูนย์

เนื่องจากมอเตอร์แบบคิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์นั้นมีข้อเสียมาก จึงไม่นิยมใช้ในกรณีที่ต้องใช้มอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบที่คงที่ที่จะหันไปใช้มอเตอร์เอชชนิดอื่นแทน

2.2.3 การรักษาระดับความเร็ว

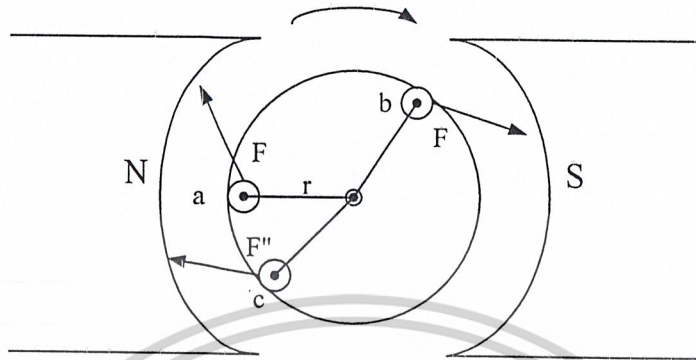
การรักษาระดับความเร็ว คือ ค่าซึ่งแสดงขนาดการเปลี่ยนแปลงของความเร็วรอบอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโหลดในมอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบคงที่ และหมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนรอบหมุนจากสภาวะโหลดเต็มที่มาเป็นสภาวะไร้อะไรโหลดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ และอัตราการเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ของความเร็วรอบในสภาวะโหลดเต็มที่ ค่าจำกัดความนี้คล้ายกับการรักษาระดับแรงดัน ในกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าวิธีการทดลองเพื่อหาค่าระดับความเร็ว คือ ให้เดินเครื่องมอเตอร์ดีซีขั้วนานหรือแบบคิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการป้อนแรงดันฟีดแบ็คเข้าขั้วอินพุตของมอเตอร์จากนั้นให้เพิ่มโหลดของมอเตอร์ขึ้นเรื่อยๆ จนมีค่าโหลดเต็มที่หลังจากที่อุณหภูมิตามส่วนต่างๆ ของมอเตอร์ได้เพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวแล้ว ให้ทำการวัดจำนวนรอบหมุนของมอเตอร์ขณะนั้น สมมุติให้มีค่าเป็น n จากนั้นให้ปลดโหลดของมอเตอร์ออกให้หมดแล้วจึงวัดความเร็วรอบ สมมุติให้มีค่าเท่ากับ n_0 หนึ่ง แรงดันระหว่างขั้วที่ป้อนให้มอเตอร์นั้นจะต้องปรับไว้ที่ค่าคงที่เสมอตลอดการทดลอง สำหรับค่าความต้านทานในวงจรสนามนั้นต้องมีค่าคงที่เช่นกัน โดยไม่มีการปรับซึ่งในเรื่องนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาช่วยในการรักษาระดับความเร็วและความเร่งของมอเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยงตรงมากที่สุด ส่วนเนื้อหาในเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 จะกล่าวถึงในเรื่องที่ 2.4 ต่อไป

2.2.4 แรงดึง (ทอร์ก)

รูปที่ 2.3 แสดงแรงที่กระทำบนลวดตัวนำ (a) ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลาง (O) เป็นระยะ r เมตร ในทิศทางสัมผัสกับเส้นรอบวงของแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ แรงที่กระทำบนลวดตัวนำนี้จะมีโมเมนต์เท่ากับ $F \times r$ ซึ่งจะพยายามขับเคลื่อนแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ให้หมุนเคลื่อนที่ไป แต่เนื่องจากในแกนเหล็กอาร์เมเจอร์มีช่อง (Slot) เป็นจำนวนมาก และแต่ละช่องก็มีลวดตัวนำจำนวนมากเช่นกัน ดังนั้นแรงที่กระทำบนขลวดตัวนำทั้งหมดจะมีโมเมนต์ ซึ่งพยายามขับเคลื่อนแกนเหล็กให้หมุนไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อรวมโมเมนต์ทั้งหมดนี้เข้าด้วยกันจะได้เป็นผลรวมของโมเมนต์

โดยที่ T_a คือ แรงดึงที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็น $m-N$

ดังนั้นแรงดึง คือ ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำรอบจุดศูนย์กลาง



รูปที่ 2.3 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง

2.2.5 ระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์

ระบบการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ คือ ระบบที่สามารถกำหนดความเร็วให้คงที่หรือแปรค่าไปได้ตามที่เรต้องการด้วยการกำหนดค่าสัญญาณอินพุตโดยในโครงงานนี้จะใช้ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์ที่สามารถกลับทิศทางได้ ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาช่วยในการควบคุมระดับความเร็วและความเร่งตลอดจนในเรื่องของการกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์เพื่อให้มีความเที่ยงตรงมากที่สุด ส่วนเนื้อหาในเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 จะกล่าวถึงในเรื่องที่ 2.4 ต่อไป

รูปที่ 2.3 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลางของระบบ โดยที่การแปรค่าไปของความเร็วจะต้องอยู่ภายในย่านของระบบ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ การควบคุมแบบเปิดลูป และการควบคุมแบบปิดลูป

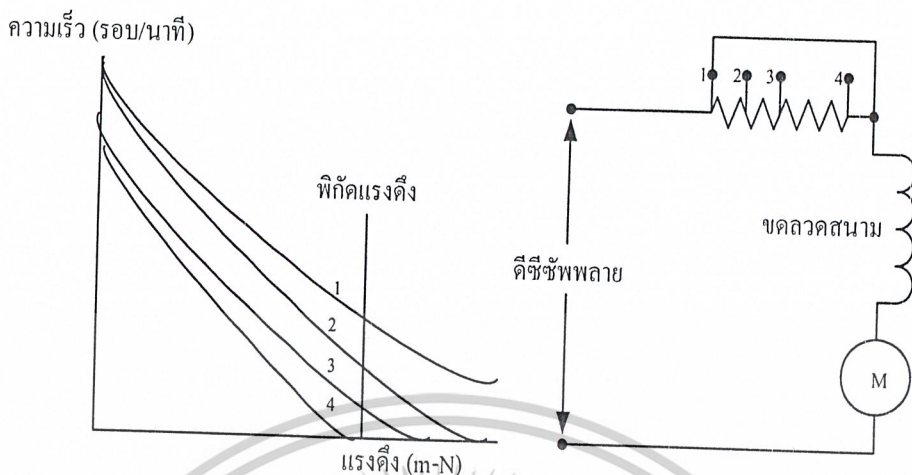
2.2.6 ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบเปิดลูป

ระบบการควบคุมความเร็วชนิดนี้ยังสามารถแยกได้ดังนี้ คือ

1) ตัวควบคุมแบบความต้านทานที่ปรับค่าได้ (Rheostat)

การควบคุมแบบนี้เป็นวิธีการควบคุมที่ง่ายที่สุด และใช้ในยุคแรก ๆ มีประสิทธิภาพ การควบคุมความเร็วอยู่ในพิสัย 4 : 1 และให้การรักษาระดับความเร็วของมอเตอร์ไม่ดีต่อการเปลี่ยนแปลงโหลด และแรงดันไฟฟ้าของสายส่ง การควบคุมแบบนี้ไม่มีประสิทธิภาพเพราะว่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียไปในตัวต้านทาน รูปที่ 2.4 แสดงถึงตัวอย่างการควบคุมความเร็วของมอเตอร์อนุกรมด้วยตัวควบคุมแบบความต้านทานที่ปรับค่าได้ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กับมอเตอร์ขนาดเล็กๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



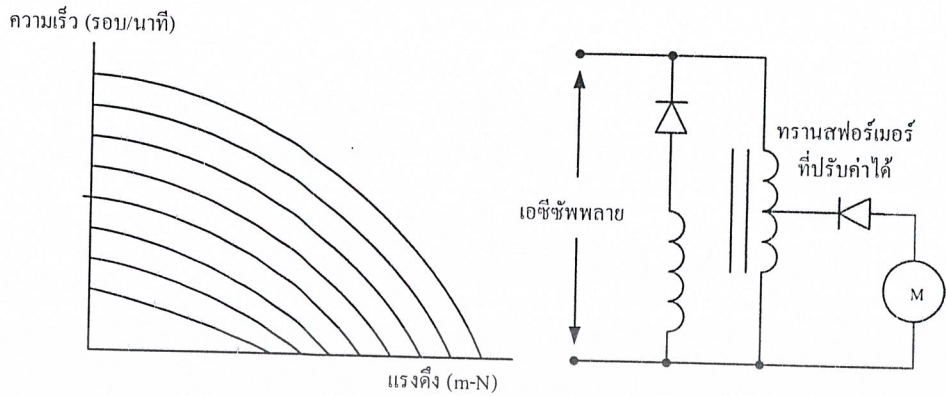
รูปที่ 2.4 กราฟแสดงคุณสมบัติระหว่างความเร็วต่อแรงบิดและวงจรการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยตัวความต้านทาน

การควบคุมแบบนี้ให้คุณสมบัติการเริ่มเคลื่อนที่ที่ดี (ให้แรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ) แต่จะให้ความเร็วสูงจัดมากในขณะที่มีโหลดน้อย การควบคุมแบบนี้จะเป็นประโยชน์เฉพาะภาวะที่เป็นแรงต้านคงที่ และการควบคุมแบบนี้จะให้การรักษาระดับความเร็วลดลงเมื่อความเร็วลดลง ทำให้เป็นการยากที่จะทำให้พิสัยการควบคุมกว้าง

2) การควบคุมแบบทรานส์ฟอเมอร์ที่ปรับค่าได้ (Variac) กับตัวเรียงกระแส

การควบคุมแบบนี้สามารถขับมอเตอร์กระแสตรงได้พิสัยความเร็ว 10 : 1 และให้การรักษาระดับประสิทธิภาพที่ดีกว่า

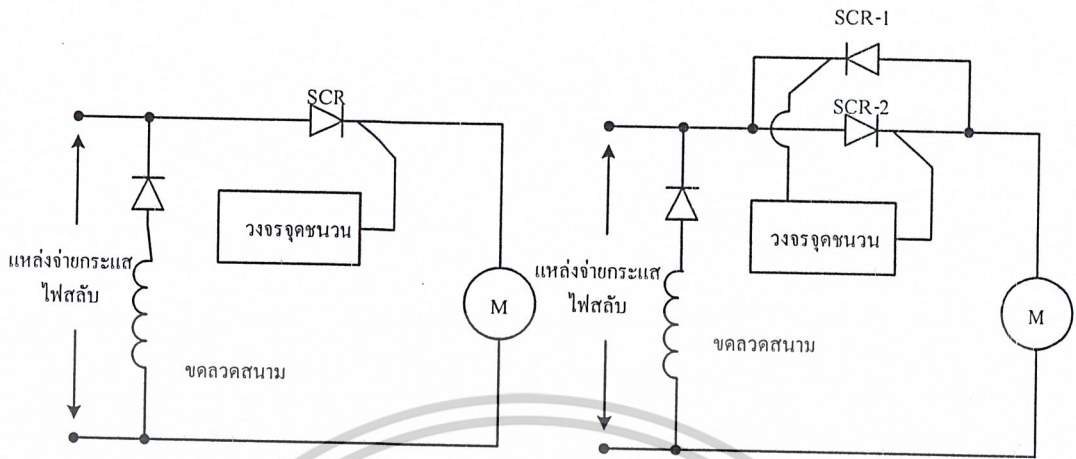
รูปที่ 2.5 แสดงถึงการควบคุมโดยใช้วาริแอกบังกับแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์แบบขนาน โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดสนามคงที่ ผลของคุณสมบัติความเร็วแรงบิดได้รับการปรับปรุงดีขึ้นกว่าการควบคุมด้วยความต้านทานที่ปรับค่าได้ และให้การรักษาระดับความเร็วคงที่ได้ดีขึ้นตลอดพิสัยความเร็วที่กว้างกว่า



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงคุณสมบัติของความเร็วยกต่อแรงดึงและทรานส์ฟอร์มเมอร์ควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน

3) ตัวควบคุมแบบไทรสเตอร์ (SCR)

การทำงานเป็นแบบครึ่งคลื่นจะให้คุณสมบัติคล้ายกับการควบคุมด้วยวาริแอก อย่างไรก็ตามระบบของ SCR ที่ทำงานแบบเต็มคลื่น สามารถให้พิสัยการควบคุมความเร็วได้ถึง 20 : 1 เมื่อใช้เทคนิคการชดเชย IR (หมายถึง เทคนิคการรับรู้กระแสและป้อนกลับเป็นระบบปิด-loop) ด้วยวิธีการชดเชยการควบคุมความเร็วนี้ สามารถให้การรักษาระดับความเร็วได้ถึง 3% จากไม่มีโหลดถึงสถานะที่มีโหลดเต็มที่ รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการควบคุมมอเตอร์แบบขนานด้วย SCR แบบครึ่งคลื่นและแบบเต็มคลื่น



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการควบคุมมอเตอร์แบบขนานด้วย SCR แบบครึ่งคลื่นและแบบเต็มคลื่น

4) การควบคุมความเร็วแบบควบคุมอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ด้วยเซนเซอร์

เป็นวิธีการควบคุมความเร็วแบบเปิดลูป ดังรูปที่ 2.7 มอเตอร์ที่มีความเร็วคงที่จะใช้เป็นตัวขับเคลื่อนเซนเซอร์ที่มีแรงดันไฟฟ้าของขดลวดสนามสูงควบคุมให้แปรค่าได้ ดังนั้น เซนเซอร์จะเป็นตัวผลิตแรงดันไฟฟ้าที่ปรับค่าได้ จ่ายให้กับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์และผลที่ได้เรื่องคุณสมบัติแรงบิดความเร็วที่ดีกว่าเนื่องจากการควบคุมแบบนี้ให้การรักษาความเร็วที่เป็นอิสระต่อความเร็วที่ตั้งไว้

ผลลัพธ์ที่ได้ของการควบคุมแบบนี้ ให้คุณสมบัติที่เหนือกว่าการควบคุมวิธีต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด อย่างไรก็ตามเนื่องจากราคาที่แพงของชุดมอเตอร์เซนเซอร์และส่วนการควบคุมขดลวดสนามของเซนเซอร์ ทำให้การควบคุมความเร็ววิธีนี้ใช้ไม่ได้ผลดีกับการควบคุมมอเตอร์ขนาดเล็กๆ การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ในงานอุตสาหกรรมที่ต้องการควบคุมมอเตอร์ขนาดใหญ่ๆ ตั้งแต่ 1 แรงม้าขึ้นไป เพราะว่าคุณสมบัติขยายกำลังไฟฟ้าของชุดมอเตอร์เซนเซอร์เหมาะสมที่จะใช้ในการควบคุมลูปปิด ในยุคแรกๆ เมื่อหลอดสูญญากาศกำลังสูงและเครื่องขยายแบบแม่เหล็กเริ่มนำมาใช้ในการควบคุม

2.2.7 ระบบการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบปิดลูป

ระบบนี้แสดงในรูป 2.8 แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ การควบคุมความเร็วแบบรักษาระดับและการควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว

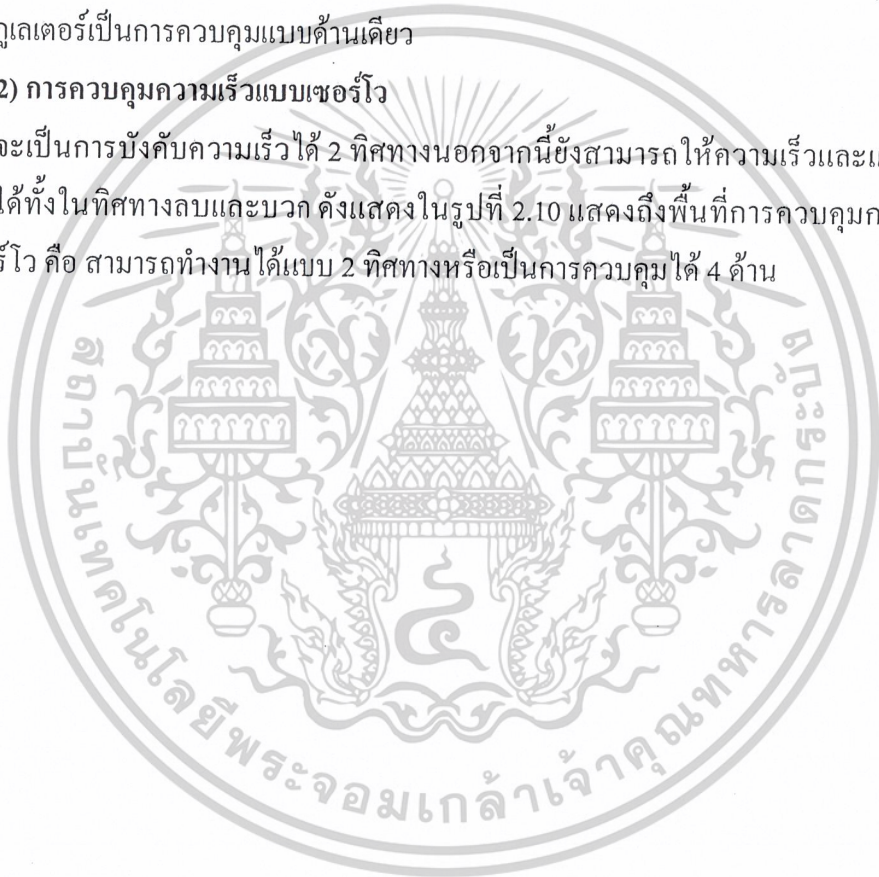
1) การควบคุมความเร็วแบบเร็กกูเลเตอร์

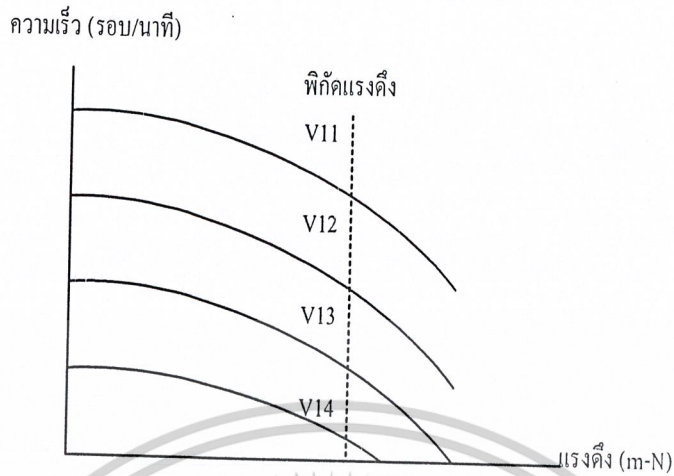
จะเป็นการบังคับความเร็วแบบทิศทางเดียวโดยทำงานในครีอตเตร็นท์แรกเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ระบบนี้ไม่สามารถจะให้แรงบิดของดีซีมอเตอร์ที่มีค่าเป็นลบและไม่สามารถกลับทิศทางของความเร็วได้

ระบบการควบคุมความเร็วแบบทิศทางเดียวนี้ เราสามารถจะเพิ่มไดนามิกเบรกเข้าไปในระบบได้ทำให้เราสามารถจำกัดแรงบิดลบของครีอตเตร็นท์ที่ 2 ได้ แต่เนื่องจากการบังคับใน ครีอตเตร็นท์ที่ 2 นี้อยู่ในพื้นที่การควบคุมให้มอเตอร์หยุดหมุน ดังนั้น เราถือได้ว่าการควบคุมความเร็วแบบเร็กกูเลเตอร์เป็นการควบคุมแบบด้านเดียว

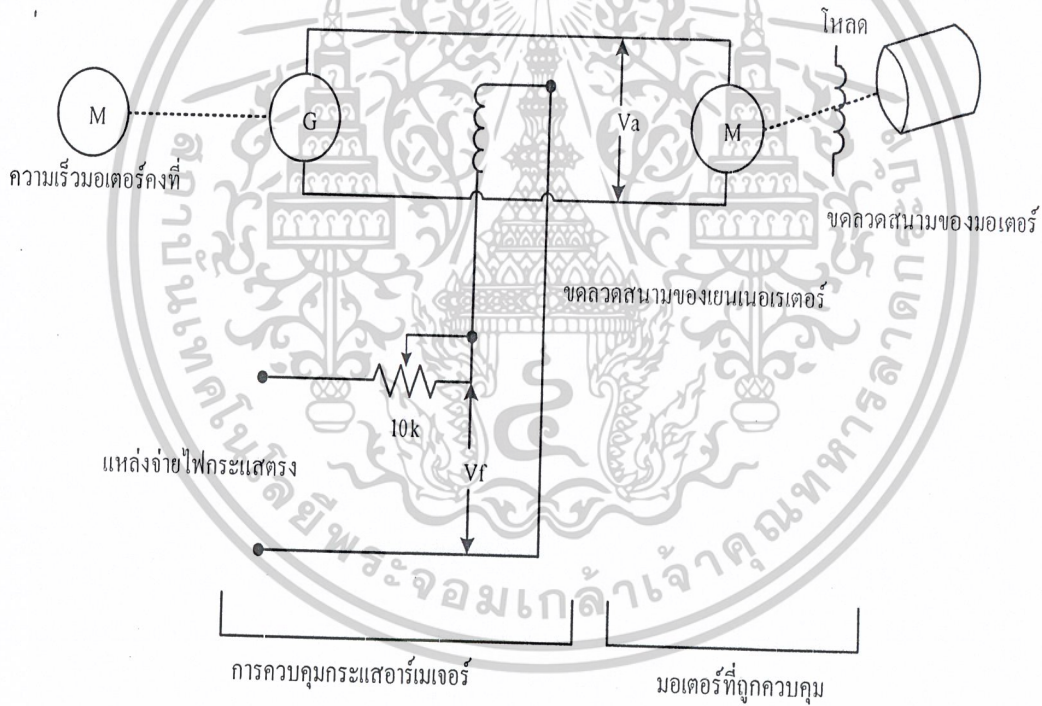
2) การควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว

จะเป็นการบังคับความเร็วได้ 2 ทิศทางนอกจากนี้ยังสามารถให้ความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ได้ทั้งในทิศทางลบและบวก ดังแสดงในรูปที่ 2.10 แสดงถึงพื้นที่การควบคุมการควบคุมแบบเซอร์โว คือ สามารถทำงานได้แบบ 2 ทิศทางหรือเป็นการควบคุมได้ 4 ด้าน





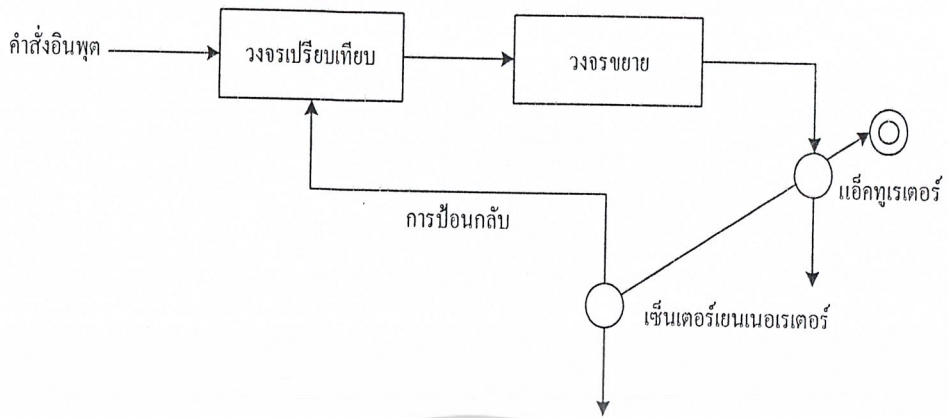
(ก) กราฟแสดงคุณสมบัติการควบคุมแรงค้ำของอาร์เมเจอร์



(ข) วงจรควบคุมแบบลูปเปิด โดยการใช้วิธีการควบคุมแรงค้ำของอาร์เมเจอร์

รูปที่ 2.7 ระบบการควบคุมแบบลูปเปิด โดยใช้วิธีการควบคุมแรงค้ำของอาร์เมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

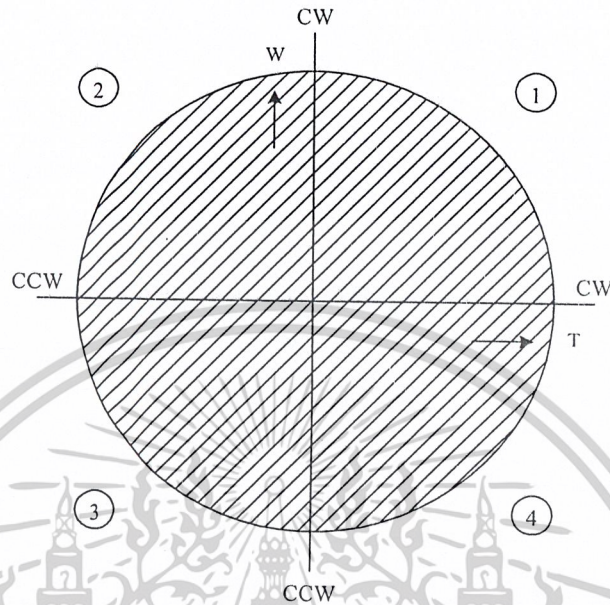


รูปที่ 2.8 ระบบการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบลูปปิด



รูปที่ 2.9 การทำงานเพียงส่วนแรกของระบบควบคุมความเร็วแบบทิศทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การทำงานได้ถึง 4 ส่วนของระบบควบคุมความเร็วแบบเซอร์โว

2.2.8 การควบคุมความเร็วที่สามารถกลับทิศทางได้

โครงการนี้จะใช้การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ที่สามารถกลับทิศทางได้และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ามาช่วยในการควบคุม ซึ่งให้การควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบใช้แหล่งจ่ายไฟแบบขั้วเดียวและสามารถกลับทิศทางการหมุนได้

การใช้สวิตช์ที่กลับทิศทางได้นี้ให้อยู่ที่ตำแหน่งกลาง (B) ก็จะทำให้สภาวะการควบคุมแบบไดนามิก เพื่อเป็นการลดไม่ให้เกิดสวิตช์กลับทิศทางของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายให้กับมอเตอร์รวดเร็วเกินไปเมื่อมอเตอร์ยังหมุนอยู่ในทิศทางเดิมซึ่งอาจเป็นเหตุให้ทรานซิสเตอร์พัง วงจรกลับทิศทางอาจทำงานได้ด้วยรีเลย์แทนที่จะใช้สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือทำให้ระบบการควบคุมความเร็วที่มีคุณสมบัติควบคุมได้สองทิศทาง สำหรับการบังคับในระยะทางไกล วิธีการควบคุมแบบนี้ปกติใช้งานไม่ได้ผลดีในระบบการควบคุมตำแหน่งแบบปิดลูปหรือในระบบเซอร์โวควบคุมความเร็วระบบเซอร์โวปกติจะมีการเปลี่ยนกลับทิศทางอยู่ตลอดเวลาเรื่อยๆ จุดสมดุล ดังนั้นหน้าสัมผัสของรีเลย์จะสึกกร่อนอย่างรวดเร็ว

2.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ทางเอาต์พุตอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ลักษณะการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะเคลื่อนที่เป็นขั้น ซึ่งอาจเป็นขั้นละ 1.8, 5 และ 7.5 องศา ขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ ส่วนใหญ่สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะใช้ในงานควบคุมระบบดิจิทัล เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องพล็อตเตอร์ เครื่องขับแผ่นดิสก์ ตลอดจนอุปกรณ์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมหรือเครื่องมือวัด และระบบควบคุมอื่นๆ

สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

- 1) โรเตอร์ เป็นส่วนที่หมุนได้ จะเป็นแม่เหล็กถาวรและอื่นๆ
- 2) สเตเตอร์ เป็นส่วนที่อยู่กับที่ จะเป็นขดลวดหลายๆ ขด

2.3.1 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เราสามารถแบ่งสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตามโครงสร้างพื้นฐานได้ 4 ชนิด คือ

1) ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์

ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable Reluctance : VR) มีโครงสร้างโรเตอร์แบบมัลติทูธ (Multi - Tooth) ทำจากเหล็กอ่อน จะทราบว่าเป็นมอเตอร์ชนิดนี้โดยการทดสอบได้ง่ายมาก คือ ใช้มือหมุนเพลลาของมอเตอร์และสังเกตเห็นว่าหมุนได้ตลอดโดยไม่ติดขัด เพราะที่โรเตอร์จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กแตกต่างจากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ตและชนิดไฮบริด โดยจะมีสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์ขณะหมุนจะรู้สึกขั้วๆ เหมือนเป็นฟันเฟือง สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดนี้มีจุดด้อยใน ความถูกต้องของตำแหน่งและทำงานได้ไม่ดีนักเมื่อมีชั้นในการหมุนสูง

2) ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Permanent : PM) มีโครงสร้างของโรเตอร์แบบเรียบไม่มีซี่ขั้วแม่เหล็ก บนโรเตอร์จะเป็นแบบแม่เหล็กถาวร การควบคุมทำได้โดยป้อนกระแสกระตุ้นที่ขดลวดบนสเตเตอร์ เช่น ถ้าเป็นสเตเตอร์แบบ 4 เฟส จะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ 4 ขั้ว ซึ่งมีขดลวดพันแยกจากกัน ขั้วแม่เหล็กถาวรบนโรเตอร์จะถูกแรงดึงดูดจากขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ เมื่อป้อนกระแสไฟเข้าสู่ขดลวดโรเตอร์จะอยู่ที่ขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์นั้นถึงแม้ว่าจะไม่ป้อนกระแสไฟฟ้ไปอีกต่อไป ทำให้เกิดเป็นแรงยึดหน่วงขึ้น ชนิดนี้มีข้อดีในความถูกต้องของตำแหน่ง แม้ความเร็วจะมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆ

3) ชนิดไฮบริด

ชนิดไฮบริด (Hybrid) เป็นชนิดที่นิยมนำมาใช้งานกันมากที่สุด โดยเฉพาะนำมาใช้กับอุปกรณ์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โครงสร้างภายในได้จากการรวมเอาโครงสร้างของโรเตอร์วาริเอเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีลักแตนซ์และชนิดเฟอร์มาเนนต์แมกเน็ตมาประกอบเข้าด้วยกัน จึงทำให้เป็นมอเตอร์ชนิดที่มีแรงบิดสูง มีแรงบิดดีและผลักได้ดี ซึ่งมีความคงที่และทำงานได้ดีถึงแม้ว่าจะมีสเต็ปต่อรอบในการหมุนสูง

4) ชนิดแรเอิร์ธเฟอร์มาเนนต์แมกเน็ต

ชนิดแรเอิร์ธเฟอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Rare Earth Permanent Magnet) เป็นสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบใหม่อีกชนิดหนึ่งปรับปรุงมาจากชนิดเฟอร์มาเนนต์แมกเน็ต มีโครงสร้างของโรเตอร์เป็นแผ่นยึดติดกับเพลามอเตอร์ มีโมเมนต์ความเฉื่อยต่ำ อัตราเร่งสูง แรงบิดทางกล และความถูกต้องของตำแหน่งสูงมาก ความเร็วเริ่มหมุนและหยุดสูง สูญเสียพลังงานต่ำ ชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ดิสก์แมกเน็ตสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Disc Magnet Stepping Motor)

2.3.2 การพันขดลวดบนสเตเตอร์

1) แบบไบโพลาร์

แบบไบโพลาร์ (Bipolar) มีการพันขดลวด 1 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนสเตเตอร์ ถูกกำหนดโดยทิศทางของกระแสไฟฟ้าและทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามได้โดยกลับทิศทาง การไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งกำหนดทิศทาง การไหลและการกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้า

2) แบบยูนิโพลาร์

แบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) มีการพันขดลวด 2 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้าม การกลับขั้วของแม่เหล็กเปลี่ยนไปมาได้โดยการตัดกระแสไฟฟ้าจากขดลวดหนึ่งไปยังอีกขดลวดหนึ่ง ขดลวดทั้งสองจะมีการเชื่อมต่อกันหรือมีจุดร่วม เพื่อลดจำนวนสายไฟที่ต่อจากมอเตอร์ วงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ทำได้ง่ายกว่าชนิดไบโพลาร์ เพราะต้องการเพียงชนิดธรรมดาในการเปิดและปิดกำลังไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ในทิศทางที่ต้องการให้หมุนได้ทันที



(ก) ไบโพลาร์

(ข) ยูนิโพลาร์

รูปที่ 2.11 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การทำงานของสตีปเปอร์มอเตอร์

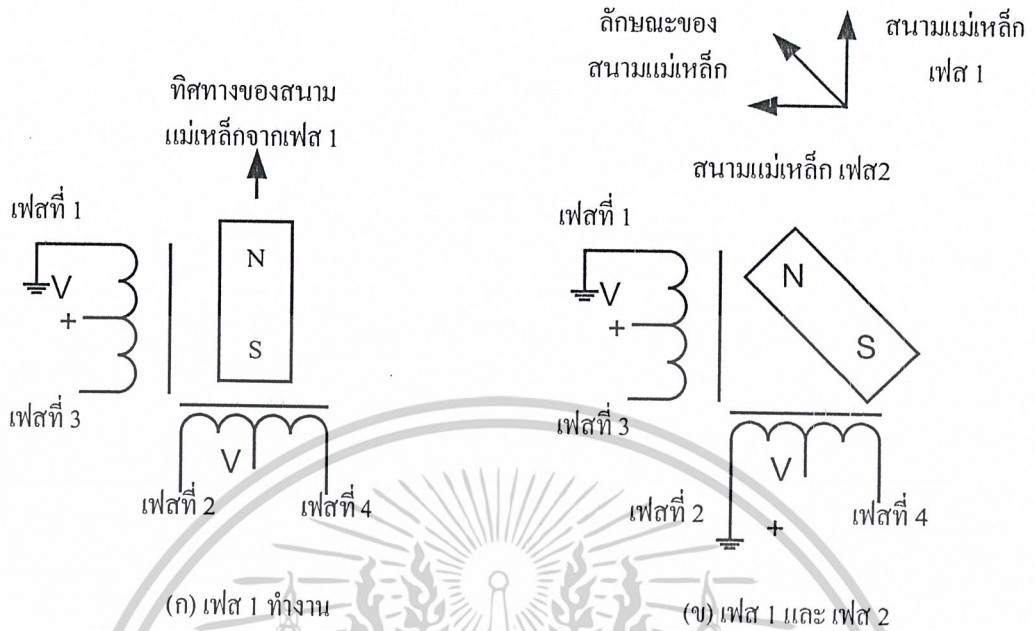
การทำงานของสตีปเปอร์มอเตอร์มีความแตกต่างจากมอเตอร์ทั่วไป โดยเมื่อป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับตัวมันจะหมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวงและหยุด แต่มอเตอร์ทั่วไปจะหมุนทันทีและตลอดเวลา สตีปเปอร์มอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งการหมุนด้วยตัวเลขได้อย่างละเอียด

สตีปเปอร์มอเตอร์สามารถทำงานในระบบเปิด แต่วิธีกำหนดตำแหน่งการหมุนให้ถูกต้องจำเป็นต้องมีการป้อนกลับไปยังระบบให้รับรู้โดยทั่วไปจะใช้สวิทช์ติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งที่ต้องการตรวจจับ เมื่อสตีปเปอร์มอเตอร์เริ่มหมุนและหมุนจนกระทั่งถึงตำแหน่งของสวิทช์ตรวจจับ สัญญาณก็จะถูกป้อนเข้าสู่ระบบและทราบการทำงานของสตีปเปอร์มอเตอร์ได้ตลอดเวลา ซึ่งโดยปกติในวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีการกำหนดจุดอ้างอิงไว้ด้วย เพื่อให้เริ่มต้นทำงานและอ้างอิงตำแหน่งถูกต้อง

การทำให้เกิดการหมุนของ โรเตอร์ก็เช่นเดียวกับมอเตอร์ทั่วไป คือ ต้องมีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดวางขั้วแม่เหล็กการหมุนทำได้ทั้งแบบต่อเนื่องและกลับทิศทางไปมา โดยกระบวนการทางไฟฟ้ากระแสสลับหรือการจัดวางแปรงถ่าน การจัดแยกคอมพิวเตอรฺ์ การตัดต่อกำลังไฟฟ้าที่เกิดแรงดึงดูดของแม่เหล็กที่ขั้วแม่เหล็กสร้างและหยุดสลับกัน ผลคือเกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นบนสเตเตอร์โดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ละคู่ของขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามไปตลอดเวลาและเมื่อต้องการให้หยุดหมุนทำได้โดยการหยุด การเกิดขั้วแม่เหล็กที่จุดหนึ่ง โดยการตัดต่อในลำดับต่อไปเสียการหมุนกลับทิศทางก็ทำได้เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วเพียงแต่ทำการตัดต่อกำลังไฟฟ้าที่เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในทิศทางกลับกันหรือกลับลำดับการสวิทช์ของมัน

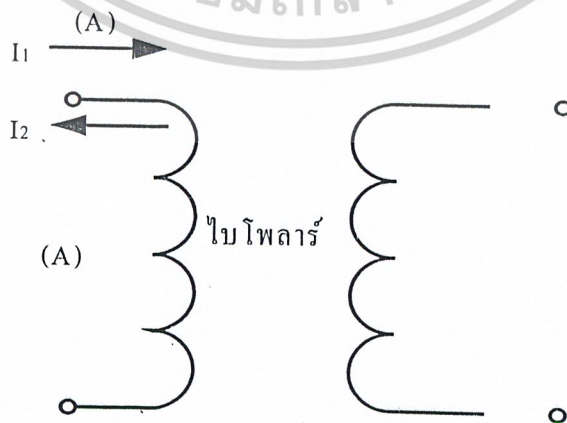
หลักการทำงานของสตีปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 4 เฟส ตัวโรเตอร์เป็นแม่เหล็กโดยจะเปลี่ยนทิศทางไปตามสนามแม่เหล็ก การให้พลังงานแก่ขดลวดใดขดลวดหนึ่งโรเตอร์ก็จะหมุนไป 90 องศา ดังรูปที่ 2.12 (ก) แต่ถ้าให้ 2 ขดพร้อมกันโรเตอร์ก็จะหมุนเพียง 45 องศา ดังรูปที่ 2.12 (ข) ซึ่งแบบหลังจะสร้างแรงบิดได้มากกว่าแบบแรก สตีปเปอร์มอเตอร์จะมีมุมของการเคลื่อนที่แต่ละสเต็ปเป็น 1.8 องศา ดังนั้นที่โรเตอร์จะต้องมีขั้วแม่เหล็ก 50 ขั้ว ($90/50 = 1.8$)

สตีปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟส มักเรียกว่าเป็นแบบ 2 เฟสมากกว่า เพราะแม้ว่าขดลวดจะมี 4 ขด แต่การทำงานของเฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 มีค่าเท่ากับเฟสที่ 1 และเฟสที่ 2 การที่มี 4 ขด ก็เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมเพียงใช้ทรานซิสเตอร์กำลังเป็นสวิทช์ 4 ตัว



รูปที่ 2.12 ทิศทางการหมุน โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟส

ส่วนในรูปที่ 2.13 เป็นการพันขดลวดแบบไบโพลาร์ เมื่อขดลวด A และ B มีกระแสไหลผ่าน สเตเตอร์จะเกิดขั้วแม่เหล็ก เป็นผลให้โรเตอร์ที่มีขั้วแม่เหล็กต่างกับสเตเตอร์ถูกดูดเข้ามาเมื่อกระแสที่ไหลในขดลวด A เปลี่ยนทิศทางกลับ จึงเป็นผลให้ขั้วแม่เหล็กที่แกน A เปลี่ยนจากขั้ว S เป็นขั้ว N จากขั้ว N เป็นขั้ว S สลับกัน โรเตอร์จึงถูกผลักให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา 90 องศา ลำดับการหมุนใน 1 รอบเป็นสเต็ปดังนี้ AB, AB, AB, AB มี 4 สเต็ปๆ ละ 90 องศา เครื่องหมายขีด (-) บนตัวอักษร A, B แทนการกลับขั้ว

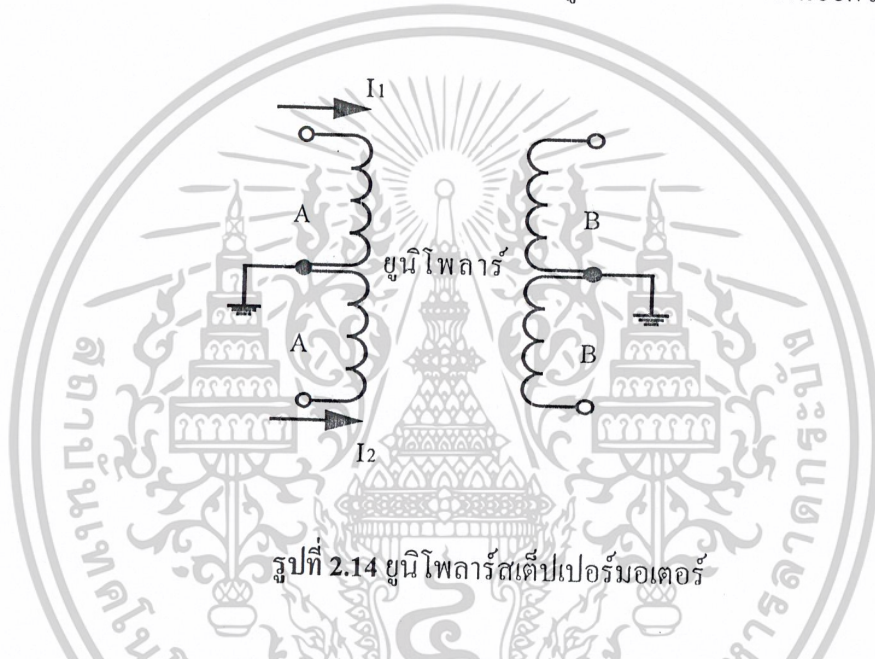


รูปที่ 2.13 ไบโพลาร์สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบ 2 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกลับขั้วแม่เหล็กในแต่ละเฟสจะต้องมีการหยุดกระแสก่อนแล้วกระแสจึงค่อยเปลี่ยนทิศทาง จึงสรุปเป็นสเต็ปได้คือ AB, B, AB, A, B, AB, A, AB การทำงานเป็นแบบครึ่งสเต็ป เป็นผลให้ค่าโมเมนต์มีค่าน้อยกว่าปกติเพราะมีช่วงเวลาที่กระแสไหลแค่เฟสเดียวส่วนแบบยูนิโพลาร์ก็คล้ายกับแบบไบโพลาร์โดยคิดขดเดียวในแต่ละเฟสของยูนิโพลาร์จะมีแถบกลางซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ขด ดังรูปที่ 2.14 เป็นผลให้ค่าฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าน้อยกว่าไบโพลาร์

ดังนั้นเมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงกระแสจะไม่เปลี่ยนแปลงกระแสและจะไม่เปลี่ยนทิศทางการไหล สนามแม่เหล็กที่ได้ก็น้อยตามแรงบิดที่ขึ้นอยู่กับสนามแม่เหล็กก็น้อยกว่า



รูปที่ 2.14 ยูนิโพลาร์สเต็ปเปอร์มอเตอร์

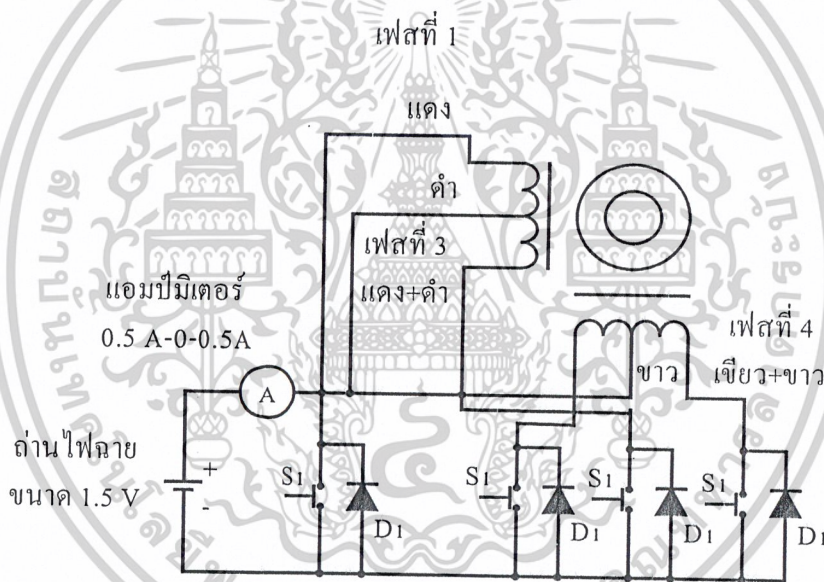
โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ประกอบขึ้นจากขั้วแม่เหล็กวงแหวนที่มีซี่ยื่นออกมาแต่ละซี่เหล่านั้นจะมีคอล์ยพันสวมอยู่ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าผ่านคอล์ยจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ด้านตรงข้ามของแต่ละขั้วแม่เหล็กจะได้รับกระแสไฟฟ้าในขณะเดียวกัน แต่ว่าจะไหลวนในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในทิศตรงข้ามขึ้นด้วย ถ้าเพิ่มจำนวนของขั้วแม่เหล็กมากขึ้น จะเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อวงรอบมากขึ้นตามไปด้วย

สามารถเพิ่มจำนวนของสเต็ปได้อีกวิธีหนึ่ง โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายใน โดยทำการจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว ที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้โรเตอร์หยุดหมุนอยู่ระหว่างกลางของ 2 ขั้วแม่เหล็กนั้นหรือเคลื่อนที่ไปครึ่งสเต็ปเท่านั้นและวิธีการนี้ยังช่วยให้เกิดแรงบิดมากขึ้นด้วย

2.3.4 การควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ดังรูปที่ 2.15 โดยป้อนแรงดันขนาด 1.5 โวลต์ มาใช้ขับให้เกิดแรงบิดขึ้นที่ตัวมอเตอร์ใช้สวิตช์กด 4 ตัว ควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานแบบรูปคลื่น หรือครึ่งสเต็ปและไดโอด D_1 ถึง D_4 ป้องกันที่หน้าสัมผัสสวิตช์และแรงดันย้อนกลับ

วงจรทดลองการทำงานสเต็ปเปอร์มอเตอร์ โดยสมมุติว่าขดลวดเฟสที่ 1 สวิตช์ S_1 ปิดวงจร จะมีกระแสไหลผ่านขดลวดเฟสที่ 1 ลงกราวด์และเมื่อสวิตช์ S_1 เปิดวงจรก็จะทำให้เกิดกระแสไหล ผ่านขดลวดเฟสที่ 3 โดยผ่านทางไดโอด D_3 ในขณะเดียวกันก็จะมีแรงดันตกคร่อมขดลวด 2 ขณะ เปิดวงจร (เป็นแรงดันตกคร่อมไดโอด) ซึ่งจะมีขนาดแรงดันเป็น 2 เท่าของแรงดันในตอนแรก เพราะในการเลือกใช้ทรานซิสเตอร์ต้องคำนึงถึงข้อนี้ด้วยเมื่อนำมาใช้ในการมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์



รูปที่ 2.15 วงจรทดลองการทำงานสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การกระตุ้นเพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปแต่ละสเต็ป ในการใช้งานจริง ทำได้โดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งต้องป้อนเป็นแบบที่ความเร็วในรูป แบบที่ถูกต้องแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แบบรูปคลื่น (Wave)

แบบรูปคลื่นเป็นการกระตุ้นรูปแบบที่ง่ายที่สุด โดยกระตุ้นขดลวดที่ละขดในเวลาหนึ่งและเรียงถัดกันไป เช่น ขดที่ 1, 2, 3, 4, 1 หรือ 1, 4, 3, 2, 1 ขึ้นอยู่กับทิศทางที่ต้องการให้หมุนดังนั้นจึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลาหนึ่งที่ถูกกระตุ้นเท่านั้น วงจรกระตุ้นแบบรูปคลื่นจึงมีราคาถูกลงและง่ายขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบรูปคลื่น

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	-	ทำงาน	-	-
3	-	-	ทำงาน	-
4	-	-	-	ทำงาน

2) แบบ 2 เฟส (Two Phase)

เป็นการกระตุ้นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งคล้ายกับแบบรูปคลื่น แต่จ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขด ที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกันและเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบรูปคลื่น คือ ขดลวดที่ 12, 23, 34, 41, 12 หรือ 14, 43, 32, 21, 14 ขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุนการเพิ่มจำนวนของขดลวดที่ถูกกระตุ้นนี้ทำให้เพิ่มแรงบิดได้โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มแรงจาก 2 ขด ที่ถูกกระตุ้นพร้อมกันและต่อด้วยแรงดึงจากอีก 2 ขดถัดไป สำหรับข้อเสียของการกระตุ้นแบบนี้ ต้องใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามากขึ้น ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบ 2 เฟส

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	ทำงาน	-	-
2	-	ทำงาน	ทำงาน	-
3	-	-	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	-	-	ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แบบครึ่งสเต็ป (Half Step)

เป็นรูปแบบการผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบรูปคลื่นและแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อรอบอีกหนึ่งเท่าตัว จะกระตุ้นขดลวดเรียงกันเป็นไปตามลำดับดังนี้ ขดลวด 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1 หรือในการหมุนอีกทิศทางหนึ่งจะได้เป็น 1, 14, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีก เพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลงและแต่ละสเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งมีเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องระวังไว้ว่าเมื่อกระตุ้นให้ทำงานในรูปแบบนี้จะต้องทำการหมุนถึง 2 สเต็ปจึงจะได้เท่ากับ 1 สเต็ปเต็ม เหมือนกับการควบคุม 2 แบบแรก ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบครึ่งสเต็ป

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	ทำงาน	ทำงาน	-	-
3	-	ทำงาน	-	-
4	-	ทำงาน	ทำงาน	-
5	-	-	ทำงาน	-
6	-	-	ทำงาน	ทำงาน
7	-	-	-	ทำงาน
8	ทำงาน	-	-	ทำงาน

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมายในปี ค.ศ. 1980 ต่อมาบริษัทฟิลลิปส์และซีเมนส์ ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตจำหน่าย และได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่นซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

- 1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
- 2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์
- 3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 128 กิโลไบต์
- 4) อีแอดแอมของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์
- 5) อีแอดแอมของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์
- 6) หน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ
- 7) มีวงจรรีบ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด
- 8) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ
- 9) รับสัญญาณอินเทอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง
- 10) มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน
- 11) นำข้อมูลมาทำงาน AND, OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

2.4.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น AND OR NOT ซึ่งเกตเหล่านี้ จะนำเอาแม้ออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่าง ๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัลลิสต์เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้ทำการสร้างสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ บวก คูณหรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจัดจำข้อมูล ในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ จำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 0000000_2 ถึง 1111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำ จะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังรูปที่ 2.16

สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรลอจิกคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ 4 I/O Port, Time/Counter 0, Time/Counter 1 และ Serial Port

3.1) 4 อินพุต/เอาต์พุต (4 I/O Port) หรือพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

3.2) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 (Time/Counter) เป็น วงจรนับที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

3.3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลางจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปที่ละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจึงจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

ตัวตรวจจับแบบพื้นฐานที่คุ้นเคยกันอย่างดี เช่น สวิตช์กลไก สวิตช์แม่เหล็ก เซลล์รับแสง โฟโตทรานซิสเตอร์ ออปโตคัปเปอเรอร์ ตัวตรวจจับตำแหน่ง ตัวตรวจจับแรงดัน ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ตัวตรวจจับเสียง เป็นต้น ตัวตรวจจับต่างๆ เหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

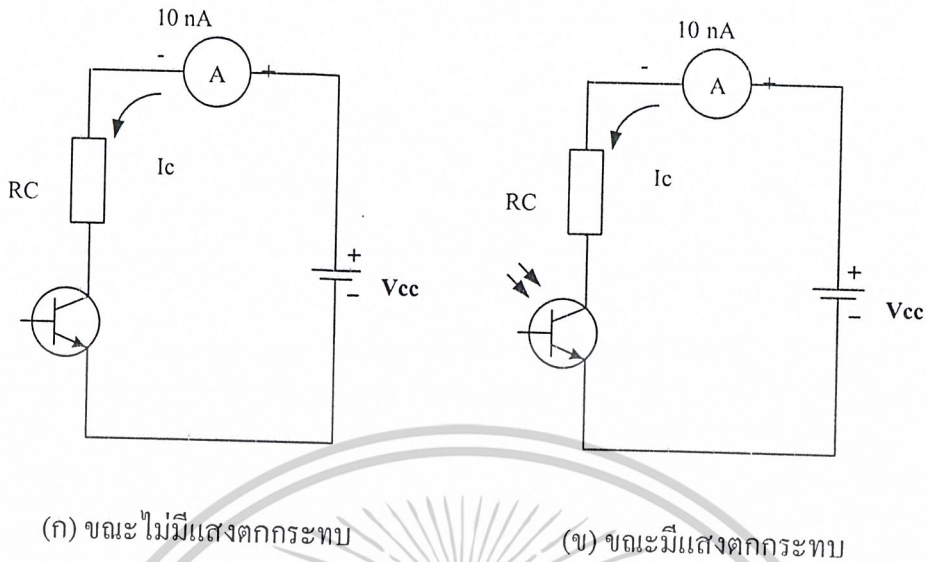
2.5.1 โฟโตทรานซิสเตอร์

โดยปกติสภาวะปกติสารกึ่งตัวนำจะมีคุณสมบัติที่ไวต่อแสง เมื่อทำการนำเอาสารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ โปรตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ ดังนั้นโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำและมีรอยต่อ P-N ระหว่างสารสองชนิดของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งรอยต่อนี้มีขนาดใหญ่กว่ารอยต่อ P-N ของทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป ความแตกต่างจากทรานซิสเตอร์ทั่วไป คือ ที่ตัวถังด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีช่องสำหรับแสงเพื่อส่งไปยังรอยต่อ P-N โดยช่องรับแสงนี้จะมีวัสดุเคลียร์ไมกา (Clear Mica) หรือควอตซ์ เลนส์ (Quartz Lens) ติดอยู่บนช่องรับแสงดังกล่าว

การจ่ายไบอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์ เหมือนกับการจ่ายไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ธรรมดา คือ จ่ายไบอัสให้ขา E จ่ายไบอัสกลับให้ขา C ส่วนขา B ไม่ถูกต่อออกใช้งานจึงต้องจ่ายไบอัสให้ลักษณะการจ่ายไบอัสและการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.5

จากรูปที่ 2.17 เป็นการจ่ายไบอัสและการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นชนิด NPN ดังนั้นไบอัสตรงให้ขา E คือ จ่ายแรงดันลบให้และจ่ายไบอัสกลับให้ขา C คือ จ่ายแรงดันบวกให้

รูปที่ 2.17 ก. เป็นลักษณะที่ยังไม่มีแสงส่องมากระทบรอยต่อ PN ที่ขา B และ C แม้จะจ่ายไบอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์แล้วก็ตาม โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่นำกระแส ไม่มีกระแสไหลในวงจรเพราะค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อขา C และขา E สูงมาก จะมีเพียงกระแสรั่วซึมไหลผ่าน (I_{CEO}) กระแสที่ไหลนี้เรียกว่ากระแสมืด (Dark Current) มีค่ากระแสเพียงนาโนแอมแปร์ (nA) มีค่ากระแสน้อยมากจนถือว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ไม่นำกระแส



รูปที่ 2.17 การจ่ายไบอัสและการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

ส่วนรูปที่ 2.17 ข. เป็นขณะที่มีแสงส่องมากระทบรอยต่อ PN ที่ขา B และขา C เกิดกระแสเบส (I_B) ไหล โดยกำหนดให้ I_x เป็นกระแสเบสที่ไหล เกิดขึ้นเนื่องจากแสงที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN กระแส I_x นี้ทำให้ค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อขา C และขา E ลดลง เกิดกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) ไหลค่ากระแส I_C หาได้จากสมการดังนี้

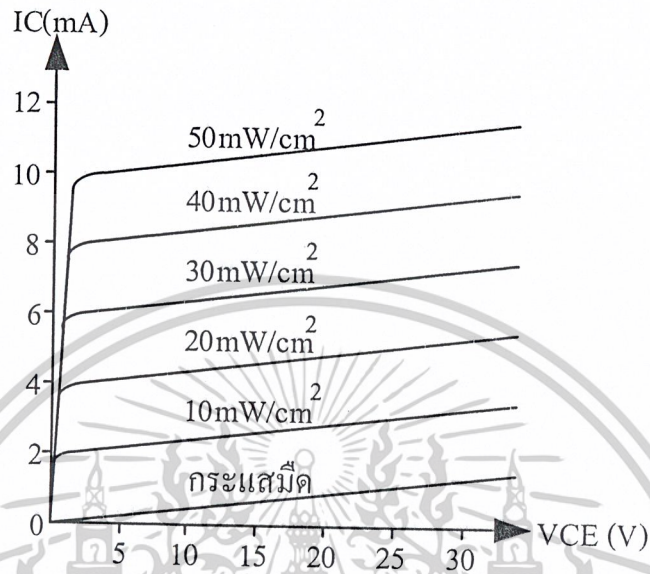
$$I_C = \beta_{DC} I_x \quad (2.1)$$

ค่ากระแส I_C ที่เกิดขึ้นในโฟโตทรานซิสเตอร์มีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับค่าความเข้มของแสงสว่างที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN แสงมีความเข้มน้อยกระแส ไหลน้อย ทำให้กระแส I_C ไหลน้อยและแสงมีความเข้มมากกระแส I_x ไหลมาก ทำให้กระแส I_C ไหลมาก ความเข้มของแสงที่ตกกระทบรอยต่อ PN วัตต์ออกมามีหน่วยเป็นมิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (mW/cm^2) สภาพการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ตามค่าความเข้มของแสงสว่างที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN เขียนเป็นกราฟคุณลักษณะทางเอาต์พุตได้ดังรูปที่ 2.18

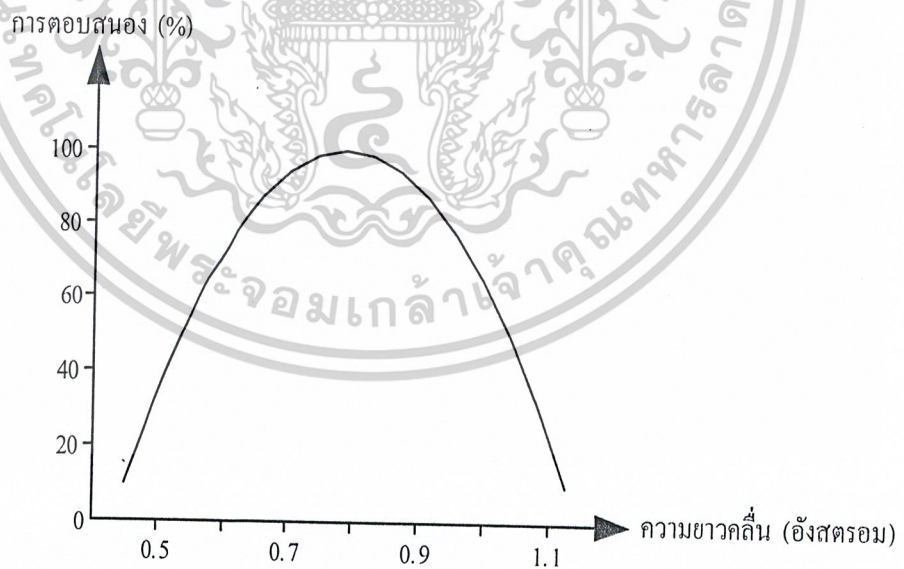
จากรูปที่ 2.18 เป็นกราฟคุณสมบัตินทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ กราฟแนวตั้งเป็นค่ากระแส I_C และกราฟแนวนอนเป็นค่าแรงตกรวมขา C และขา E (V_{CE}) เส้นกราฟที่เกิดขึ้นจากความเข้มของแสงที่ส่องมากระทบรอยต่อ PN ขา B และขา C ขณะไม่มีแสงตกกระทบมีกระแสมีค่าน้อยเพียงเล็กน้อย ขณะที่แสงตกกระทบมีความเข้มน้อย ($10 \text{ mW}/\text{cm}^2$) เกิดกระแส I_C ไหลน้อยและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่แสงตกกระทบบมีความเข้มมาก (50 mW/cm^2) เกิดกระแสไหลมาก ความไวในการรับแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์ตอบสนองเท่านั้น แสดงได้ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 กราฟคุณสมบัติทางเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.19 กราฟการตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 แอลอีดีแบบอินฟราเรด

แอลอีดีแบบอินฟราเรดถูกสร้างขึ้นมากำเนิดแสงในย่านอินฟราเรด เมื่อตัวนำกระแส อิเล็กตรอน จะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษและเกิดพลังงานจากโฟตรอน การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันทีที่มีกระแสไหลผ่าน

แอลอีดีอินฟราเรดสามารถกำเนิดแสงอินฟราเรดได้ในช่วงสองความยาวคลื่นดังนี้ คือแอลอีดีแบบอินฟราเรดที่สร้างขึ้นจากสารแกลเลียมอาเซไนด์ (Gallium Arsnide : GaAs) จะให้ความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตรและอินฟราเรดแอลอีดีที่สามารถสร้างจากสารอีกชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่าแกลเลียมอลูมิเนียมอาเซไนด์ (Gallium Aluminum Arsnide : GaAlAs) ซึ่งจะกำเนิดแสงอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 เมตร

2.5.3 ตัวความต้านทานที่มีค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับแสงที่มาตกกระทบ

แอลดีอาร์ (Light Dependent Resistor : LDR) หมายถึง ตัวความต้านทานที่มีค่าความต้านทานขึ้นอยู่กับแสงที่มาตกกระทบมีเรียกกันอีกหลายชื่อ เช่น โฟโตคอนดักทีฟเซลล์ (Photoconductive Cell) หรือตัวความต้านทานไวแสง (Light Sensitive Resistor : LSR) ส่วนใหญ่จะทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe) ซึ่งทั้งสองตัวนี้เป็นสารกึ่งตัวนำเอามาฉาบบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรอง แล้วต่อขาสารที่ฉาบเอาไว้ออกมา

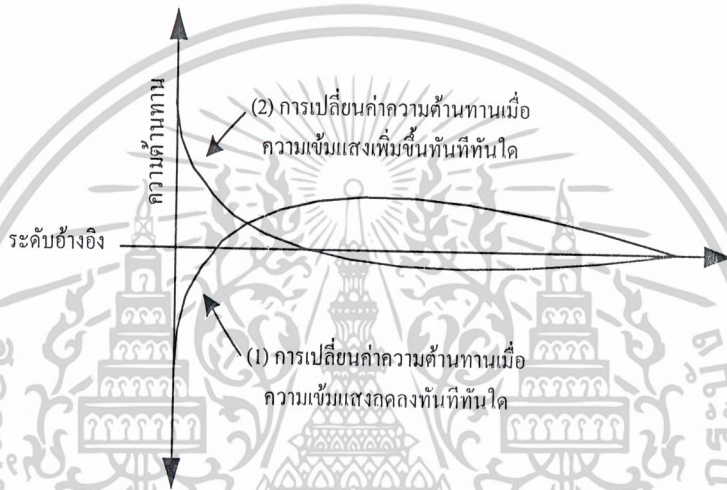
1) สมบัติทางแสง การทำงานแอลดีอาร์ แอลดีอาร์เป็นสารกึ่งตัวนำเมื่อมีแสงตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงานให้กับสารที่ฉาบอยู่ทำให้เกิดโฮลกับอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ การที่มีโฮลกับอิเล็กตรอนอิสระมากก็เท่ากับความต้านทานลดลงนั่นเอง ยิ่งความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไร ความต้านทานก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น

แสงที่ตกกระทบจะต้องอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 4,000 อังสตรอม (1 อังสตรอมเท่ากับ 10^{-10}) ถึงประมาณ 10,000 อังสตรอมเท่านั้นที่ใช้ได้ (สายตากคนจะเห็นได้ในช่วงประมาณ 4,000 อังสตรอมถึง 7,000 อังสตรอม) ซึ่งคิดแล้วก็ยังเป็นช่วงคลื่นเพียงแคบๆ เมื่อเทียบกับการทำงานของอุปกรณ์ไวแสงประเภทอื่นๆ แต่ถึงอย่างไรในช่วงคลื่นนี้ก็มีอยู่ในแสงอาทิตย์แสงจากหลอดไฟแบบไส้และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยหรือถ้าคิดที่ความยาวคลื่นที่ แอลดีอาร์จะตอบสนองไวที่สุดแล้วก็มีอยู่หลายความยาวคลื่น โดยทั่วไปแอลดีอาร์ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์จะไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของมันใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของตากคนมาก (ตากคนไวต่อความยาวคลื่นประมาณ 5,550 อังสตรอม) จึงมักจะใช้ทำเป็นเครื่องวัดแสงในกล้องถ่ายรูปถ้าแอลดีอาร์ทำจากแคดเมียมซีลีไนด์ก็จะไวต่อความยาวคลื่นในช่วง 7,000 กว่าอังสตรอม ซึ่งไปอยู่ในช่วงอินฟราเรดแล้ว

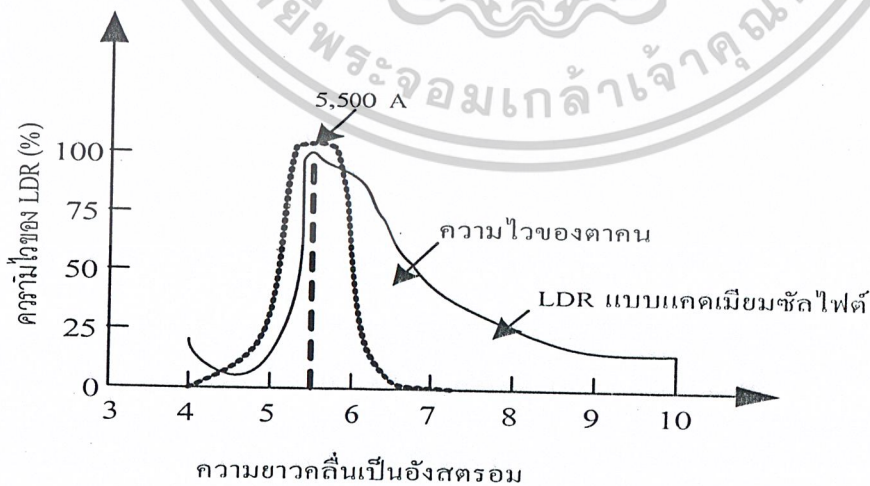
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลตอบสนองทางไฟฟ้า

อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของแอลดีอาร์ ในขณะที่ไม่มีแสงอาจเป็นได้ตั้งแต่ 100 เท่า 1,000 เท่าหรือ 10,000 เท่า แล้วแต่รุ่น แต่โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.5 MΩ ขึ้นไป ในที่มีคสันทนอาจจะได้มากกว่า 2 MΩ ในขณะที่มีแสงจะเป็นประมาณ 10-20 kΩ ลงไป อาจจะมีเหลือเพียงไม่กี่โอห์มก็ได้ ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 V และทนกำลังสูญเสียอย่างต่ำประมาณ 50 mW

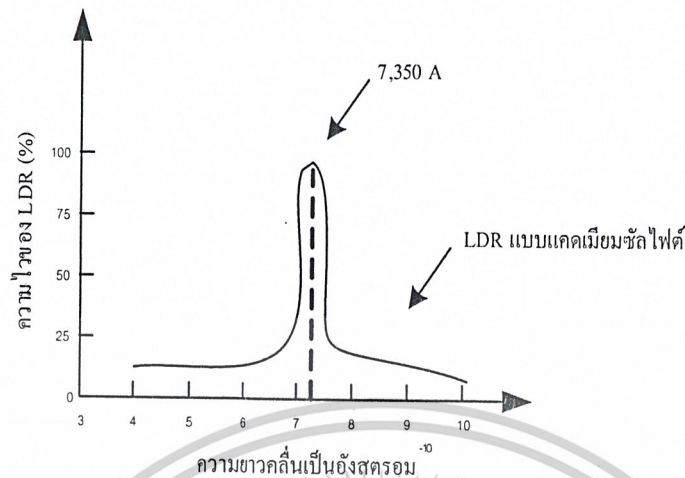


รูปที่ 2.20 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีนไดกับแอลดีอาร์



(ก) ความไวแสงของแอลดีอาร์ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) ความไวแสงของแอลดีอาร์ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์

รูปที่ 2.21 ความไวต่อแสงความถี่ต่างๆ ของแอลดีอาร์ทั้ง 2 แบบ เมื่อเทียบกับความไวของตาคน

นอกเหนือจากลักษณะสมบัติต่างๆ เหล่านี้แล้ว ยังมีอีกอย่างที่สำคัญ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากความเข้มแสงเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งจะดูตัวอย่างได้ดังรูปที่ 2.21 ถ้าแอลดีอาร์ ได้รับแสงที่มีความเข้มสูงดังกราฟที่ (ก) ความต้านทานจะมีค่าต่ำและในทันทีที่ความเข้มของแสงลดลงเหลือเพียงระดับอ้างอิงความต้านทานจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าความต้านทานที่มันควรเป็นใน ระดับอ้างอิงเหมือนกับว่าเบรกมันไม่ค่อยดีและในทำนองเดียวกันถ้าเก็บมันไว้ในที่ความเข้มแสง น้อยๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มเป็นระดับอ้างอิงทันทีดังกราฟเส้นที่ (ข) ความต้านทานของแอลดีอาร์ เองจะลดเล็ดต่ำลงมาจากระดับอ้างอิงแล้วจึงขึ้นไปใหม่ ยิ่งความเข้มของแสงเท่ากับแอลดีอาร์แบบ แคดเมียมซัลไฟด์จะใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะที่มันควรจะเป็นน้อยกว่าแคดเมียมซัลไฟด์ แต่จะวิ่ง เลยไปไกลกว่าด้วยและอีกอย่างหนึ่งความเร็วในการเปลี่ยนระดับความต้านทานจากค่าหนึ่ง ไปอีก ค่าหนึ่งช้ามากซึ่งจะอยู่ในช่วงของมิลลิวินาทีหรือบางที่เป็นวินาที จึงทำให้แอลดีอาร์ใช้ได้กับงาน ความถี่ต่ำๆ เท่านั้น

2.6 การเชื่อมต่อกับแอลอีดีแสดงผลแบบ 7 ส่วน

การเชื่อมต่อกับ LED ที่แสดงผลแบบตัวเลขได้ที่เรียกว่า LED 7 ส่วน (7 Segment Display) หรือ 7 เซ็กเมนต์ ซึ่งมีทั้งแบบคาโทดร่วม (Common-cathode) และแบบอโนดร่วม (Common-anode) LED 7 ส่วนนี้จะเป็นการรวม LED 7 หลอดประกอบกันให้สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นชนิดที่นำขาคาโทดของหลอด LED ทุกตัวมารวมกันเรียกว่าแบบคาโทดร่วม แบบอานอคร่วมก็ทำนองเดียวกัน

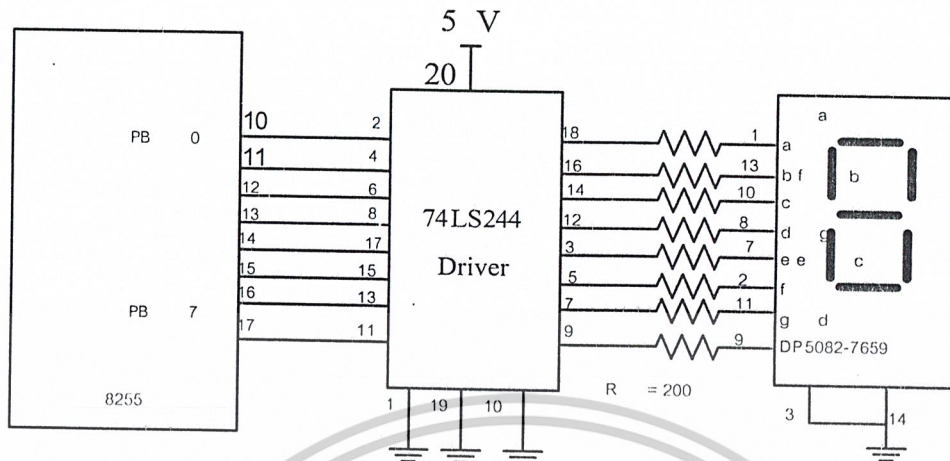
การเชื่อมต่อแต่ละขากับบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยแต่ละบิตจะต่อกับขาของหลอด LED 7 ส่วน

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลที่ส่ง LED 7 ส่วนแสดงเป็นเลขต่างๆ

แสดงผล	อานอคร่วม	คาโทดร่วม	แสดงผล	อานอคร่วม	คาโทดร่วม
0	C0	3F	J	E1	1E
1	F9	06	L	C7	38
2	A4	5B	O	C0	3F
3	B0	4F	P	8C	73
4	99	66	U	C1	3E
5	92	6D	Y	99	66
6	82	7D	b	83	7C
7	F8	07	c	A7	58
8	80	7F	d	A1	5E
9	98	67	h	8B	74
A	88	77	n	AB	54
C	C6	39	o	A3	5C
E	86	79	r	AF	50
F	8E	71	u	E3	1C
G	82	70	-	BF	40
H	89	76	?	AC	53
I	F9	06	BLANK	FF	00

พิจารณาวงจรรูปที่ 2.22 ถ้าหากต่อ LED 7 ส่วนกับพอร์ต A ของ 8255 ซึ่งถอดรหัสไว้ที่หมายเลข 0FC00H-0FC03H โดยจะส่งข้อมูลให้ LED 7 ส่วนทางพอร์ต A ส่วนขาคาโทดร่วมจะต่อกับบิต PC0 ซึ่งมีเกตบัฟเฟอร์ที่เอาต์พุตเป็นแบบ OC ต่ออยู่ด้วยดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 การต่อ LED 7 ส่วนเข้ากับ 8255

2.7 ความสำคัญของเกลียวลำเลียง

บทบาทของเกลียวลำเลียง ในอุตสาหกรรมหรือทางด้านการเกษตร จะใช้เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุนับเป็นกิจกรรมสำคัญควรที่จะได้รับการเอาใจใส่เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดี ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการดำเนินงานและการผลิตต่ำลง เกลียวลำเลียงทำหน้าที่ในการขนถ่ายป้อน อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ผสมส่วนผสมของวัสดุดิบได้ จึงมีการใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวางทั่วไป ทั้งในงานอุตสาหกรรม งานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร งานชลประทาน งานผลิตแร่ อุตสาหกรรมเคมี ฯลฯ

2.7.1 องค์ประกอบสำคัญของเกลียวลำเลียง

1) ไบเกลียว มี 2 ชนิด คือ ชนิดเฮลิคอยด์ (Helicoid) หรือไบต่อเชื่อมและชนิดแยกส่วน (Sectional) แบบเฮลิคอยด์ทำจากแถบวัสดุแบนยาว ส่วนแบบแยกส่วนทำจากแผ่นวงแหวน การเชื่อมไบเกลียวกับเพลามีลักษณะการติดได้ 2 ลักษณะ คือ ทั้งแบบมือขวาและมือซ้าย เมื่อพิจารณาประกอบกับทิศในการหมุนของไบเกลียวจะทราบทิศทางการเคลื่อนไหวยของวัสดุ เมื่อไบเกลียวเอียงลงมาทางด้านขวา เรียกว่า เกลียวมือขวา ส่วนเกลียวที่เอียงลงทางด้านซ้าย เรียกว่า เกลียวมือซ้าย นิ้วหัวแม่มือจะแสดงทิศทางการไหลของวัสดุ ส่วนนิ้วทั้งสี่ แสดงทิศทางการหมุนหาเกลียว แต่ใช้มือซ้ายพิจารณาเกลียวขวาและมือขวาพิจารณาเกลียวซ้าย

2) เพลากลียว ทำด้วยท่อกลวงหรือเพลาดัน มักจะใช้ท่อเหล็กกล้าคาร์บอน shc.40 หรือ shc.80 ที่ปลายท่อทำบุรุษและเจาะรูเพื่อใช้ยึดติดกับคัปปลิงด้วยสลักเกลียว บุรุษและเพลามีพิสัยความ

เพื่อประมาณ ± 0.015 ทำให้ถอดเพลตออกจากคัปปลิงได้ง่าย คัปปลิงอาจชุบแข็งในกรณีทีล้าเลียง วัสดุที่มีความคมแข็งสลักเกลียวหัวหกเหลี่ยมมีช่วงเกลียวสั้น เพื่อไม่ให้ยื่นออกมาในบริเวณที่มีวัสดุ

3) ชุดแชนและเบริงแชน ใช้ในกรณีที่เพลตยาวกว่ามาตรฐานช่วยให้เพลตไม่โก่ง

4) ฝาประกอบราง ติดตั้งอยู่ที่หัวท้ายของรางทำหน้าที่ป้องกันวัสดุตกหล่นและรองรับ แบริ่ง ที่รองรับเพลตที่นี้จะมีการเปลี่ยนที่มีแบริ่งอยู่ในตัวคืออยู่ แบริ่งที่จุดนี้ทำด้วยโลหะผสมดีบุก แอนทิโมนีและทองแดง เรียกว่า เบ็บบิท (Babbitt) หรือบรอนซ์ อาจเป็นแบบลูกกลิ้ง (Roller) หรือแบบบอล (Ball) บางทีก็ใช้บุชที่ทำด้วยวัสดุพิเศษ นอกจากนี้ยังต้องมีแผ่นวัสดุกันรั่วไหลออกจาก ตำแหน่งติดตั้งเพลตที่ฝาประกอบรางนี้ด้วย

5) ราง มีลักษณะเป็นรูปตัว U มี 4 ลักษณะ คือ

1. หน้าแปลนฉาก (Angle Flanged)
2. หน้าแปลนเดี่ยว (Single Flanged)
3. หน้าแปลนคู่ (Double Flanged)
4. รางปากบาน (Flased Flanged)

ฝาปิดรางมีไว้เพื่อป้องกันอันตรายจากชิ้นส่วนที่หมุน และป้องกันการปนเปื้อนวัสดุและ ป้องกันการรั่วไหลของฝุ่น หรือวัสดุที่ล้าเลียง สิ่งที่ต้องระวัง คือ ห้ามใช้เกลียวล้าเลียงเป็นทางเดิน หรือขึ้นไปเหยียบ ที่รางมีช่องทางวัสดุออกและด้านบนมีช่องวัสดุเข้า ที่รางจะมีโครงสร้างรองรับ น้ำหนัก

6) ต้นกำลัง ปกติใช้มอเตอร์ไฟฟ้าส่งกำลังผ่านชุดทดรอบและเพลตไป เกลียวล้าเลียงใน แนวราบมักจะมีการติดตั้งมอเตอร์อยู่ด้วยแล้วและมีชุดทดรอบอยู่ในตัวต่อกันด้วยสายพาน V ซึ่งส่ง กำลังไปยังเพลตเกลียวล้าเลียง ที่หน้าแปลนของเพลตที่ติดอยู่ที่ฝาประกอบรางจะมีแผ่นกันวัสดุไหล เข้าไปในชุดทดรอบและป้องกัน ให้น้ำมันหล่อลื่นรั่วออกไปด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าแบบเกลียว มอเตอร์ (Gear Motor) ต่อกับชุดทดรอบแบบเพลตขนาด 60 : 1 ชุดเฟืองหนอน (Worm gear reduce)

มักใช้ในกรณีที่ต้องลดรอบลงมากและมีอีกหลายวิธี ซึ่งสัมพันธ์กับการส่งกำลังมีค่าต่าง กัน เนื่องจากอาจมีแนวการต่อไม่เป็นเส้นตรงทีเดียว การบำรุงรักษาไม่ถูกต้องหรืออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ เป็นต้น

2.7.2 เกลียวเอียง

เกลียวเอียงช่วยแก้ปัญหาการล้าเลียงวัสดุที่มีพื้นที่จำกัดและต้องมีชิ้นส่วนอุปกรณ์น้อยชิ้น แต่ก็มีข้อเสีย คือ ยังมีมุมเอียงมาก ปริมาณขนถ่ายยิ่งลดลง และกำลังม้าที่ต้องการก็เปลี่ยนแปลงไป ด้วย เมื่อมุมเอียงเพิ่มขึ้นทำให้ใบเกลียวผลัดวัสดุให้เคลื่อนที่ไปได้น้อยลง ทำให้วัสดุมีลักษณะปั่น ป่วนและเคลื่อนที่กลับไปกลับมา หากจะลดอาการดังกล่าวต้องการกำลังเพิ่มขึ้น นอกจากนี้หน้า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดของวัสดุในรางเกลียวเพิ่มขึ้น เนื่องจากวัสดุที่เคลื่อนที่ขึ้นตกกลับลงมาข้างล่างอีกโดยเฉพาะใน
 รางรูปตัวยู (U) ชุดแฉกระหว่างทางก็จะขัดขวางการเคลื่อนที่วัสดุ

การแก้ไข คือ

1. ไม่ควรให้เกลียวมาตรฐานเอียงเกิน 20 องศา
2. ให้ระยะห่างระหว่างใบเกลียวกับรางน้อยที่สุด
3. ให้ความเร็วรอบสูงขึ้น
4. ใช้ระยะพิชชั่น เช่น 2/3 หรือ 1/2 ของระยะพิชเต็ม
5. ไม่ใช่แบร์ริงแฉก
6. ใช้รางกลมแทนรางรูปตัวยู (U)

การคำนวณกำลังขับเคลื่อนเกลียว มีลำดับการคำนวณดังนี้

1. คำนวณกำลังม้าของเกลียวลำเลียงในแนวราบ
2. คำนวณกำลังม้าจริงที่วัสดุไปยังระดับที่ต้องการ ดังสมการ

$$HP_{Lift} = \frac{CWH}{60 \times 33000} \quad (2.2)$$

3. ประมาณกำลังขับที่ใช้ลดการเกิดการปั่นป่วนของวัสดุ ไม่สามารถคำนวณทางทฤษฎีได้
4. รวมกำลังขับที่คำนวณจากข้อ 1, 2 และ 3 เป็นกำลังขับเกลียวเดียวโดยไม่คิดประสิทธิภาพการส่งกำลังขับ

มอเตอร์ควรติดตั้งที่ด้านบนของเกลียวหรือทางด้านปล่อยวัสดุออก ข้อควรระวังอีกข้อ
 หนึ่ง คือ ชุดทดสอบที่มีน้ำมันหล่อลื่นจะวางตัวในแนวเอียงด้วย ซึ่งต้องแน่ใจว่าไม่ทำให้เกิด
 อันตรายต่อเปลวซ่า ต้องหล่อลื่นให้เพียงพอและแจกแจงระดับน้ำมันหล่อลื่น และช่องเติมและ
 ระบายน้ำมันหล่อลื่นยังใช้งานได้

2.8 เทคโนโลยีไหลเซลล์

2.8.1 แบบเส้นลวด

สเตรนเกจเป็นเส้นลวดขนาดเล็ก ที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงความต้านทานภายในเมื่อมี
 การดึงหรือกด เส้นลวดดังกล่าวถูกนำมายึดติดกับแผ่นรอง โดยทั่วไปเส้นลวดสเตรนเกจ 4 ตัว จะ
 ติดกับแกนรับน้ำหนักที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงสูง เมื่อมีน้ำหนักมากดแกนรับน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตรนเกจจะเปลี่ยนรูปไป บางส่วนถูกกดบางส่วนถูกดึง ซึ่งทำให้ความต้านทานภายในวงจรเปลี่ยนแปลง จะเกิดโวลต์เตจขึ้นที่เอาต์พุตปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนในการกลับคืนศูนย์ การกลับคืนศูนย์จะเกิดขึ้น เนื่องจากไม่สามารถหาสเตรนเกจที่มีค่าความต้านทานเท่ากันมาต่อในวงจรวิทล โตนบริดได้ ดังนั้นจึงใช้ความต้านทานขนานมาช่วยชดเชยปัญหาค่าคลาดเคลื่อนเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เส้นลวดสเตรนเกจทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ดังนั้นจึงเพิ่มตัวต้านทานนิกเกิลแบบทองแดง

1) โหลดเซลล์แบบแอนะล็อก

โหลดเซลล์สเตรนเกจแบบแอนะล็อก จะส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกไปยังจอแสดงผล และใช้วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลเพื่อแสดงค่าน้ำหนัก

2) โหลดเซลล์แบบดิจิตอล

โหลดเซลล์สเตรนเกจแบบดิจิตอลจะมีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลอยู่ในโหลดเซลล์ ซึ่งสามารถชดเชยค่าผิดพลาดต่างๆ ได้ดีกว่าและมีสัญญาณแรงกว่าโหลดเซลล์แบบแอนะล็อก

2.8.2 แบบแม่เหล็กไฟฟ้า

ขดลวดที่มีกระแสไหลผ่านวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงยกให้แทนของเครื่องซึ่งอยู่ในสถานะสมดุลที่ตำแหน่งศูนย์เมื่อมีน้ำหนักมาวางบนแทนซึ่งจะเกิดแรงกระทำต่อสถานะสมดุล จะก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวดเพิ่มขึ้น เพื่อดันให้แทนซึ่งกลับไปยังตำแหน่งศูนย์กระแสที่เกิดขึ้นแปรผันตามแรงที่กระทำ กระแสที่เปลี่ยนแปลงไปจะถูกวัดค่าและเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณแสดงเป็นค่าน้ำหนัก

ตารางที่ 2.5 เทคโนโลยีโหลดเซลล์

เทคโนโลยีโหลดเซลล์	จำนวนช่องการวัด Resolution (d)
แบบแม่เหล็กไฟฟ้า (EMFC)	มากกว่า 30,000
แบบสายลวด (Oscillation)	3 x 3,000
แบบเส้นลวด (Stian Gage)	6,000
แบบผสม (Electromechanical)	3,000
แบบสปริง (Spring)	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

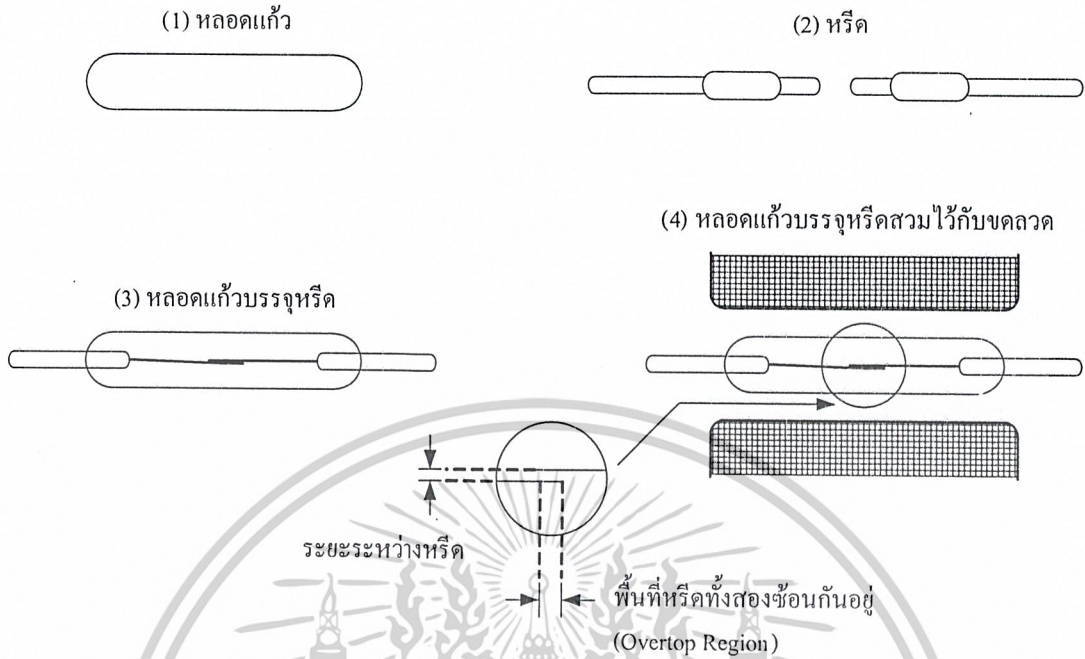
2.9 หรีดรีเลย์

หรีดรีเลย์ (Reed Relay) เป็นรีเลย์ประเภทหนึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เป็นโลหะที่มีความไวต่อสนามแม่เหล็ก เรียกว่า หรีด โดยปกติหรีดจะมี 2 อัน หรีดทั้งสองจะอยู่ในหลอดแก้วซึ่งมีก๊าซเฉื่อยบรรจุอยู่ หลอดแก้วที่บรรจุหรีดจะถูกนำไปใส่ไว้ในขดลวดอีกทีหนึ่ง เมื่อจ่ายกระแสผ่านขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก มีผลทำให้หรีดในหลอดแก้วต่อกันหรือแยกออกจากกันได้

2.9.1 โครงสร้างของหรีดรีเลย์

จากรูปที่ 2.23 จะเห็นว่าหรีดรีเลย์ประกอบด้วยหลอดแก้ว ถิ่นโลหะหรือหรีด และขดลวด เมื่อเอาหลอดแก้วบรรจุหรีด ไปสวมเข้ากับขดลวดก็จะกลายเป็นหรีดรีเลย์ขึ้นมา ปลายของหรีดทั้งสอง ที่อยู่นอกหลอดแก้ว เป็นส่วนที่ต่อออกไปใช้งาน

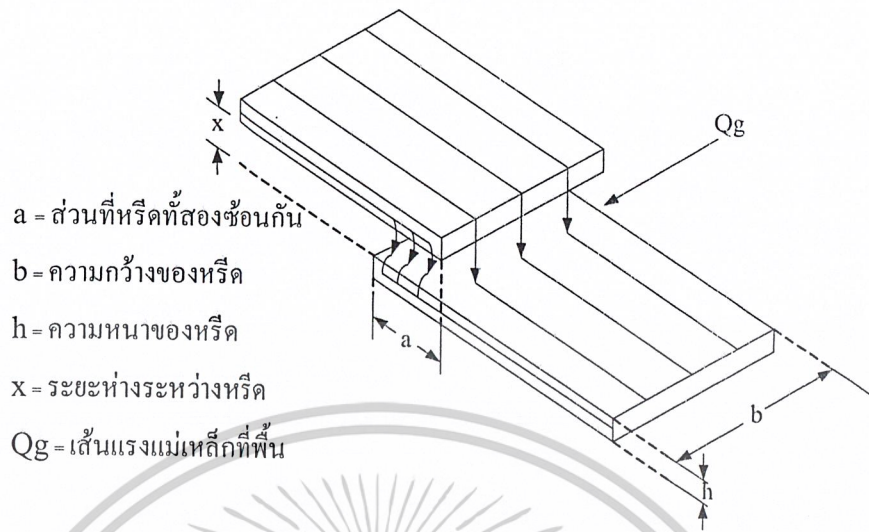
หลอดแก้ว ใช้บรรจุหรีด ปลายทั้งสองข้างของหลอดแก้วเป็นตัวยึดหรีดไว้อย่างมั่นคง ภายในหลอดแก้วจะใส่ก๊าซเฉื่อยไว้ ใน 100 ส่วนของก๊าซเฉื่อยประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจนประมาณ 97 ส่วนที่เหลืออีก 3 ส่วนเป็นก๊าซไฮโดรเจน ผู้ผลิตรีเลย์หลายแห่งอาจจะบรรจุส่วนผสมของก๊าซเฉื่อยไว้ด้วย ก๊าซฮีเลียมเป็นส่วนใหญ่ก๊าซที่ใส่ในหลอดแก้วมีจุดมุ่งหมาย เพื่อควบคุมแรงดันเบรคควาน์พร้อมกันนั้นอาร์กที่เกิดขึ้นจะถูกขจัดไป



รูปที่ 2.23 โครงสร้างของหริศเดี่ยว

หริศทำด้วยสารแม่เหล็กอย่างอ่อน โดยจะใช้โลหะผสมระหว่างเหล็กกับนิเกิล ปกติใน หลอดแก้ว 1 หลอด จะมีหริศ อยู่ 2 อัน (แต่ไม่เสมอไป) เมื่อมีสนามแม่เหล็กที่เกิดจากการจ่าย กระแสผ่านขดลวดที่อยู่รอบหลอดแก้วมากระทำต่อหริศ หริศทั้งสองก็จะกลายเป็นแม่เหล็ก ด้วย เหตุว่า หริศ มี 2 อัน ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะต่างกัน หริศจะดึงดูดเข้าหากัน หริศทำหน้าที่หลายๆ อย่างภายในตัวเอง คือ เป็นหน้าสัมผัส เป็นสปริง และเป็นอาร์เมเจอร์แม่เหล็ก ตอนหลายของหริศ ทั้งสองที่อยู่ภายในหลอดแก้วและทำหน้าที่เป็นหน้าสัมผัสนั้นจะชุบไว้ด้วยโลหะประเภททอง เงิน หรือโรเดียม โลหะแต่ละชนิดที่ใช้ทำเป็นหน้าสัมผัสจะเหมาะสมกับ โหลดขนาดต่างๆ กัน

ขณะที่หริศทั้งสองยังไม่ต่อกัน ถ้าเราจ่ายกระแสผ่านขดลวด เมื่อถึงจุดที่มีเส้นแรงแม่เหล็ก มากพอ พื้นที่ส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสของหริศจะต่อกัน พอลดกระแสของขดลวดลง สนามแม่เหล็กก็ จะลดลงด้วย ทำให้แรงดึงดูดระหว่างหริศลดลง เมื่อถึงจุดหนึ่งที่แรงดึงดูดไม่สามารถจะเอาชนะ แรงสปริงของหริศได้ หริศก็จะแยกออกจากกันด้วยแรงสปริงภายในตัวเองหน้าสัมผัสก็จะเปิด



รูปที่ 2.24 ส่วนขยายของหรีดรีเลย์

แรงดึงดูดที่ทำให้หรีดที่ขนานกันดึงดูดเข้าหากันได้นั้นเป็นไปตามกฎแมกซ์เวลล์ คือ

$$F = \frac{(\phi g)^2}{8\pi ab} \quad (2.3)$$

เมื่อ F = แรงดึงดูด

π = ค่าคงที่

a , b และ เส้นผ่านศูนย์กลาง g เป็นค่าที่กล่าวถึงแล้วในรูป

การนำหรีดใส่ไว้ในหลอดแก้วและยังมีก๊าซเฉื่อยบรรจุอยู่อีก ทำให้หรีดกับอากาศภายนอกถูกแยกจากกันโดยสิ้นเชิง ดังนั้นสิ่งสกปรกต่างๆ จากภายนอกจึงไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของหรีดรีเลย์ ซึ่งถ้าเป็นหรีดรีเลย์แบบอาร์เมเจอร์ แม้ว่าเวลาใช้งานจะมีฝ้าพลาสติกครอบอยู่ สิ่งสกปรกจำพวกฝุ่นละอองจากภายนอกก็ยังมีโอกาสเข้าไปเกาะตามหน้าสัมผัสต่างๆ อันจะเกิดผลเสียต่อการใช้งานได้

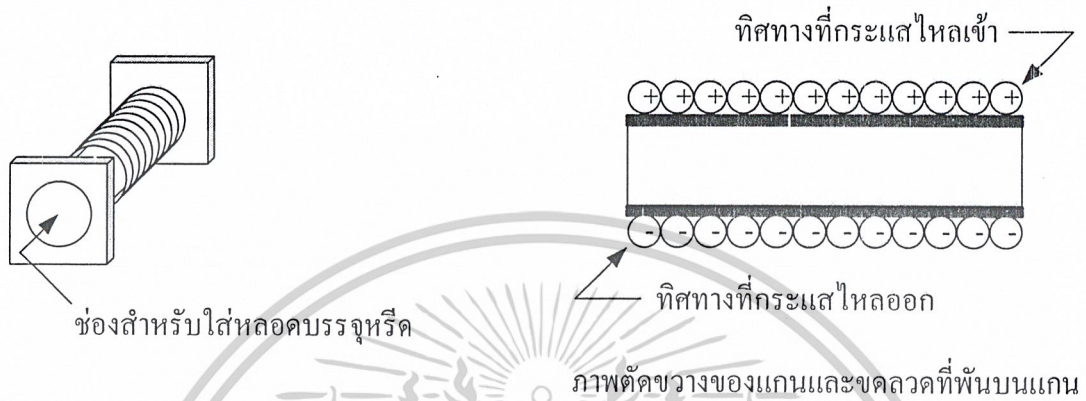
ระยะห่างระหว่างหรีดทั้งสองซึ่งอยู่ในรูปที่ 2.24 กำหนดให้ เท่ากับ X นั้น จะเป็นฉนวนระหว่างหรีดทั้งสองได้อย่างดี ในกรณีที่หรีดยังไม่ต่อกัน ฉนวนนี้มีค่าถึงประมาณ 5×10^5 เมกะ-โอห์ม ซึ่งนับว่ามีค่าสูงมาก ขนาดของหลอดแก้วที่บรรจุหรีดมีขนาดเล็กมากเมื่อใช้ร่วมกับขดลวด แก้วก็จะมีขนาดโตขึ้นอีกไม่มากนัก ดังนั้นหรีดรีเลย์จึงมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับรีเลย์แบบอื่น

อุปกรณ์ที่ออกแบบ โดยใช้หรีดรีเลย์จำนวนมากๆ จึงมีขนาดเล็กลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

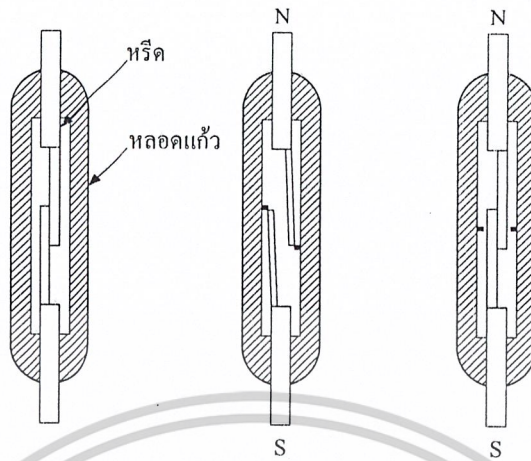
สำหรับขดลวดที่ใช้ร่วมกับหรีดนั้นก็จะเป็นขดลวดอาน้ำยาธรรมชาติเอง พันไว้บนแกนที่ทำด้วยวัสดุประเภทพลาสติก เพื่อไม่ให้เกิดปฏิกิริยาต่อสนามแม่เหล็กที่แกนของขดลวดจะมีช่องไว้สำหรับใส่หลอดแก้วที่บรรจุหรีดดังในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ลักษณะของแกนขดลวด

2.9.2 การทำงานของหรีดรีเลย์

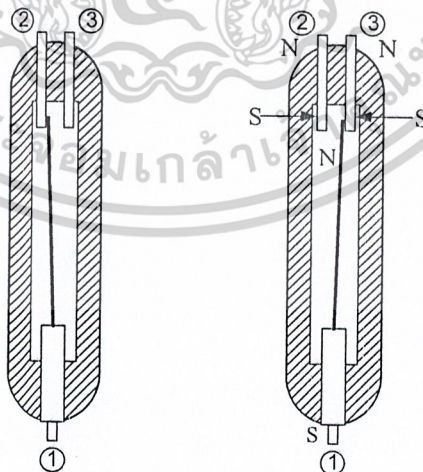
จากรูปที่ 2.26 เป็นหรีดรีเลย์แบบ A คือ ขณะยังไม่ทำงานหน้าสัมผัสยังไม่ต่อกัน ในรูป 2.26 ก. เป็นรีเลย์ในสภาพปกติ ยังไม่มีกระแสผ่านขดลวดซึ่งอยู่รอบๆ หลอดแก้ว (ในที่นี้ไม่แสดงขดลวดให้เห็น) หรีดทั้งสองที่อยู่ในหลอดแก้ว มีความยาวเท่ากันและจะเคลื่อนตัวได้เมื่อเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นพอจ่ายกระแสผ่านขดลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กและมี ขั้วต่างกัน ดังในรูปที่ 2.26 (ข). สนามแม่เหล็กเมื่อมีค่ามากพอหรีดทั้งสองก็จะต่อกัน ดังรูปที่ 2.26 (ค). เมื่อหยุดจ่ายกระแสให้ขดลวดสนามแม่เหล็ก ก็จะลดลงจนถึงจุดที่ไม่สามารถจะเอาชนะแรงสปริงของหรีดได้ หรีดก็จะแยกออกจากกันกลับสู่สภาพเดิม ดังในรูปที่ 2.26 (ก). อีกครั้ง



(ก). สภาพปกติ (ข). ขณะมีกระแสผ่าน (ค). ขณะไม่มีกระแสผ่าน

รูปที่ 2.26 หรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ A

ในรูปที่ 2.27 เป็นหรีดรีเลย์ซึ่งมีหน้าสัมผัสเป็นแบบ B หรือ เบรก (Break) หน้าสัมผัสในสภาพปกติจะต่อกันอยู่จะสังเกตได้ว่า หรีดรีเลย์ในรูปนี้มีความยาวของหรีดไม่เท่ากัน หรีดที่อยู่ส่วนบนจะสั้นกว่าหรีดอันล่าง ขณะที่รีเลย์ทำงานจะมีหรีดเพียงอันเดียวเท่านั้นที่เคลื่อนที่ คือ หรีดอันล่างส่วนหรีดอันบนนั้นจะถูกตรึงอยู่กับที่



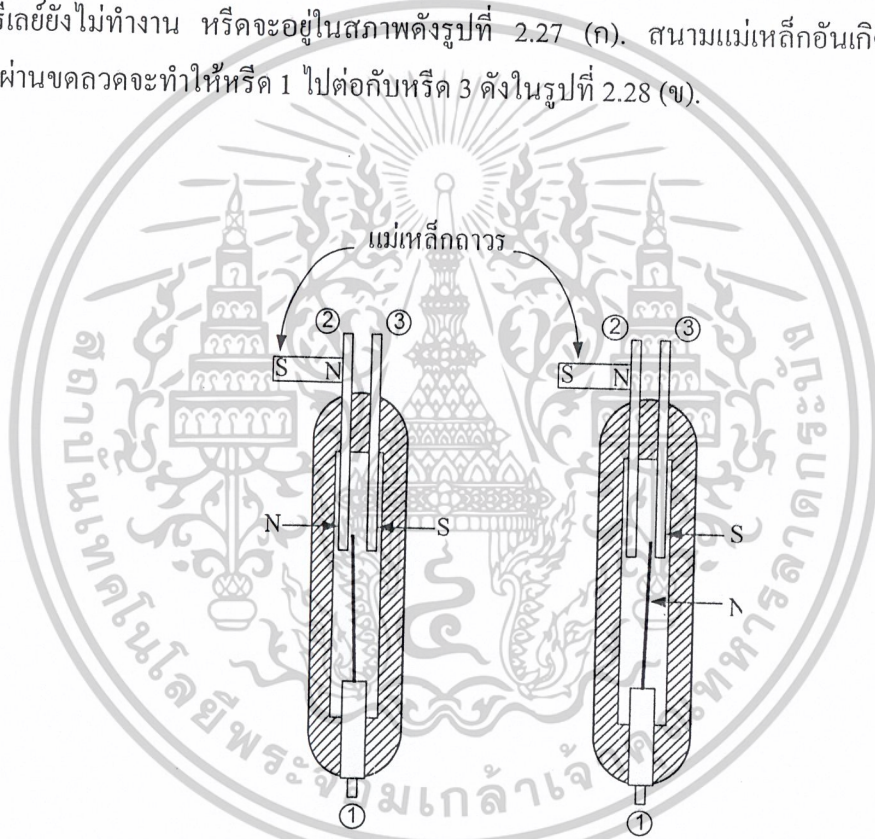
(ก). หรีดรีเลย์ขณะยังไม่ทำงาน (ข). หรีดรีเลย์ขณะทำงาน

รูปที่ 2.27 หรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.27 ก. รีเลย์ยังไม่ทำงาน หน้าสัมผัส 1 และ 2 จะต่อกันอยู่โดยการบังคับทางกลไก เมื่อจ่ายกระแสผ่านขดลวดทำให้หรีดทั้ง 3 อัน กลายเป็นแม่เหล็ก หรีดอันบนทั้งสองจะมีขั้วเหมือนกัน ส่วนหรีดอันล่างจะมีขั้วต่างกับสองอันข้างบน ดังรูป 2.27 (ข). เมื่อสนามแม่เหล็กมีค่ามากพอ หรีด 1 จะไปต่อกับหรีด 3

รูปที่ 2.28 เป็นหรีดรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเป็นแบบ C เช่นเดียวกับในรูปที่ 2.27 แต่หรีด 1 กับหรีด 2 ถูกบังคับให้ต่อกัน โดยอาศัยอำนาจของแม่เหล็กถาวรซึ่งติดอยู่กับตอนกลางของหรีด 2 หรีดรีเลย์แบบนี้เป็นแบบ “Magnetically Biased” คือ อาศัยอำนาจแม่เหล็กถาวรบังคับให้หรีดต่อกัน ขณะที่รีเลย์ยังไม่ทำงาน หรีดจะอยู่ในสภาพดังรูปที่ 2.27 (ก). สนามแม่เหล็กอันเกิดจากการจ่ายกระแสผ่านขดลวดจะทำให้หรีด 1 ไปต่อกับหรีด 3 ดังในรูปที่ 2.28 (ข).



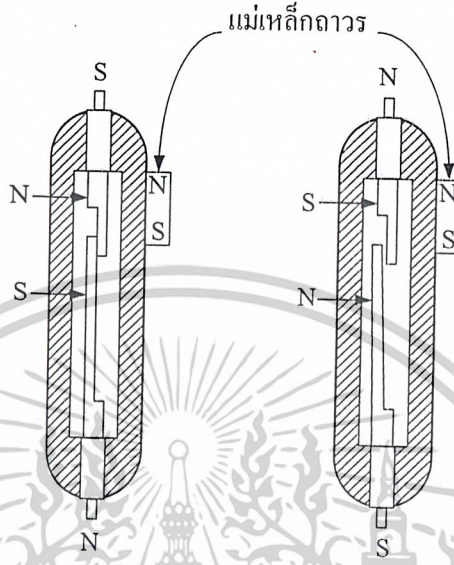
(ก). หรีดรีเลย์ขณะยังไม่ทำงาน (ข). หรีดรีเลย์ขณะทำงาน

รูปที่ 2.28 หรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ C ใช้แม่เหล็กถาวร

การทำงานให้หรีดต่อกันโดยใช้แม่เหล็กถาวรช่วย หรือ ที่เรียกว่า “Magnetically Bias” นอกจากจะใช้กับหรีดรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสแบบ C แล้วยังใช้ได้กับหน้าสัมผัสแบบ B ด้วยดังในรูปที่ 2.28 แม่เหล็กถาวรซึ่งวางแนบอยู่ทางด้านข้างของหลอดแก้ว ต่อกันดังรูปที่ 2.29 (ก). เมื่อมีสนามแม่เหล็กของหรีดเปลี่ยนไปในทิศทางตรงกันข้าม สนามแม่เหล็กจากขดลวดจะทำให้หรีดที่ต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่แยกออกดังรูปที่ 2.29 (ง). พอหยุดจ่ายกระแสให้ขดลวดแม่เหล็กถาวรก็จะมีอำนาจดึงดูดให้เหล็กติดต่อกันอีก



(ก). หรีดรีเลย์ขณะจ่ายกระแสขดลวดแม่เหล็กถาวร (ง). ขณะหยุดจ่ายกระแส
รูปที่ 2.29 หรีดรีเลย์หน้าสัมผัสแบบ B ใช้แม่เหล็กถาวร

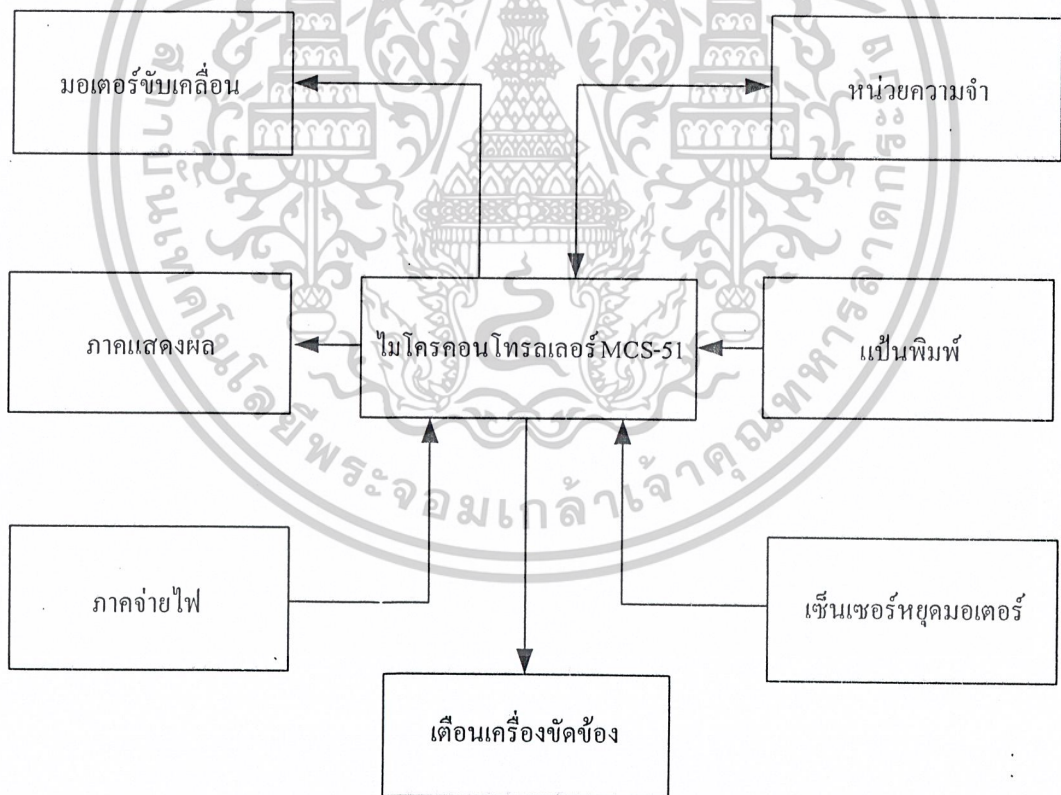
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบวงจรประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการออกแบบโปรแกรมควบคุมในส่วนต่างๆ และส่วนที่ 3 คือ ส่วนของการออกแบบโครงสร้างของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ ผังการทำงานรวมของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของระบบเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

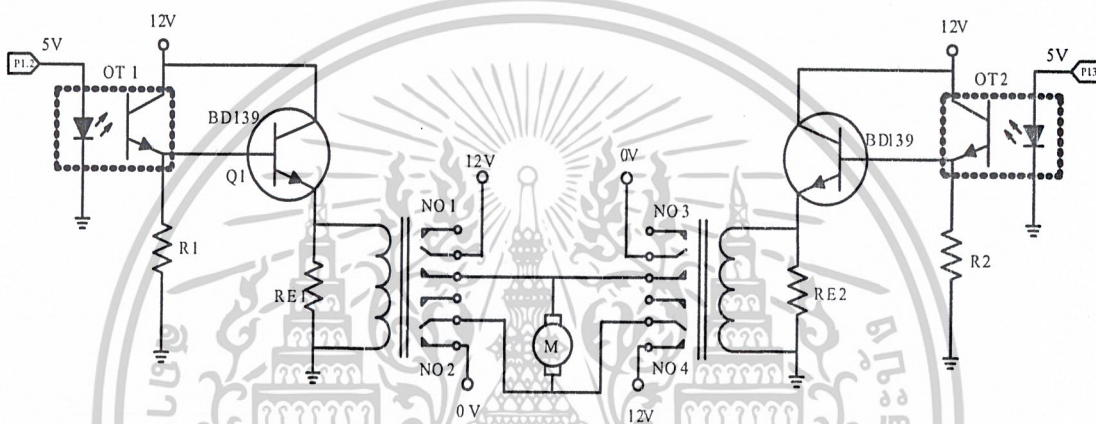
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

3.2.1 วงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์

1) การออกแบบและการสร้าง

วงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์ใช้หลักการตัดต่อสวิตช์ด้วยรีเลย์ 2 หน้าสัมผัส 2 ตัว เพื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ วงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์

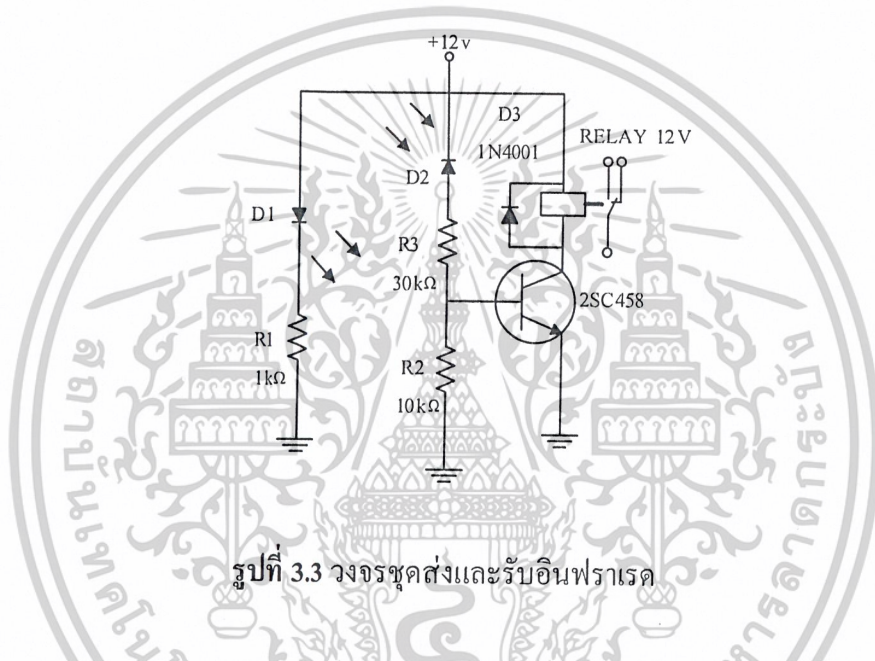
2) การทำงาน

เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนขวาให้ปิดสวิตช์ SW₁ ออปโตทรานซิสเตอร์ OT₁ จะนำกระแสทำให้แรงดันตกคร่อมความต้านทาน R₁ และทำการขยายแรงดันด้วยทรานซิสเตอร์ BD139 เกิดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน RE₁ ซึ่งเป็นแรงดันขดลวดของหน้าสัมผัสรีเลย์ NO₁ และ NO₂ ปิดวงจรทั้ง 2 หน้าสัมผัสครบวงจร มอเตอร์จะหมุนขวา โดยที่ขาร่วมของหน้าสัมผัสที่ 1 จะต่อกับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้า 12 โวลต์ และขาร่วมของหน้าสัมผัสที่ 2 จะต่อเข้ากับขากราวด์

ในการส่งให้มอเตอร์หมุนซ้ายนั้น ทำได้โดยการปิดสวิตช์ SW₂ ออปโตทรานซิสเตอร์ OT₂ จะนำกระแส ทำการขยายแรงดันไฟฟ้าเพิ่มโดยใช้ทรานซิสเตอร์ BD139 ทำให้ขดลวดรีเลย์เกิดเหนี่ยวนำ ทำให้หน้าสัมผัส NO₃ และ NO₄ ปิดวงจร โดยที่ขาร่วมของรีเลย์ของหน้าสัมผัสที่ 3 จะต่อกับไฟกราวด์ของแหล่งจ่าย 12 โวลต์ และขาร่วมของหน้าสัมผัสที่ 4 จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟบวก 12 โวลต์ ครบวงจร มอเตอร์จะหมุนซ้าย

3.2.2 วงจรชุดส่งและรับอินฟราเรด

ในการทำงานของภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด จะใช้เลเซอร์ไดโอดต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน R_1 ซึ่งเลเซอร์ไดโอดจะทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดแสงเพื่อส่งไปยังภาครับสัญญาณอินฟราเรด และการทำงานของวงจรับสัญญาณอินฟราเรดนั้น จะเห็นได้ว่าโฟโต้ไดโอดจะต่อแบบรีเวิร์สไบอัส ดังนั้นในขณะที่ไม่มีแสงอินฟราเรดมาตกกระทบตัวมัน จะทำให้เกิดกระแสไหลผ่านไดโอดอย่างมาก จึงเกิดแรงดันที่มากเพียงพอไปขับทรานซิสเตอร์สั่งให้รีเลย์ทำงาน

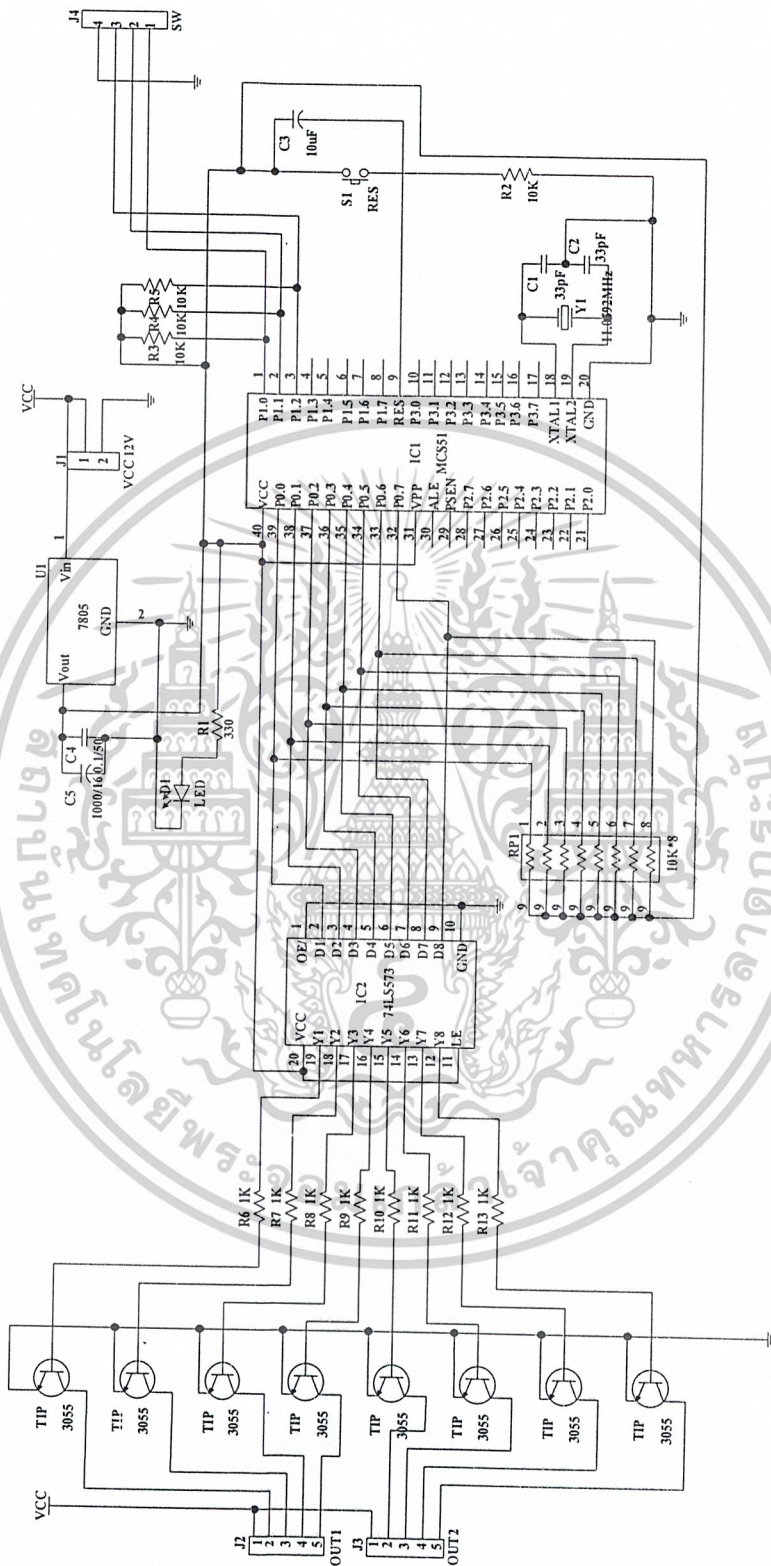


รูปที่ 3.3 วงจรชุดส่งและรับอินฟราเรด

3.2.3 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

จากรูปที่ 3.4 จะใช้พอร์ต 0 ส่งข้อมูลไปยังไอซีไดรเวอร์กระแสสูงแบบคอลเล็กเตอร์เปิดเบอร์ ULN2003 ด้วยการใช้ไอซีแบบนี้ทำให้สามารถเลือกแรงดันสำหรับขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้กว้างขวางตั้งแต่ 5-30 โวลต์ โดย ULN2003 มีความสามารถในการจ่ายกระแสได้สูงสุด 500 มิลลิแอมป์ต่อขา ทั้งนี้ต้องเตรียมแหล่งจ่ายไฟให้มีความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงเพียงพอ

เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนให้ส่งข้อมูล 1 ไต่เรียงไปตามลำดับจาก P0.0 ถึง P0.3 แล้ววนกลับมาไปที่ P0.0 ใหม่ หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางก็ให้ส่งข้อมูลย้อนกลับ โดยเริ่มจาก P0.3 ก่อนแล้วสิ้นสุดรอบที่ P0.0 แล้ววนกลับไปที่ P0.3 ใหม่ เมื่อ ULN2003 ได้รับข้อมูล 1 ก็จะทำการกลับลอจิก จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของมอเตอร์ที่ต่ออยู่กับขาเอาต์พุตที่ทำงานส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของแกนมอเตอร์ขึ้น

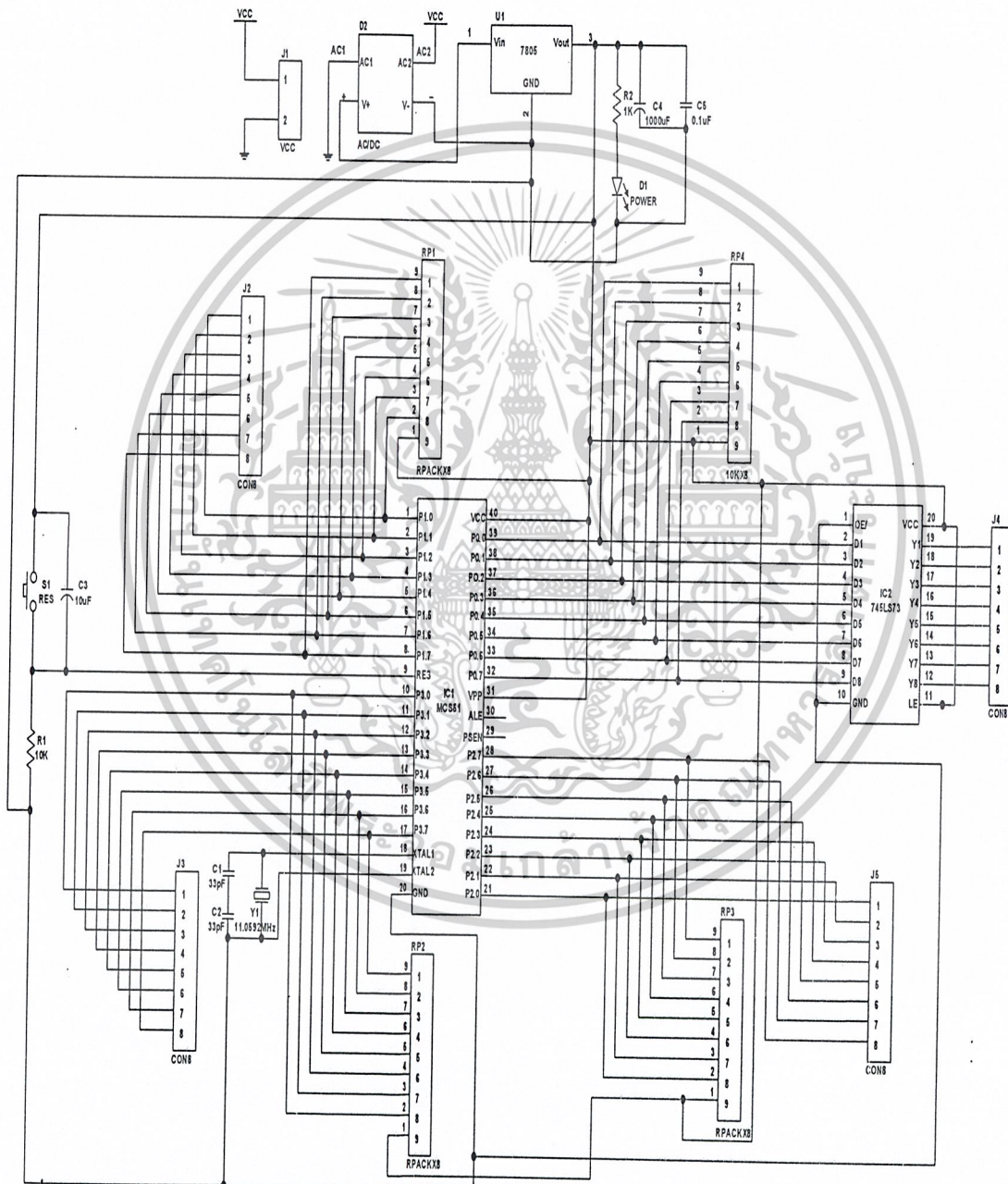


รูปที่ 3.4 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรที่ใช้สำหรับในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ขับเคลื่อนโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดย MCS-51 จะรับสัญญาณจากวงจรตั้งเวลาและจะประมวลผลส่งออกไปที่พอร์ต P0 เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ขับเคลื่อน

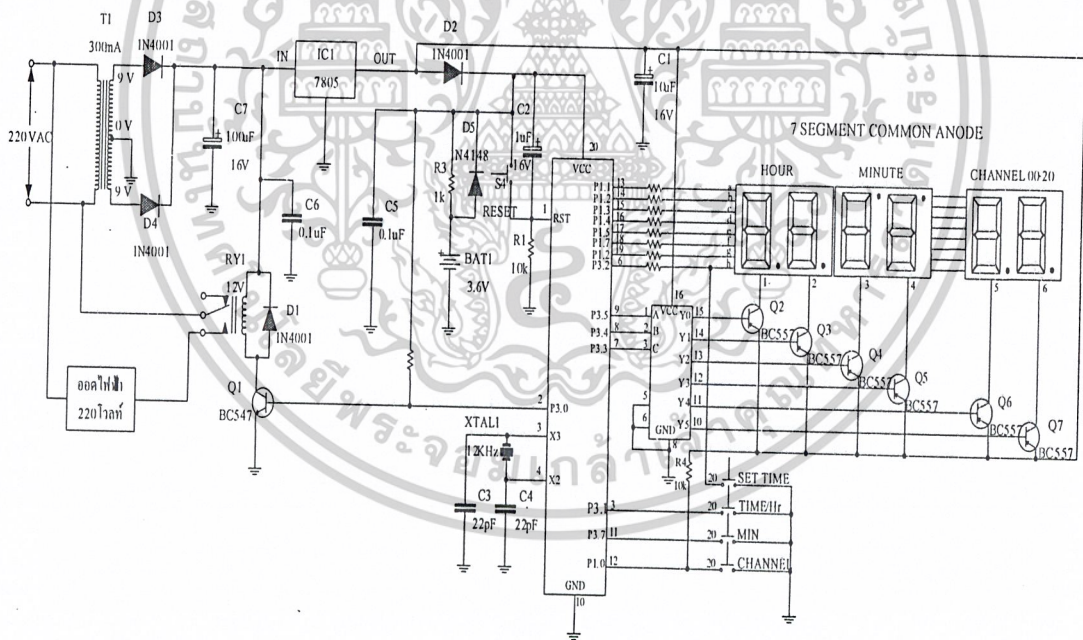


รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

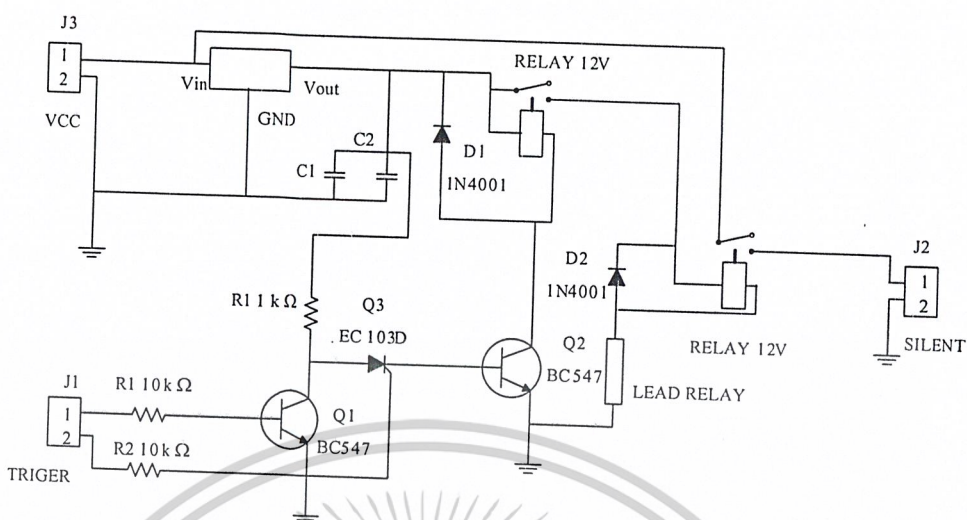
3.2.5 วงจรควบคุมการตั้งเวลา

วงจรการตั้งเวลา จากรูปที่ 3.6 หัวใจหลักของวงจรถูกอยู่ที่ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 ที่ทำงานตามโปรแกรมภายในที่อยู่ในหน่วยความจำโปรแกรมภายใน การทำงานของวงจร เริ่มต้นที่ขาพอร์ต P1.1 ถึง P1.7 ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลตัวเลขไปขับตัวแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งจะเป็นตัวแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน แบบคอมมอนแอนโอดที่ขาของตัวแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน จะต่อกับทรานซิสเตอร์ Q2-Q7 เพื่อรองรับไฟบวก 5 โวลต์ ที่ไหลจากขาอิมิตเตอร์ไปยังขาคอลเล็กเตอร์ ส่วนขาเบสของทรานซิสเตอร์จะต่อเรียงกับเอาต์พุตของไอซี3 ซึ่งทำหน้าที่เป็นดีโค้ดเดอร์โดยมีอินพุต 3 เส้นและเอาต์พุต 8 เส้น ซึ่งที่ขาอินพุตจะรับข้อมูลเลขรหัส BCD จากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทางขาพอร์ต P3.3, P3.4 และ P3.5 เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่งรหัส BCD ให้กับไอซี 3 เอาต์พุต Y0 ถึง Y5 ก็จะมีสัญญาณลอจิก 0 ไล่เรียงกันและส่งไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2-Q7 และขณะเดียวกันที่พอร์ต P1.1 ถึง P1.7 ก็จะมีส่งข้อมูลตัวเลขให้กับขา a ถึง g ของตัวแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน



รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมการตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรเตือนเครื่องขัดข้อง

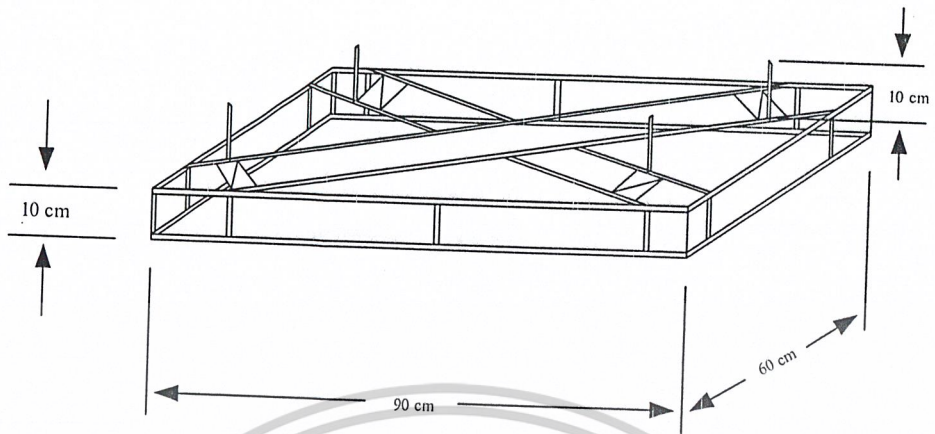
3.3 การออกแบบทางด้านเครื่องกล

ในการออกแบบทางด้านเครื่องกลของโครงการเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัตินั้น จากหลักการในการทดสอบความเร็วของมอเตอร์ให้มีความเร็วลดลง จะทำให้กำลังขับเคลื่อนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในมอเตอร์กระแสตรงที่มีเกียร์ทดในตัวจะสามารถลดความเร็วในการขับเคลื่อนและเพิ่มกำลังขับเคลื่อนให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของมอเตอร์ชนิดนี้ แต่ความเร็วที่ต้องการนำไปใช้ในโครงการต้องมีความเร็วที่ต่ำมาก จึงต้องอาศัยคุณสมบัติทางเครื่องกลมาแก้ไขข้อบกพร่องของมอเตอร์

3.3.1 การออกแบบฐานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

การออกแบบส่วนฐานนั้นจำเป็นต้องออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักของส่วนประกอบต่างๆ ที่จะติดตั้งไว้บนตัวเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

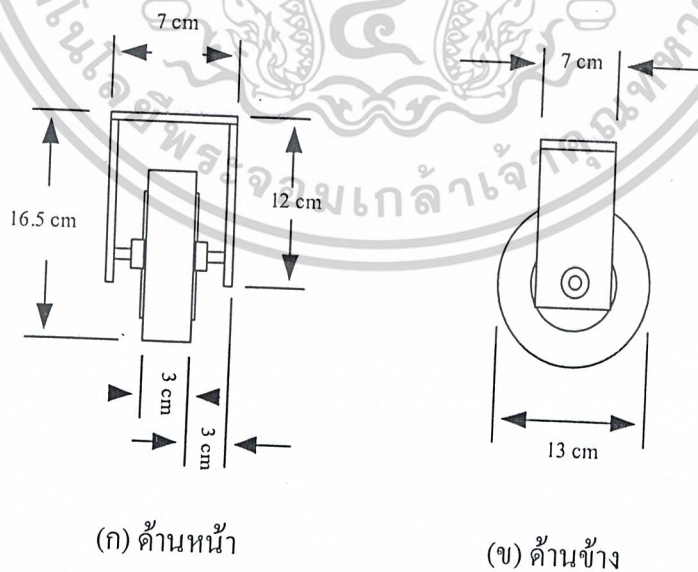
โดยการใช้ท่อเหล็กสี่เหลี่ยมออกแบบให้เป็นที่เหล็กจัตุรัส ด้านละ 600 มิลลิเมตร 2 ชั้น ชั้นบนนั้น จะเป็นกรอบสี่เหลี่ยมมีการเชื่อมสานท่อเหล็กสี่เหลี่ยมไขว้กันเพื่อความแข็งแรงให้มากขึ้นซึ่งส่วนนี้จะอยู่ด้านบน ส่วนด้านล่างนั้นจะเป็นกรอบสี่เหลี่ยมซึ่งไม่มีการเชื่อมท่อเหล็กสี่เหลี่ยมสานกัน เพื่อด้านล่างเป็นบริเวณสำหรับติดตั้งล้อและระบบการขับเคลื่อนของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ



รูปที่ 3.9 ฐานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

3.3.2 การออกแบบชุดเพลาล้อ

ชุดเพลานั้นมีหน้าที่แบกรับน้ำหนักของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติทั้งหมดซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดก็ได้ การออกแบบนั้นไม่มีความยุ่งยากมากนักเพียงแต่นำเพลาลูกกลิ้งมาทำการกลิ้งเนื้อเหล็กออกบริเวณส่วนปลายทั้ง 2 ด้านของเพลาดำขนาดดังรูปที่ 3.9



(ก) ด้านหน้า

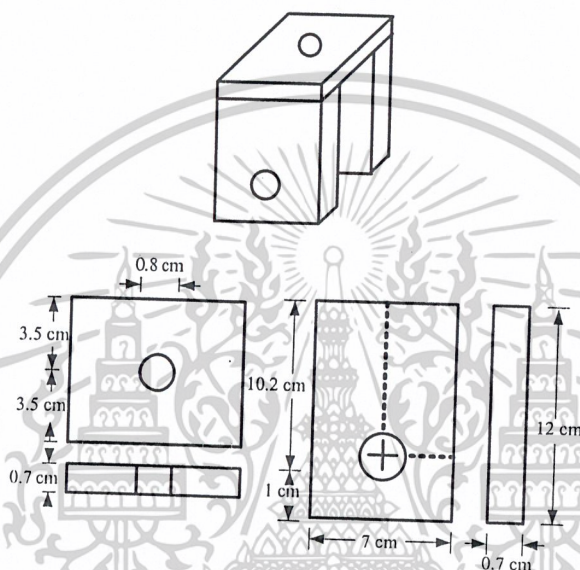
(ข) ด้านข้าง

รูปที่ 3.10 ชุดเพลาล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การออกแบบชุดยึดล้อยึด

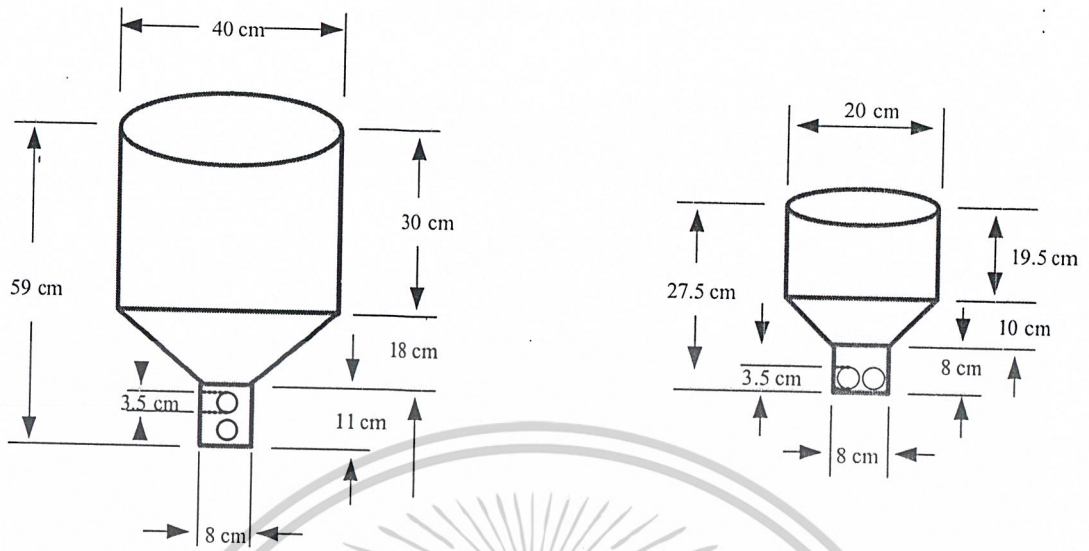
สำหรับในส่วนนี้เป็นการออกแบบชุดสำหรับจับยึดเพลาล้อย ที่ทำการออกแบบไว้แล้วในหัวข้อที่ผ่านมา จะมีลักษณะเป็นเหมือนรูปตัวยู ซึ่งจะมีอยู่ 2 ลักษณะด้วยกัน ลักษณะแรกเป็นชุดยึดล้อยึดที่มีมอเตอร์ ซึ่งจะทำงานด้วยกันทั้งหมด 2 ชุด ส่วนอีกลักษณะหนึ่งเป็นชุดยึดล้อยึดที่ไม่มีมอเตอร์ก็จะทำงานด้วยกัน 2 ชุด ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.11 ชุดยึดล้อยึด

3.3.4 การออกแบบขนาดถังของเครื่องให้อาหารไก่อัตโนมัติ

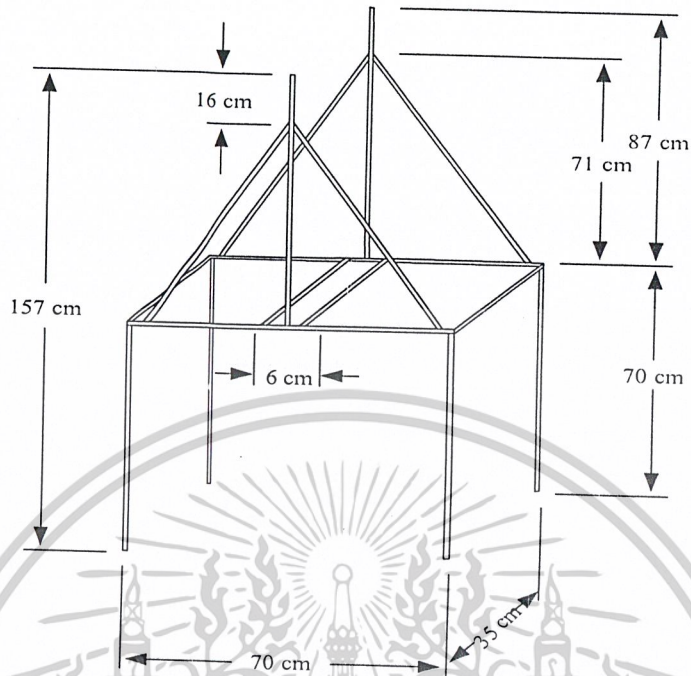
ส่วนนี้จะประกอบด้วยถัง 2 ขนาดด้วยกัน คือ ถังขนาดใหญ่ใช้สำหรับบรรจุอาหาร 10 กิโลกรัมและถังขนาดเล็กใช้สำหรับบรรจุอาหาร 3 กิโลกรัม ซึ่งมีลักษณะดังในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.12 ถังขนาดใหญ่และถังขนาดเล็ก

3.3.5 โครงสำหรับติดตั้งถังอาหาร

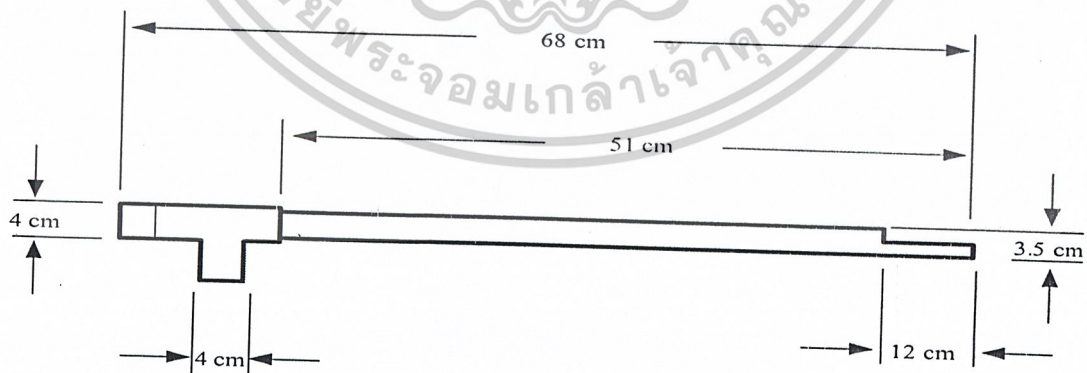
ส่วนนี้ใช้สำหรับติดตั้งถังอาหารทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก โดยยึดติดตั้งขนาดใหญ่ไว้ด้านบน ส่วนถังขนาดเล็กไว้ด้านล่าง ซึ่งในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.13 โครงสำหรับติดตั้งถังอาหาร

3.3.6 ท่อลำเลียงอาหารไก่ไข่

ส่วนนี้ใช้สำหรับลำเลียงอาหาร ซึ่งจะมีเกลียวถ้ำเลียงอาหารอยู่ภายในท่อ โดยอาหารจะไหลออกมาทางด้านปลายข้างหนึ่ง ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งจะใช้ยึดติดสตีปเปอร์มอเตอร์เข้ากับถังขนาดเล็ก ซึ่งแสดงดังในรูปที่ 3.13

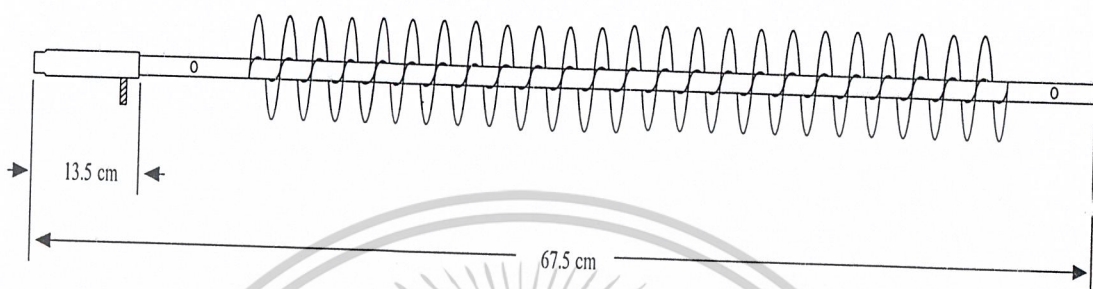


รูปที่ 3.14 ท่อลำเลียงอาหารไก่ไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

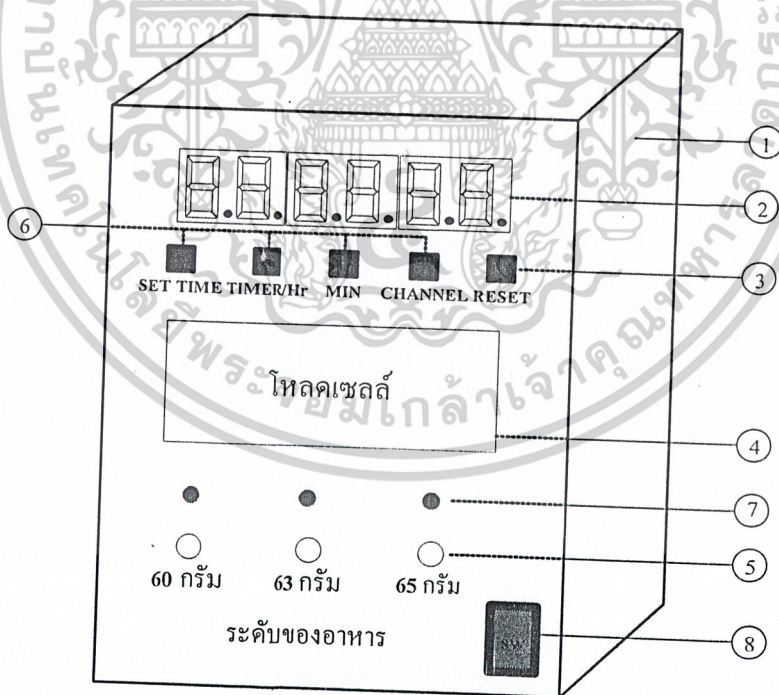
3.3.7 เกลียวลําเลียงอาหาร

ส่วนนี้ใช้สำหรับลําเลียงอาหารไก่ไข่ให้ไหลออกมาตามท่อลําเลียงอาหาร ตามขนาดนํ้าหนักที่ต้องการ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.15 เกลียวลําเลียงอาหาร

3.3.8 กล่องควบคุม



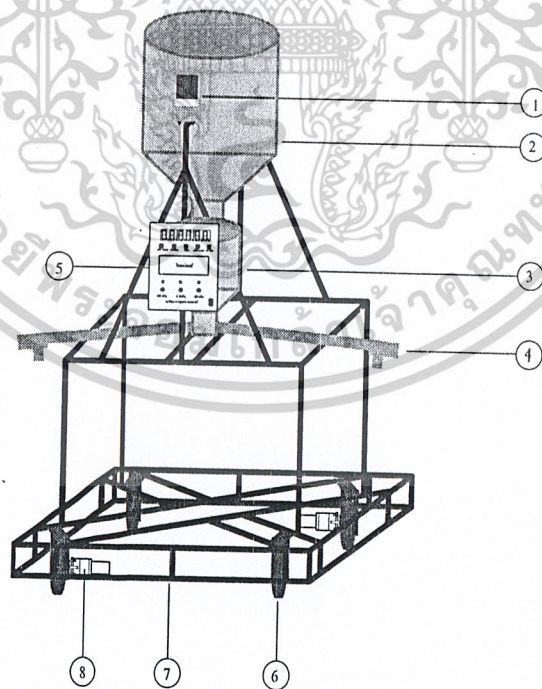
รูปที่ 3.16 กล่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.16 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของกล่องควบคุม มีดังนี้

- ① กล่อง
- ② จอแสดงผลแอลซีดีแบบ 7 ส่วน
- ③ ปุ่มกดตั้งเวลา
- ④ จอโพลคเซลล์
- ⑤ ปุ่มกดเลือกอาหาร
- ⑥ ปุ่มตั้งเวลา
- ⑦ ไดโอดเปล่งแสง
- ⑧ สวิตช์เปิด-ปิด

3.4 โครงสร้างภายนอกของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ



รูปที่ 3.17 โครงสร้างของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.17 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัต

- ① ไฟฉุกเฉิน
- ② ถังขนาดใหญ่
- ③ ถังขนาดเล็ก
- ④ ท่อลำเลียงอาหาร
- ⑤ ถังรองควบคุม
- ⑥ สีส
- ⑦ ฐานของเครื่อง
- ⑧ สตีปเปอร์มอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

สำหรับการทดลองการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัตินั้น แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ การทดลองการทำงานทางด้านเครื่องกล การทดลองการชั่งน้ำหนัก การทดลองการควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัตินี้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

4.2 การทดลองการทำงาน

การทดลองการทำงานของวงจรที่ทำการออกแบบ สามารถทดลองดังต่อไปนี้

4.2.1 การทดลองวงจรขั้วมอเตอร์ด้วยรีเลย์

การทดลองวงจรขั้วมอเตอร์ด้วยรีเลย์ทำได้ดังนี้คือ

1. ทดลองจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ความต้านทาน 150 โอห์ม ที่ขา 1 ของออปโตทรานซิสเตอร์ ด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์
2. พิจารณาการตัดต่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ สามารถใช้งานได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ให้ทำการตรวจสอบความคิดพลาดของวงจรที่ออกแบบ และทำการแก้ไขการทดลองซ้ำอีกครั้ง
3. พิจารณาแรงดันไฟฟ้าที่ได้ออกจากวงจร และทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ทิศทางของการหมุนมอเตอร์โดยใช้วงจรขั้วด้วยรีเลย์

ลำดับที่	OT1	OT2	ทิศทางการหมุนมอเตอร์	แรงดันที่เอาต์พุต
1	0	0	-	-
2	0	1	หมุนทวนเข็มนาฬิกา	- 12 โวลต์
3	1	0	หมุนตามเข็มนาฬิกา	12 โวลต์
4	1	1	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองควบคุมการทำงานของวงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด

เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัตินี้ จะสามารถทำงานด้วยการส่งและการรับ คือ วงจรรับส่งอินฟราเรดจะติดอยู่ที่ปลายของถังใหญ่ การทำงานเมื่ออาหารเต็มวงจรอินฟราเรดจะไม่ทำงานจะอยู่ในสถานะพร้อมที่จะทำงานและเมื่ออาหารหมดอินฟราเรดจะส่งสัญญาณออกไปที่อุปกรณ์เตือนว่าอาหารในถังหมดการที่อุปกรณ์เตือนเครื่องจัดซื้อนี้จะเปิดไฟฉุกเฉินจะทำการหมุน เมื่อเติมอาหารใส่ลงไปจนถึงอุปกรณ์เตือนก็จะดับ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของวงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด

ครั้งที่	อุปกรณ์ฉุกเฉิน/ไฟฉุกเฉิน	
	อาหารเต็ม	อาหารหมด
1	ไม่ทำงาน	ทำงาน
2	ไม่ทำงาน	ทำงาน
3	ไม่ทำงาน	ทำงาน
4	ไม่ทำงาน	ทำงาน
5	ไม่ทำงาน	ทำงาน

1) การทดลองส่ง – รับอินฟราเรด

การทดลองส่งและรับสัญญาณอินฟราเรดได้ทำการทดลอง 10 ครั้ง คือ ถ้าอาหารในถังเต็มอุปกรณ์จะไม่ทำงานและเมื่ออาหารในถังหมดอุปกรณ์เตือนก็จะทำงาน

4.2.3 การทดลองวงจรสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การทดลองวงจรสเต็ปเปอร์มอเตอร์ วงจรจะทำงานเมื่อได้รับสัญญาณจากวงจรควบคุมการตั้งเวลาและวงจรสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะมีระดับการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ โดยจะต้องรอสัญญาณในการกดเลือกระดับอาหารแล้ววงจรสเต็ปเปอร์จะทำงาน

ตารางที่ 4.3 ระดับอาหาร

ครั้งที่	จำนวนอาหาร (กรัม)		
	ระดับอาหาร 60 กรัม	ระดับอาหาร 63 กรัม	ระดับอาหาร 65 กรัม
1	61	64	66
2	59	64	65
3	61	63	66
4	60	62	65
5	60	63	65

4.2.4 การทดสอบควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

การทดสอบการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัตินี้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อตรวจสอบการสั่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งมีส่วนประกอบ คือ การทดสอบทางด้านวงจร

1) การทดสอบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรควบคุม

เนื่องจากการออกแบบวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ดังนั้นการทดสอบการทำงานสามารถทดสอบการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งในระบบนี้มีการออกแบบโปรแกรมขึ้นมา เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัตินี้ด้วยโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำงานในแอดเดรส (Address) ที่ออกโปรแกรมไว้ โดยวงจรขั้วมอเตอร์เป็นการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แสดงไว้ในบทที่ 3

ตรวจสอบการทำงานของวงจรว่าสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ โดยทำการทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ แทนการจ่ายด้วยสถานะ 1 และกราวด์ แทนสถานะ 0 ที่ได้จากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เมื่อจ่ายสถานะ 1 ให้ทางด้านเอาต์พุตจะมีสถานะ 1 ซึ่งเป็นไฟบวก 5 โวลต์ไปทำการขยายกำลังเพิ่มเพื่อขั้วมอเตอร์ต่อไปและจ่ายสถานะ 0 สถานะที่เอาต์พุต จะเป็น 0 ไม่มีแรงดันไปขยายออกวงจรจับ

4.2.5 การทดสอบวงจรควบคุมการตั้งเวลา

การทดสอบการตั้งเวลาในการให้อาหารไก่ไข่นั้นมี 3 เวลาดังนี้ คือ 8.30 น., 11.30 น. และ 16.00 น. แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรควบคุมการตั้งเวลา

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ตั้ง		
	8.30 น.	11.30 น.	16.00 น.
1	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
2	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
3	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
5	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน

ในการทดลอง พอถึงเวลาที่กำหนด รีเลย์จะทำการตัดสัญญาณและส่งสัญญาณไปยังวงจรขับมอเตอร์ให้มอเตอร์ทำงาน

4.2.6 การทดลองวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า

วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้าเป็นวงจรแหล่งจ่ายที่ได้รับแรงดันอินพุตจากแบตเตอรี่ 2 ก้อน ซึ่งแต่ละก้อนจะมีแรงดันเท่ากับ 12 โวลต์ เมื่อใช้แบตเตอรี่จำนวน 2 ก้อน จะทำให้มีแรงดันเท่ากับ 24 โวลต์ จึงจะต้องทำการปรับแรงดันให้ลดลงเหลือ 12 โวลต์ เพื่อจ่ายให้กับวงจรควบคุมทิศทางและวงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์ วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และวงจรควบคุมการตั้งเวลา ซึ่งผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.5 การทดลองวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า

การทดลอง	แรงดัน
อินพุต	24 โวลต์
เอาต์พุต	12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 การทดลองวงจรโพลดเซลล์

การทดลองวงจรโพลดเซลล์ วงจรโพลดเซลล์จะทำการส่งอาหารทั้งหมด 3 ค่า คือ 3,000 3,200 และ 3,400 กรัม โดยทำการชั่ง เมื่อได้น้ำหนักที่กำหนดไว้จะส่งค่าไปแปลงสัญญาณแล้วส่งสัญญาณไปยังวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะทำการประมวลผล เพื่อส่งสัญญาณไปให้วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ แล้วสั่งให้มอเตอร์ปล่อยอาหารให้หยุดตามน้ำหนักที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.6 ผลการชั่งน้ำหนัก

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักที่วัดได้		
	ผลการชั่ง 3,000 กรัม	ผลการชั่ง 3,200 กรัม	ผลการชั่ง 3,400 กรัม
1	3,000	3,200	3,400
2	3,000	3,200	3,400
3	3,000	3,200	3,400
4	3,000	3,200	3,400
5	3,000	3,200	3,400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 บทสรุป

โครงการชุดเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ สามารถทำงานได้ด้วยการควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งการควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นั้นจะใช้การออกแบบทางด้านโปรแกรม โดยการออกแบบพอร์ตขานานเพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติควบคุมได้ตามต้องการ

อย่างไรก็ตาม เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติยังมีข้อบกพร่องบางประการในการทำงาน ทางคณะผู้จัดทำจึงได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการพัฒนาในอนาคตโดยมีรายละเอียดดังในหัวข้อต่อไป

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

เนื่องจากการทำงานของโครงการชุดนี้ มีข้อบกพร่องทั้งด้านการออกแบบ และการควบคุมอยู่บ้าง ซึ่งสามารถแยกปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1. ปัญหา การออกแบบทางด้านเครื่องกล ในแกนที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ล้อของฐานล่าง มีการยึดล้อที่ใช้สกรูยึด แต่ในบางครั้งสกรูจะยึดแกนของมอเตอร์ไม่ได้

แนวทางแก้ไข ทำการออกแบบแกนของมอเตอร์ใหม่ โดยใช้การเจาะแกนของมอเตอร์ประมาณ 1 – 2 มิลลิเมตร เพื่อที่จะให้สกรูกับแกนของมอเตอร์ติดอยู่

2. ปัญหา การออกแบบด้านวงจรของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51ที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ กระแสตรง ถ้าให้ส่งสัญญาณออกไปยังสเต็ปเปอร์มอเตอร์กระแสตรง สเต็ปเปอร์มอเตอร์กระแสตรงจะไม่สามารถหมุนได้

แนวทางแก้ไข ทำการออกแบบวงจรใหม่ โดยใช้ไอซี 74HC573 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ของวงจรโดยต่อเข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้ต่อออกมายังวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วยรีเลย์

5.2 แนวทางการพัฒนา

แนวทางการพัฒนาโครงการชุดเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติผู้จัดทำขอเสนอแนว
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการค้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่มีการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางที่สามารถทำได้ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาด้านวงจรและโปรแกรมการพัฒนาด้านนี้สามารถปรับปรุงการควบคุมด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้หลายวิธีด้วยกัน วิธีแรก คือ พัฒนาการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ใช้ควบคุมการทำงานทั้งระบบให้ใช้งานได้สะดวกและง่ายต่อการควบคุม วิธีที่สอง พัฒนาการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถขยายการใช้โปรแกรมใช้งานขยายกว้างขึ้นต่อไป

2. การพัฒนาทางด้านเครื่องกล การพัฒนาทางด้านเครื่องกลสามารถทำการพัฒนาได้อีกคือ การที่จะออกแบบถังบรรจุอาหารให้เป็นถังเดียวในการปล่อยอาหารและบรรจุอาหาร ได้ครั้งละ 10 กิโลกรัม ในหนึ่งวันและทำการปล่อยให้เป็นวัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชวลิต ชุนราม. “โครงการเครื่องตั้งเวลาควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์.”เซมิคอนดักเตอร์.

ฉบับที่ 236 : หน้า159-166. 2545

ชัยวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์. กรุงเทพฯ :

บริษัท แซทไฟร์ พรินติ้ง จำกัด. 2541

โชติวุฒิ อรุณพันธ์ และคณะ. “เครื่องคั่นน้ำหนักกึ่งอัตโนมัติ.” ปรินูญานิพนธ์ครุศาสตร์

อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง.2545

นครชัย คล้ายศรี และคณะ. “ขาคั้งกล้องวิดีโอควบคุมด้วยรีโมตคอนโทรล.” ปรินูญานิพนธ์

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.2545

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช.

กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวดิฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

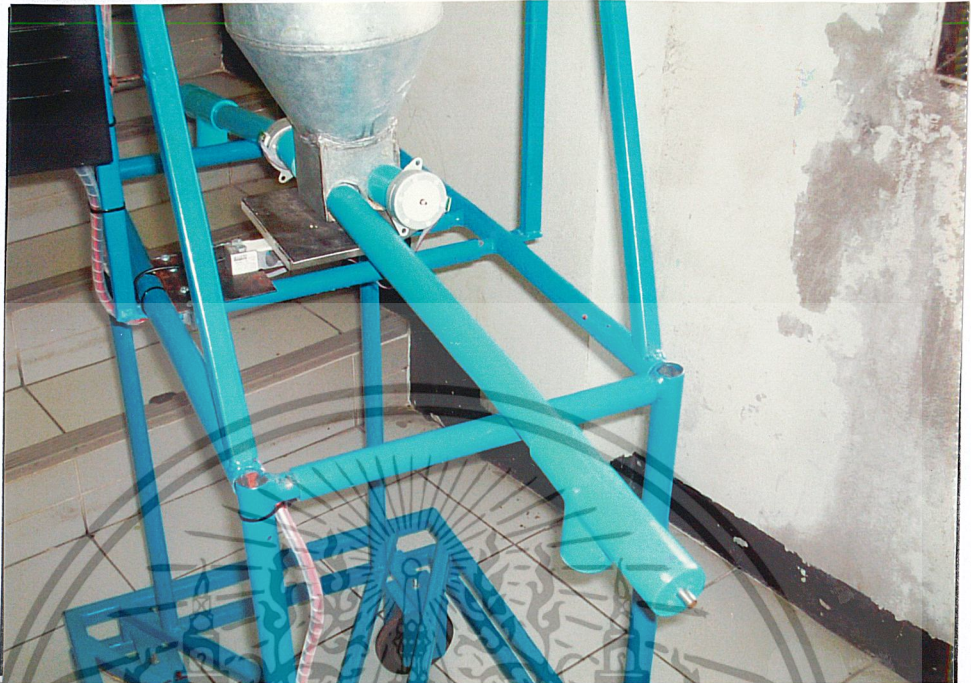


รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ



รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ภาพท่อลำเลียงอาหารไก่ไข่



รูปที่ ก.4 ภาพถังบรรจุอาหารไก่ไข่ขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ภาพท่อลำเลียงอาหารไก่ไข่



รูปที่ ก.4 ภาพถังบรรจุอาหารไก่ไข่ขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 ภาพถึงบรรจุอาหารไก่ไซ้ขนาดเล็ก

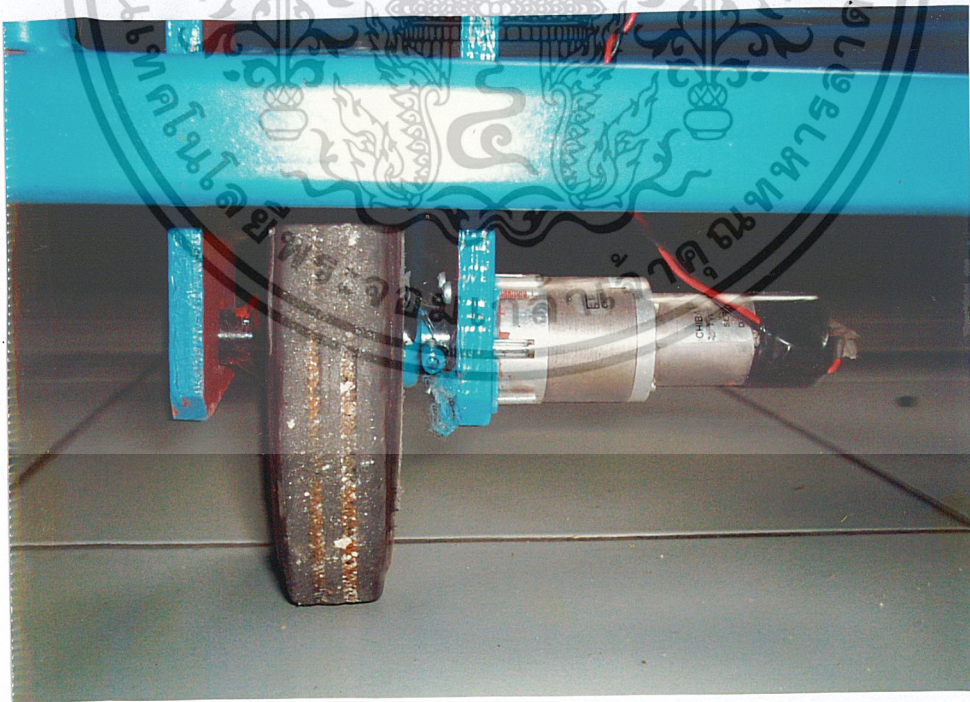


รูปที่ ก.6 ภาพการติดตั้งโหลดเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

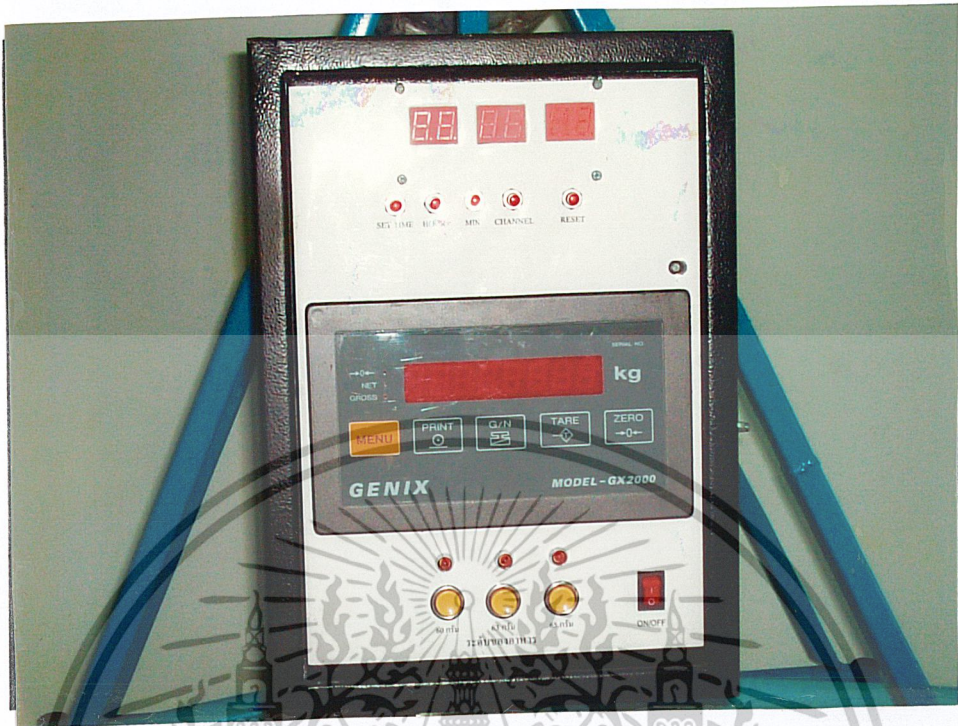


รูปที่ ก.7 ภาพการติดตั้งสเต็ปเปอร์มอเตอร์

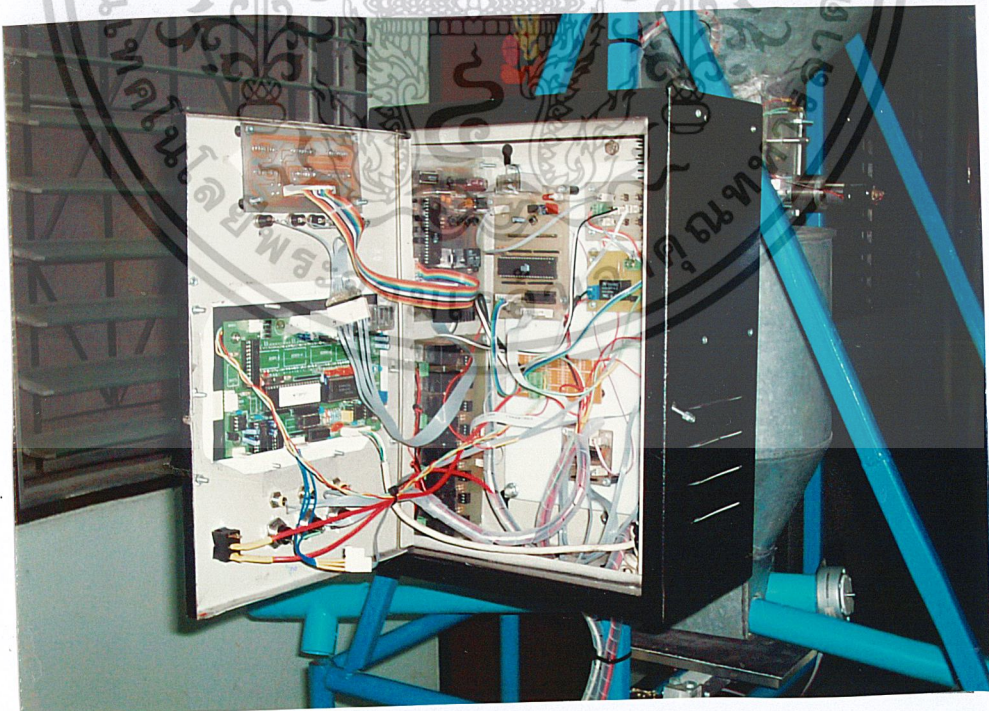


รูปที่ ก.8 ภาพมอเตอร์ดีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

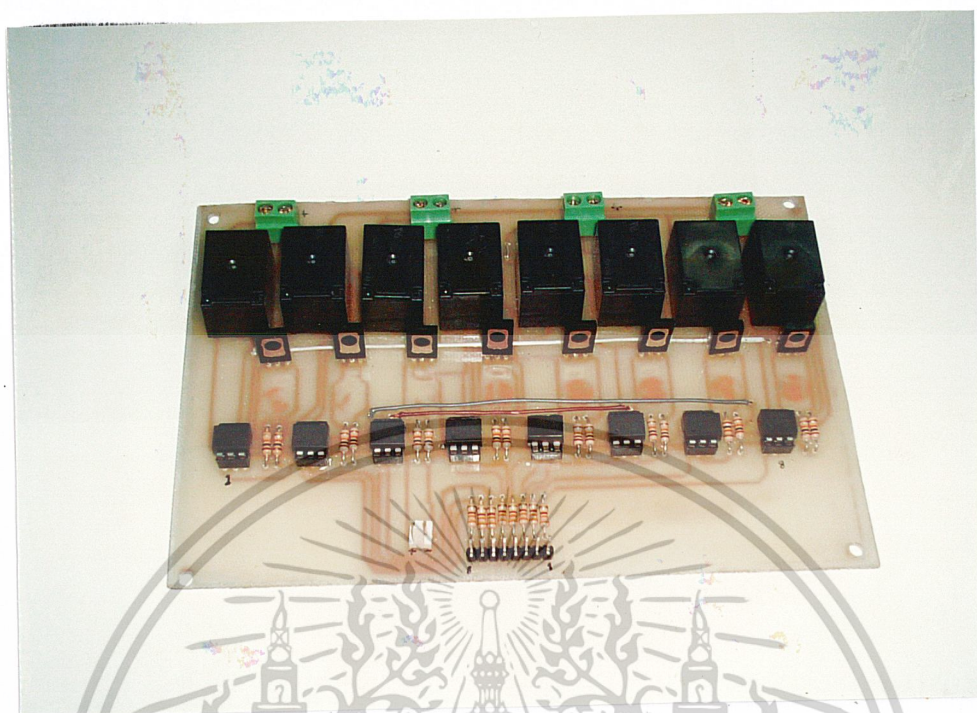


รูปที่ ก.9 ภาพด้านหน้าของกล่องอุปกรณ์ควบคุม



รูปที่ ก.10 ภาพภายในของกล่องอุปกรณ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

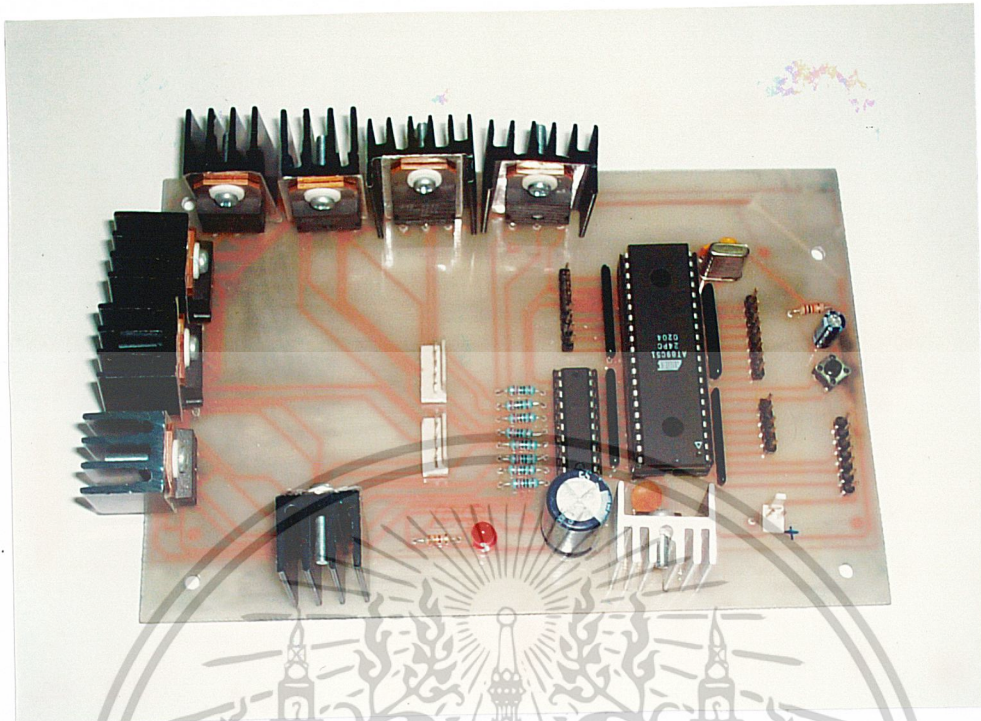


รูปที่ ก.11 ภาพวงจรควบคุมทิศทางและวงจรมอเตอร์ด้วยรีเลย์

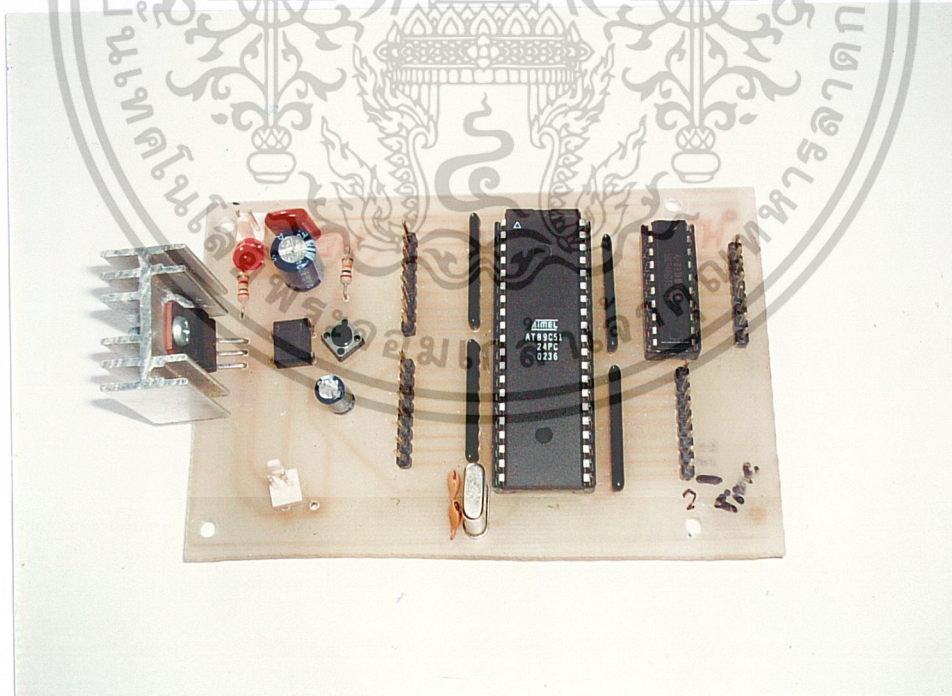


รูปที่ ก.12 ภาพวงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

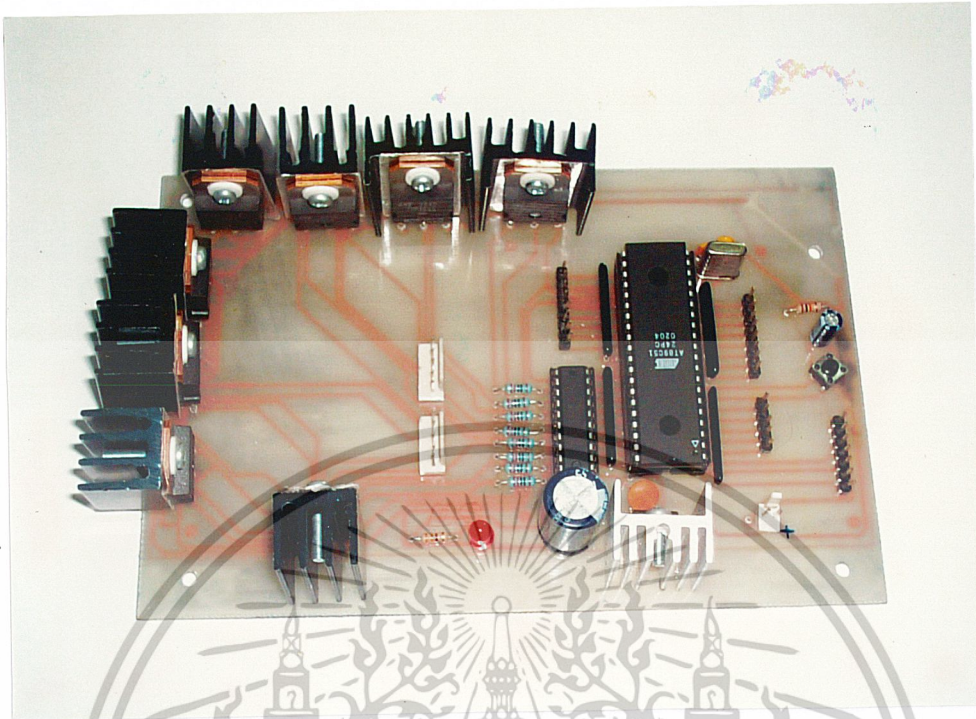


รูปที่ ก.13 ภาพวงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

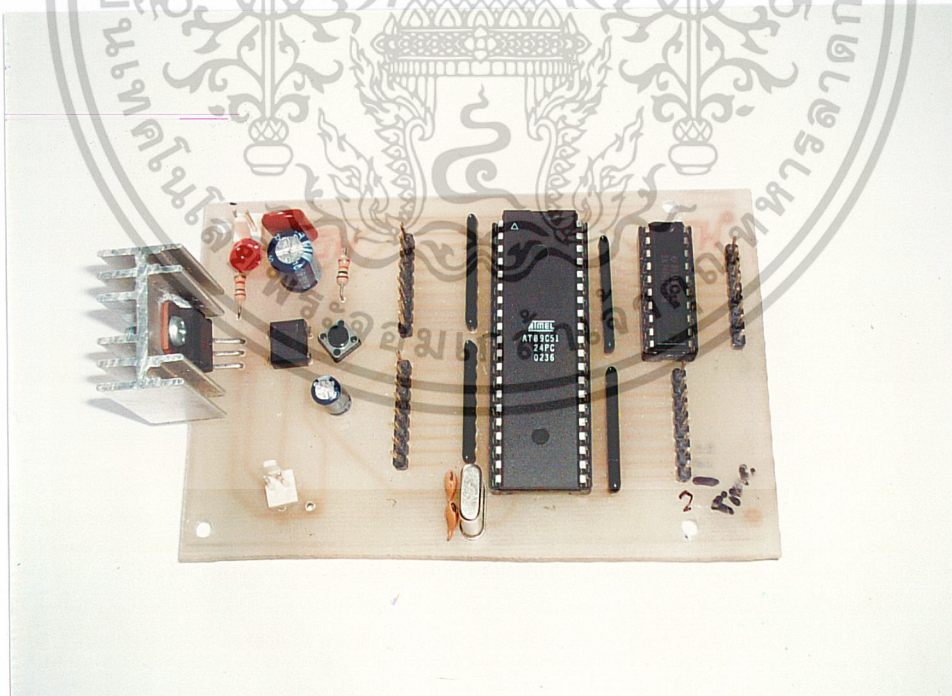


รูปที่ ก.14 ภาพวงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

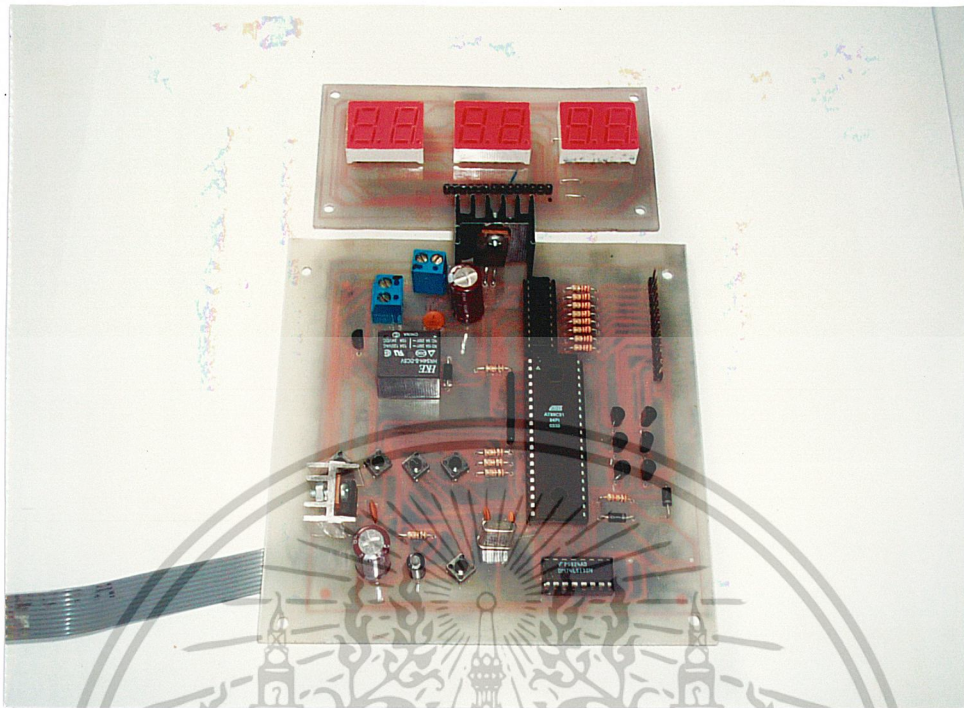


รูปที่ ก.13 ภาพวงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

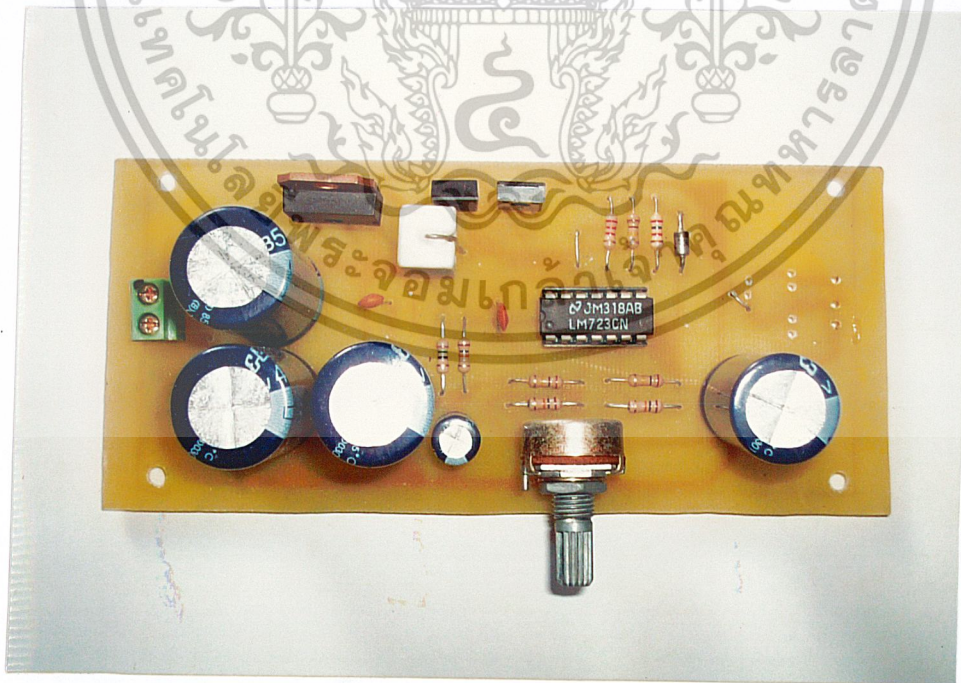


รูปที่ ก.14 ภาพวงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.15 ภาพวงจรควบคุมการตั้งเวลา

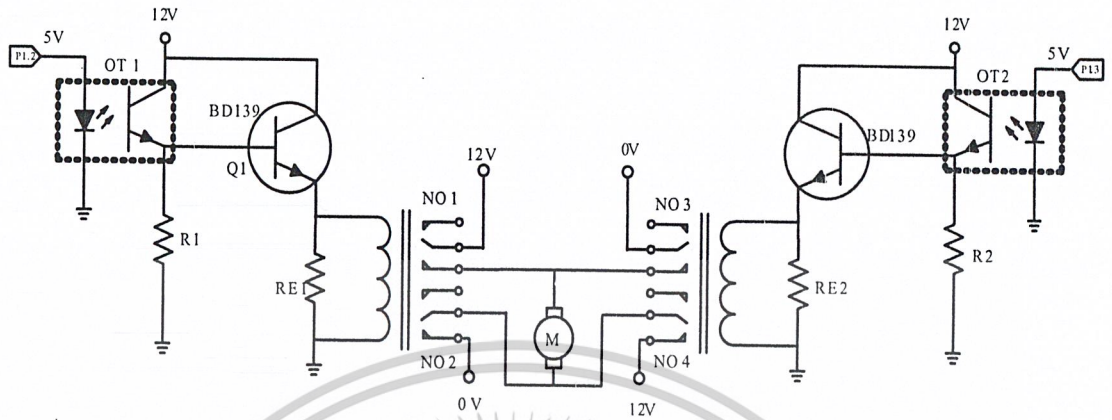


รูปที่ ก.16 ภาพวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า

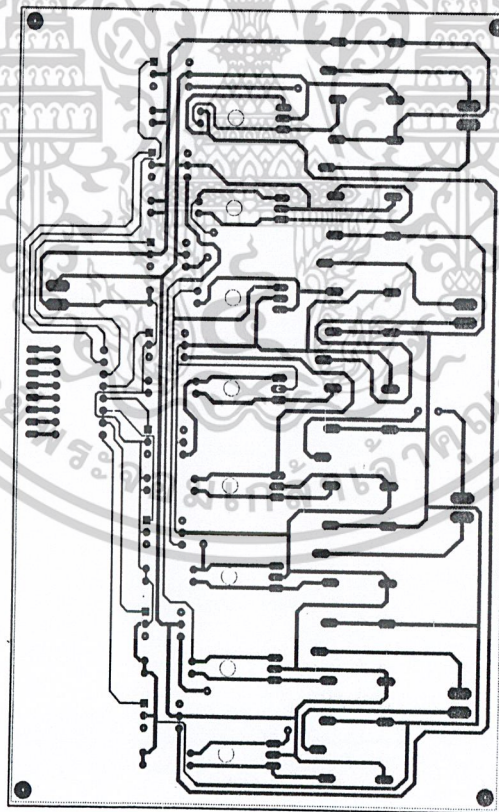
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

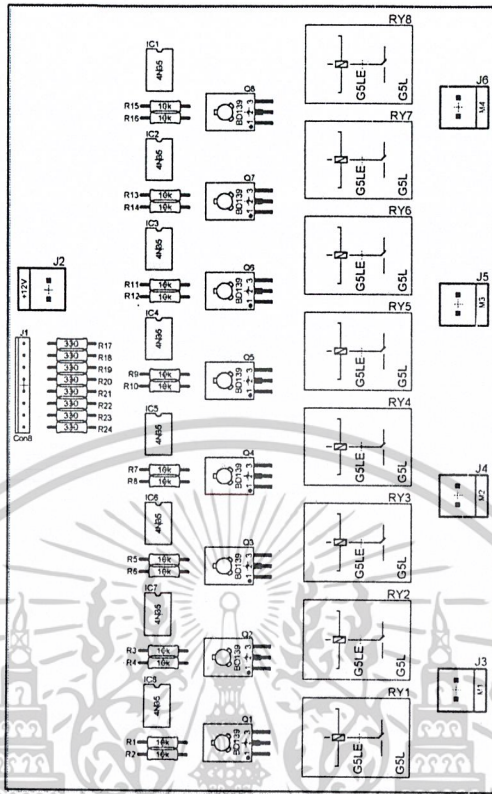


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมทิศทางและวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วยรีเลย์

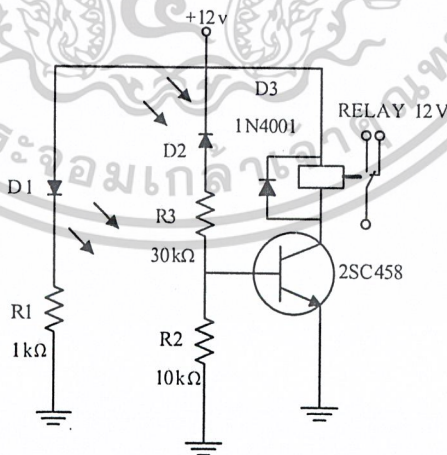


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมทิศทางและวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วยรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

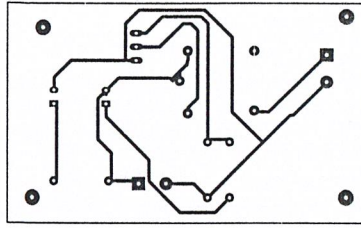


รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมทิศทางและวงจรถับมอเตอร์ด้วยรีเลย์

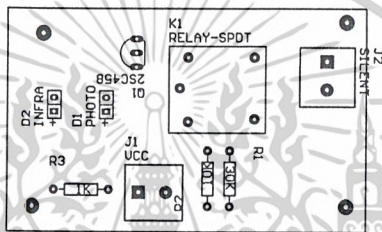


รูปที่ ข.4 วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

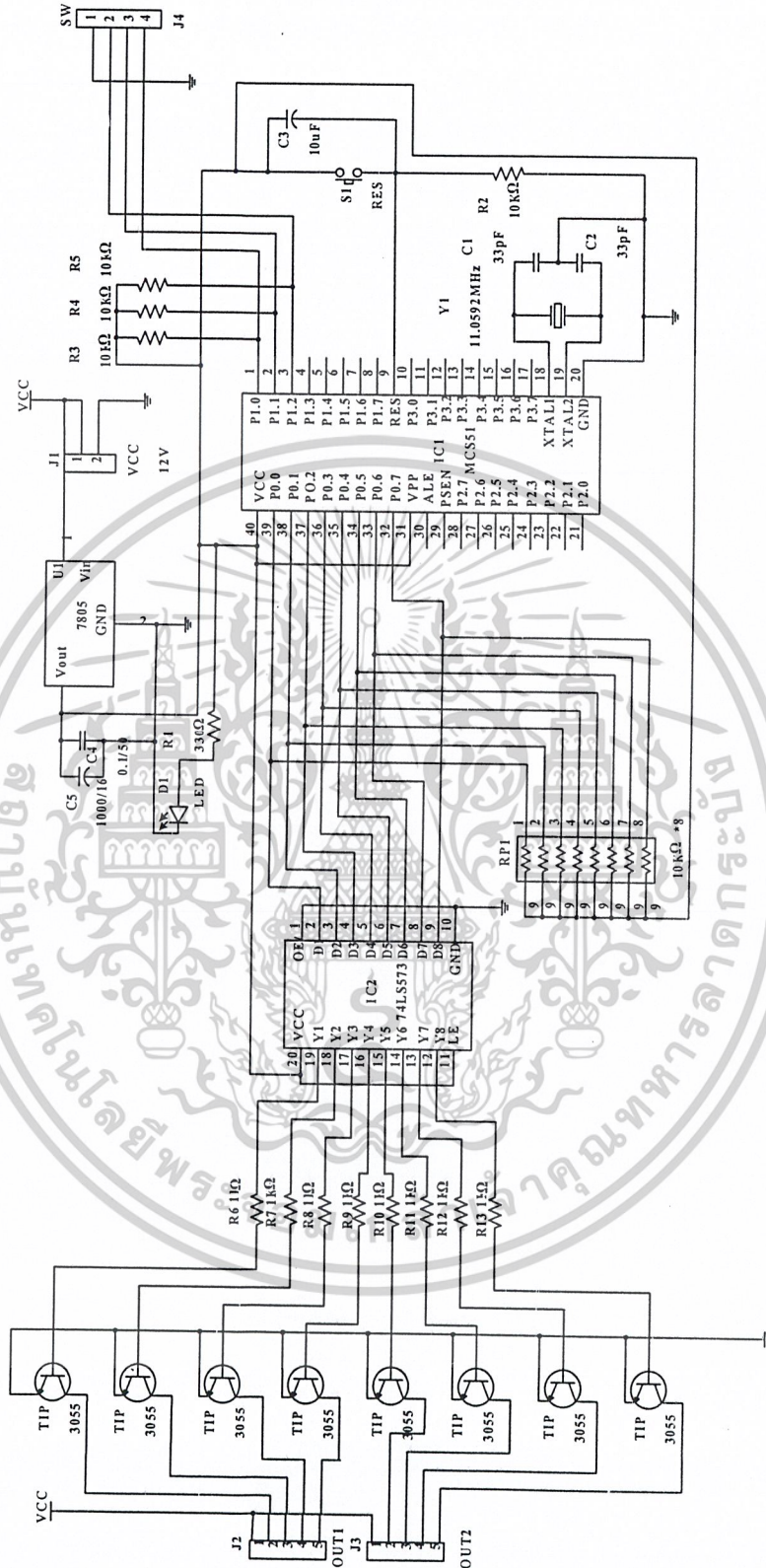


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด



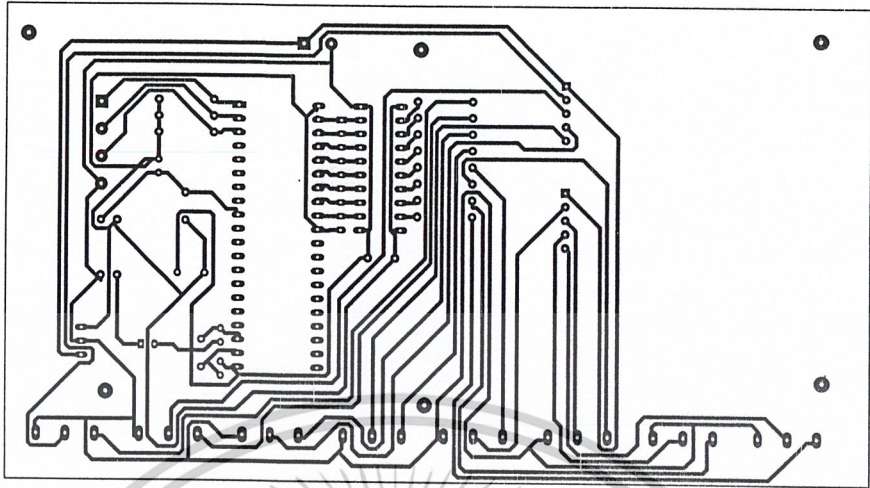
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

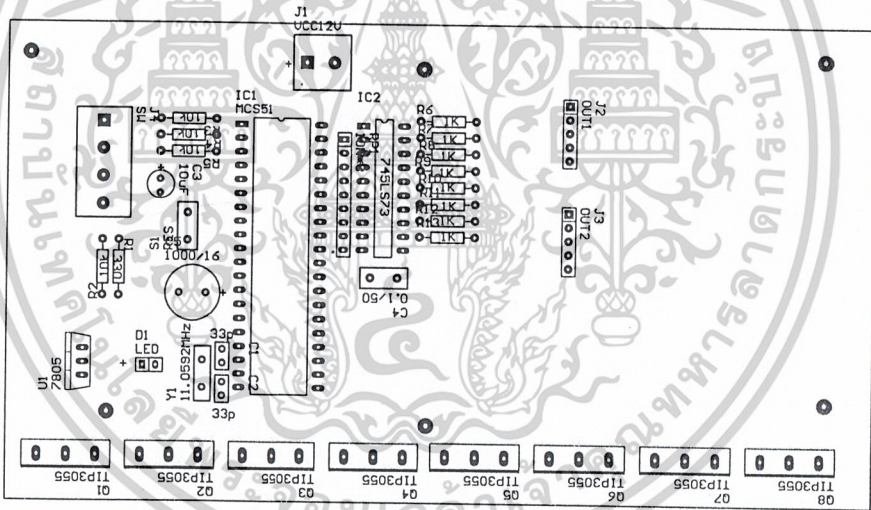


รูปที่ ข.7 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

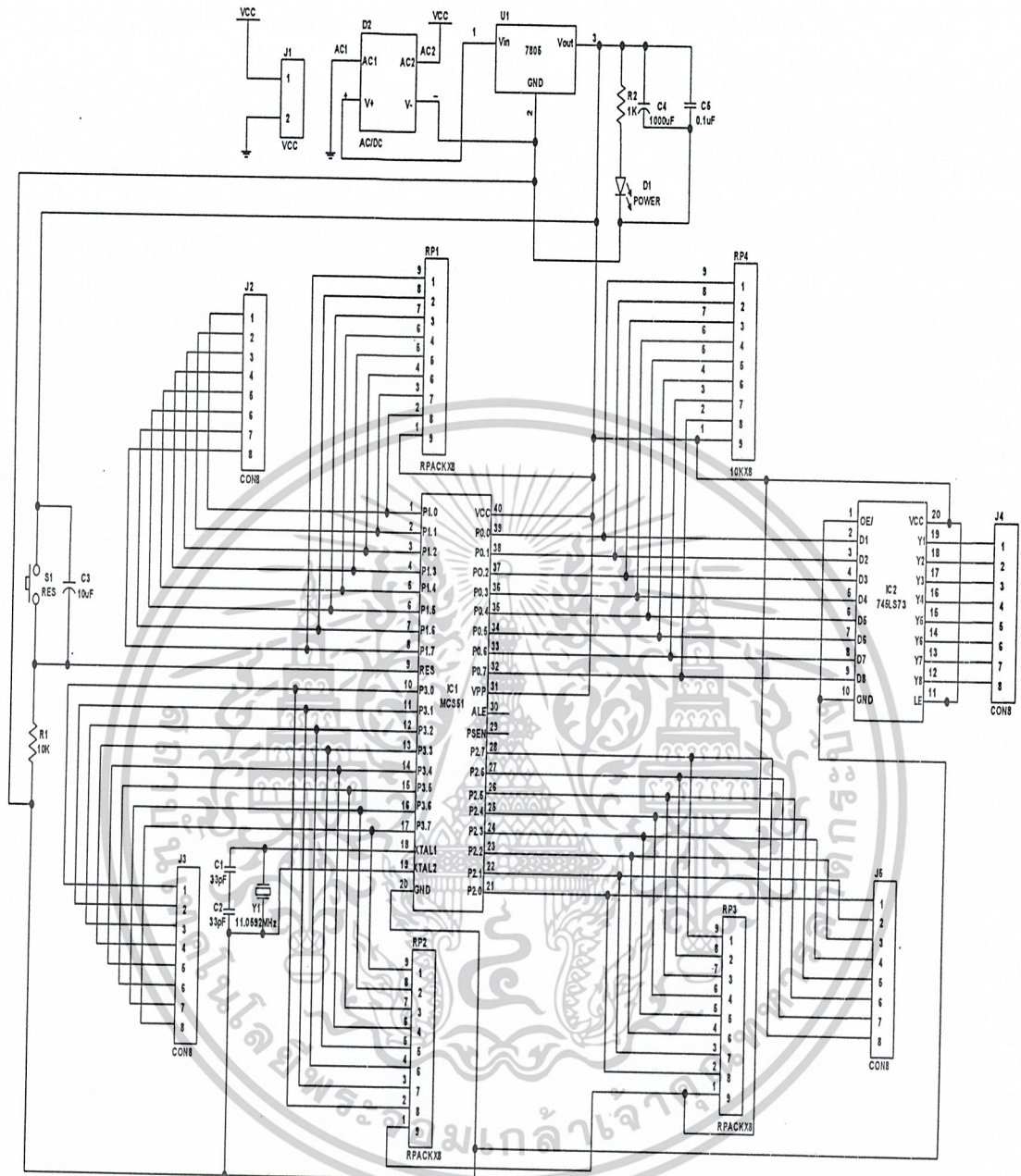


รูปที่ ข.8 แผงวงจรพิมพ์วงจรขับเคลื่อนสเต็ปเปอร์มอเตอร์



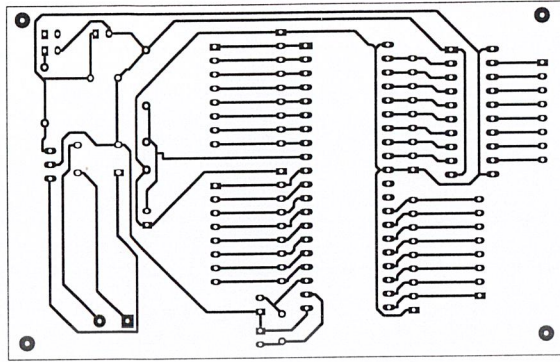
รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์วงจรขับเคลื่อนสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

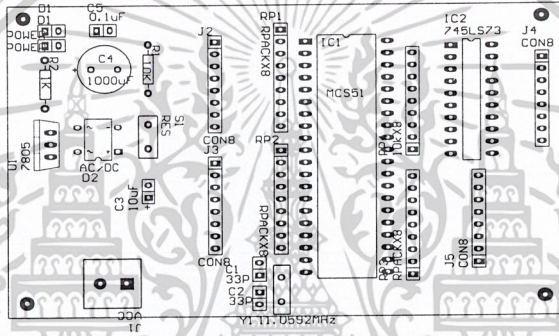


รูปที่ ข.10 วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

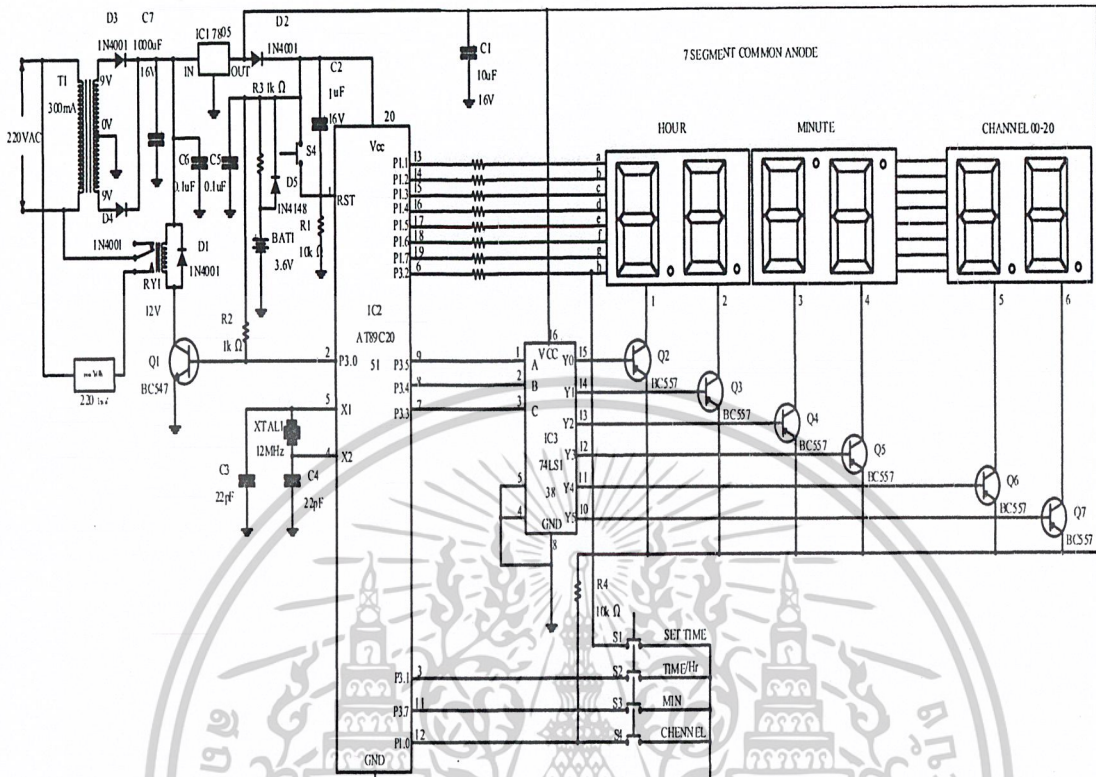


รูปที่ ข.11 แผ่วงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

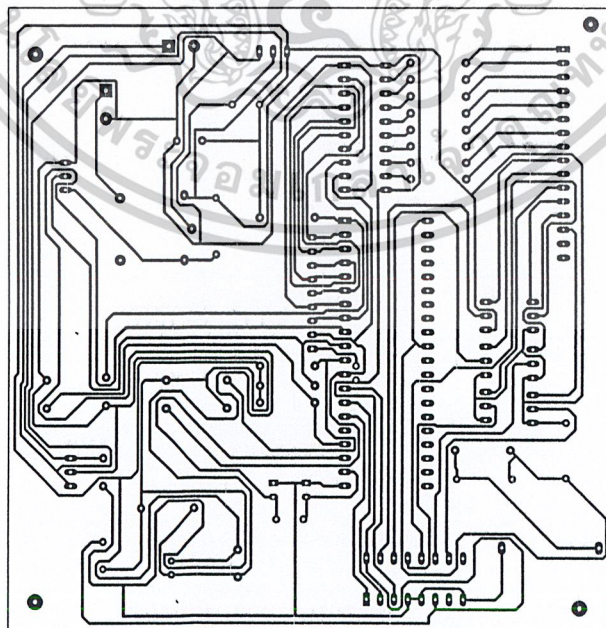


รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

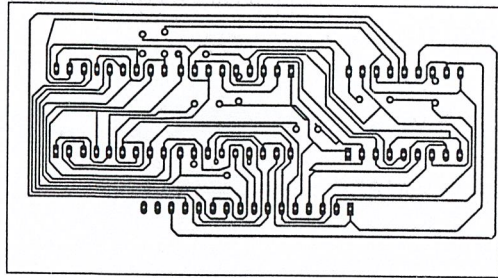


รูปที่ ข.13 วงจรควบคุมการตั้งเวลา

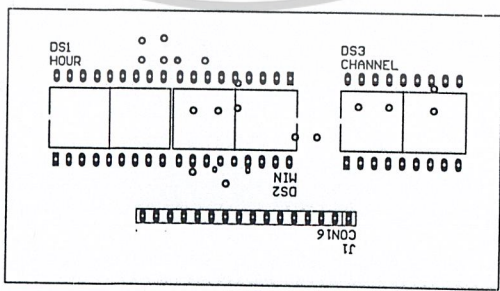
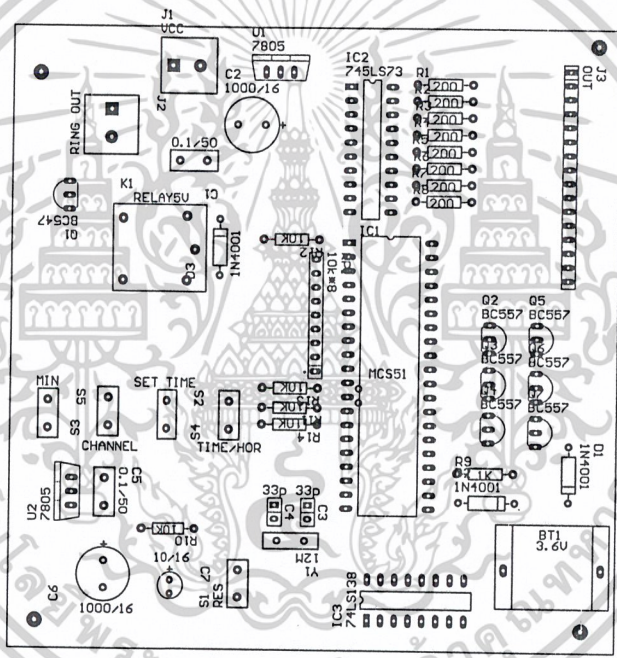


รูปที่ ข.14 แผงวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงพาณิชย์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

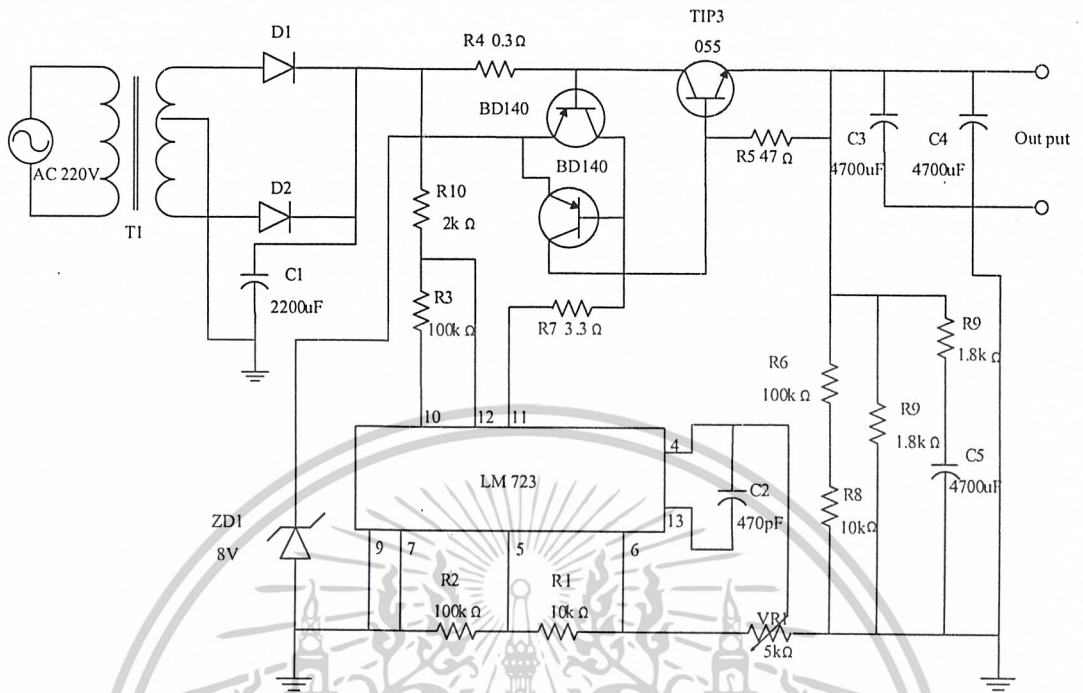


รูปที่ ข.14 (ต่อ) แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมการตั้งเวลา

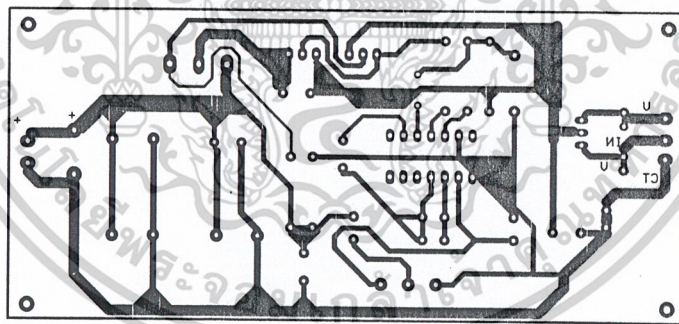


รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

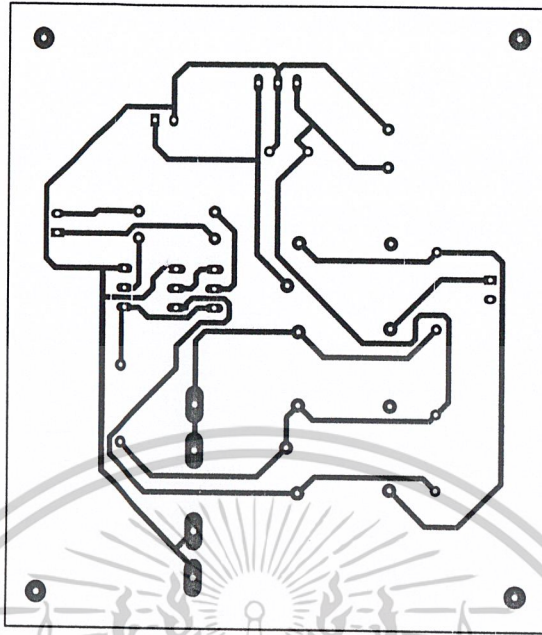


รูปที่ ข.16 วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า

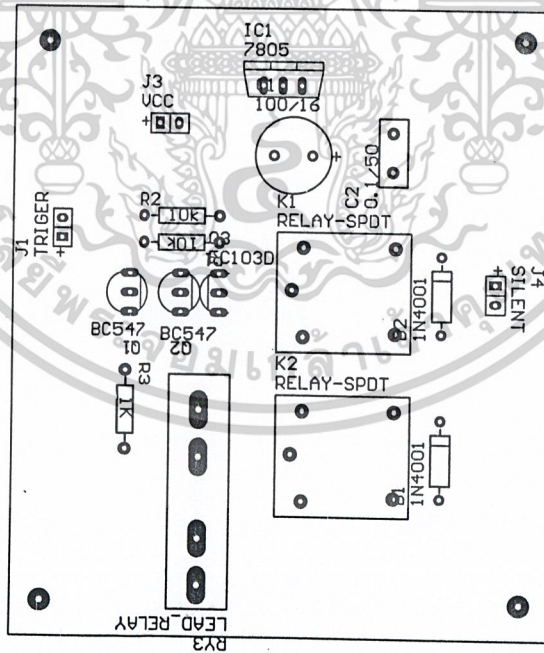


รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.20 แผงวงจรพิมพ์ของวงจรเตือนเครื่องขัดข้อง



รูปที่ ข.21 การวางอุปกรณ์วงจรเตือนเครื่องขัดข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC ₁ -IC ₈	4N26	8 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ Q ₁ -Q ₈	TIP 3305	8 ตัว
ตัวต้านทาน R ₁ -R ₈	330 Ω ¼ W	8 ตัว
RE ₁ -RE ₈	10 kΩ ¼ W	16 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ L ₁ -L ₈	รีเลย์ 12 โวลต์	8 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรส่งและรับสัญญาณอินฟราเรด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ Q ₁	2SC458	1 ตัว
D ₁	โฟโตไดโอด	1 ตัว
D ₂	อินฟราเรดไดโอด	1 ตัว
ตัวต้านทาน R ₁	30 kΩ ¼ W	1 ตัว
R ₂	10 kΩ ¼ W	1 ตัว
R ₃	1kΩ ¼ W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ K ₁	รีเลย์ 12 โวลต์	1 ตัว
J ₁	คอนเน็คเตอร์	1 ตัว
J ₂	คอนเน็คเตอร์	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC ₁	MCS-51	1 ตัว
IC ₂	74LS573	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q ₁ -Q ₈	BD140	8 ตัว
U ₁	7805CT	1 ตัว
L ₁	ไดโอดเปล่งแสง	1 ตัว
Y ₁	คริสตัล ความถี่ 11.0592 MHz	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R ₁	330 Ω ¼ W	1 ตัว
R ₂ -R ₅	10 kΩ ¼ W	4 ตัว
R ₆ -R ₁₃	1 kΩ ¼ W	8 ตัว
R ₁₄ (PACK)	10 kΩ ¼ W	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C ₁ , C ₂	33 pF 16 V	2 ตัว
C ₃	10 μF 16 V	1 ตัว
C ₄	0.1 μF 50 V	1 ตัว
C ₅	1000 μF 16 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J ₁	คอนเน็คเตอร์	1 ตัว
J ₂ , J ₃	คอนเน็คเตอร์	2 ตัว
J ₄	สวิตช์	1 ตัว
S ₁	ปุ่มรีเซ็ต	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC ₁	MCS-51	1 ตัว
IC ₂	74LS573	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
XTAL ₁	คริสตัล ความถี่ 11.0592 MHz	1 ตัว
BD ₁	บริดจ์ไดโอด	1 ตัว
L ₁	ไดโอดเปล่งแสง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C ₁	10 μ F/ 50 V	1 ตัว
C ₂ , C ₃	20 pF	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R ₁	10 k Ω $\frac{1}{4}$ W	1 ตัว
R ₂ (PACK)	10 k Ω	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรตั้งเวลา

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC ₁	7805CT	1 ตัว
IC ₂	AT89C2051	1 ตัว
IC ₃	74LS138	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q ₁	BC547	1 ตัว
Q ₂ -Q ₇	BC557	6 ตัว
D ₁ -D ₄	1N4001	4 ตัว
D ₅	1N4148	1 ตัว
S ₁	ตัวแสดงผลแอลอีดีตัวเลข 7 ส่วน	3 ตัว
XTAL ₁	คริสตัล ความถี่ 11.0592 MHz	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R ₁ ,R ₄	10 kΩ ¼ W	2 ตัว
R ₂ ,R ₃	1 kΩ ¼ W	1 ตัว
R ₅ -R ₁₂	200 Ω ¼ W	8 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C ₁	10 μF 16 V	1 ตัว
C ₂	1 μF 16 V	1 ตัว
C ₃ ,C ₄	22 μF 16 V	2 ตัว
C ₅ ,C ₆	0.1 μF 50 V	1 ตัว
C ₇	10 μF 16 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
S ₂ -S ₆	สวิตช์กดติดปัดย่อยคียบขนาดเล็ก	5 ตัว
RY ₁	รีเลย์ 12 โวลต์	1 ตัว
BAT ₁	แบตเตอรี่ 12 โวลต์	1 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์วงภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC ₁	LM723	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q ₁	TIP3055	1 ตัว
Q ₂ , Q ₃	BD140	2 ตัว
D ₁	ไดโอด 18 โวลต์	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R ₁	2.2 kΩ ¼ W	1 ตัว
R ₂ , R ₄ , R ₆	100 kΩ ¼ W	3 ตัว
R ₃	2 kΩ ¼ W	1 ตัว
R ₅ , R ₇ , R ₉	10 kΩ ¼ W	3 ตัว
R ₈	75 Ω ¼ W	1 ตัว
R ₁₀	0.33 Ω 5 W	1 ตัว
VR ₁	5 kΩ	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C ₁ , C ₂ , C ₃	4700 μF 35 V	3 ตัว
C ₄	100 μF 25 V	1 ตัว
C ₅	2200 μF 35 V	1 ตัว
C ₆	650 pF	1 ตัว
C ₇	473 pF	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J ₁ , J ₂	คอนเน็คเตอร์	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์วงจรเตือนเครื่องขัดข้อง

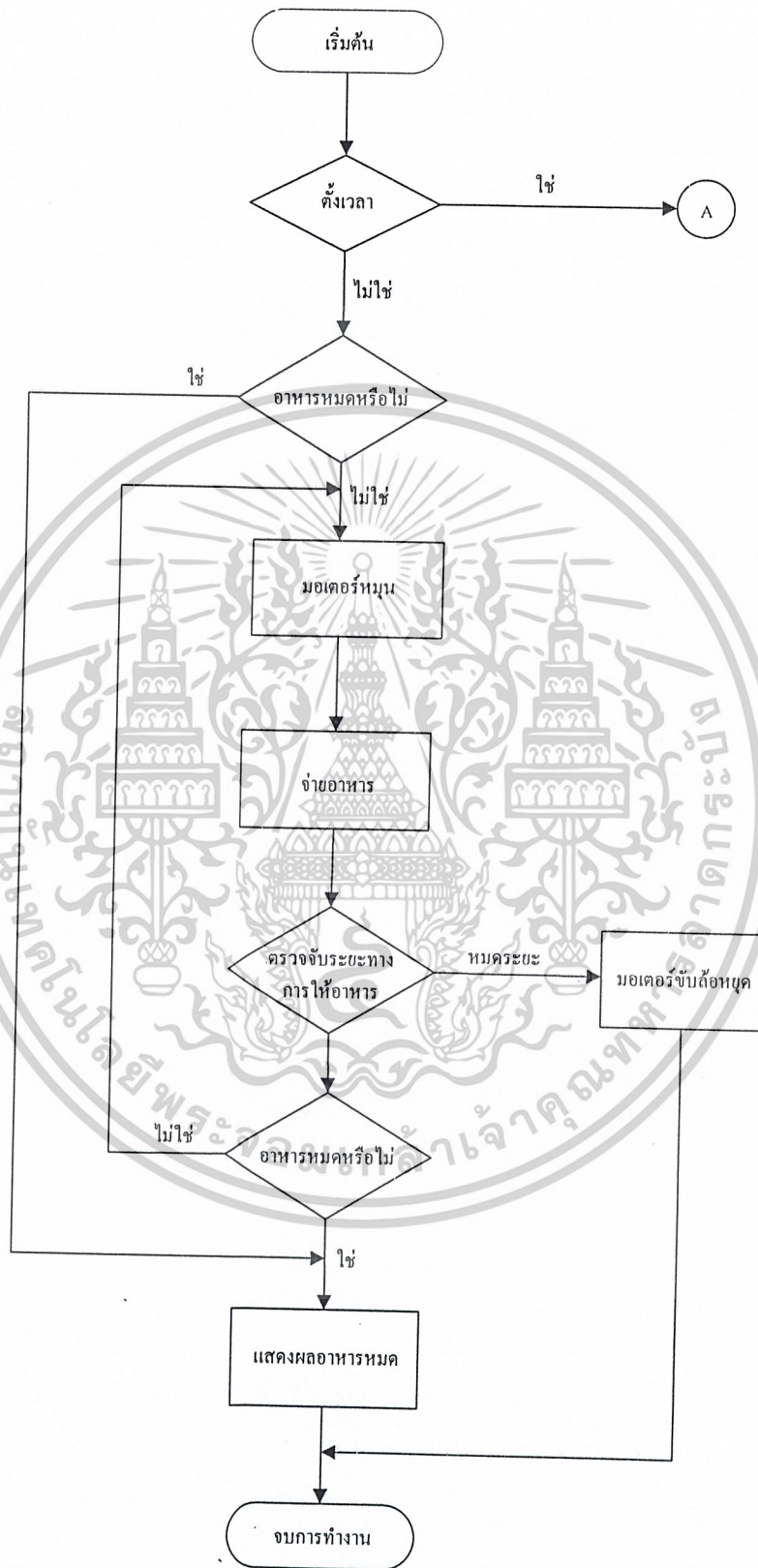
ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC ₁	7805CT	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q ₁ , Q ₂	BC547	2 ตัว
Q ₃	EC103D	1 ตัว
D ₁ , D ₂	1N4001	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R ₁ , R ₂	10 kΩ ¼ W	2 ตัว
R ₃	1 kΩ ¼ W	1 ตัว
RY ₃	LEAD RELAY	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C ₁	0.1 μF 50 V	1 ตัว
C ₂	100 μF 16 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J ₁ -J ₄	คอนเน็คเตอร์	4 ตัว
K ₁ , K ₂	รีเลย์ 12 โวลต์	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



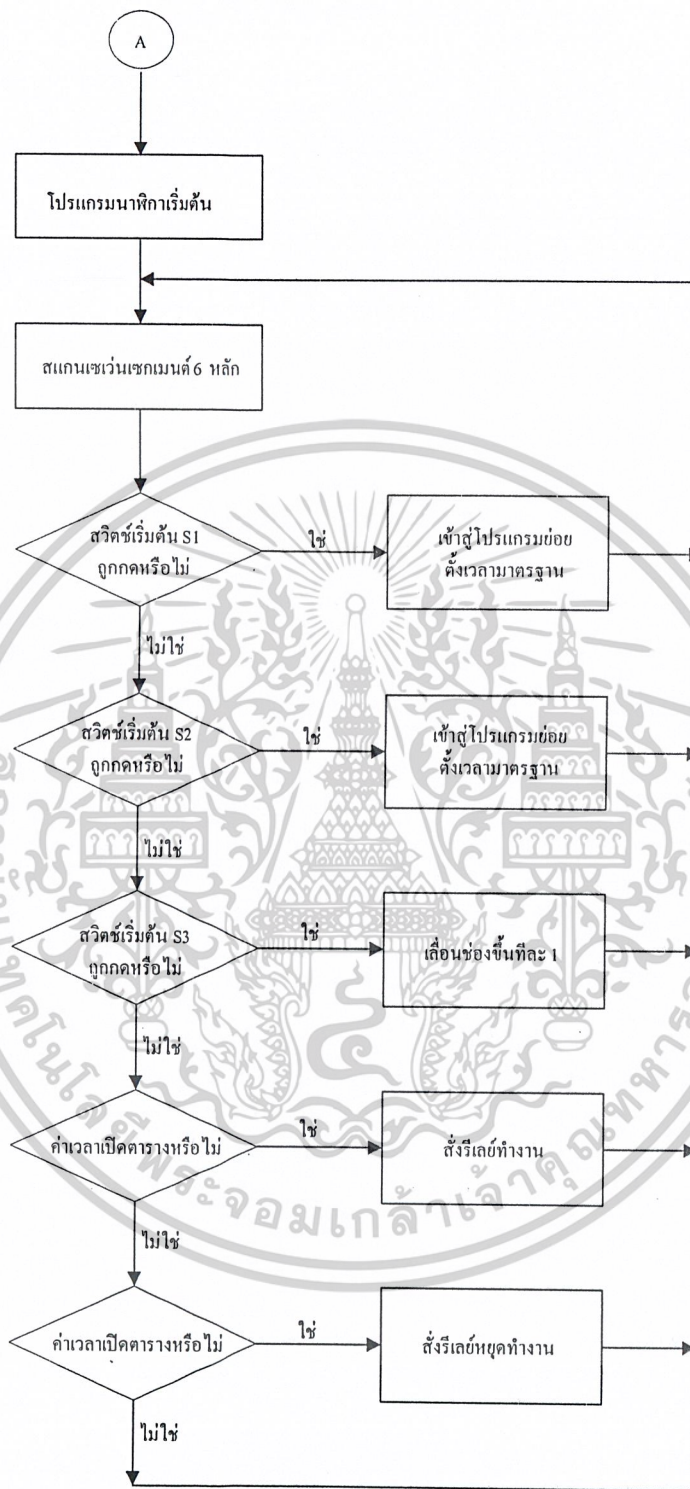
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังงานการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๖.๒ ผังงานการทำงานของวงจรควบคุมการตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมวงจรควบคุมการตั้งเวลา

```

DELAY          EQU    89
BUF1           EQU    90
BUF2           EQU    91
BUF3           EQU    92
BUF4           EQU    93
BUF5           EQU    94
BUF6           EQU    95
COUNT1       EQU    96
COUNT2       EQU    97
TIME_B        EQU    05

ORG    0000H
AJMP   MAIN

ORG    000BH
SERV_TIMER0: PUSH  ACC
MOV    TH0, #3CH
MOV    TL0, #0B0H
INC    R2
CJNE  R2, #20, CH1 ; 50,000uS*20 = 1S
MOV    R2, #00
JB    01H, PA
CPL   P3.2
CPL   00H
PA: INC  R3 ; SEC
CJNE  R3, #60, CH1 ; 1S*60 = 60S
MOV   R3, #00
INC   R4 ; MIN
MOV   A, R4
ADD  A, #00
DA   A
MOV  R4, A
CJNE R4, #60H, CH1 ; 1Min*60 = 60Min
MOV  R4, #00
INC  R5 ; Hr
MOV  A, R5
ADD  A, #00
DA   A
MOV  R5,
CJNE R5, #24H, CH1
MOV  R5, #00
CH1: MOV  A, 08 ; MIN_ON
      CJNE A, 04, L1
      MOV  A, 09 ; Hr_ON
      CJNE A, 05, L1
      CJNE R3, #00, L1
      SETB P3.0
      SETB 02H
      MOV  R1, #01H
      JNB 02H, CH2
      CJNE R3, #TIME_B, CH2
      CLR  P3.0
      CLR  02H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CH2: MOV    A,12      ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L2
      MOV   A,13      ; Hr_ON
      CJNE  A,05,L2
      CJNE  R3,#00,L2
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#02H
L2: JNB   02H,CH3
      CJNE  R3,#TIME_B,CH3
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH3: MOV    A,16      ; MIN_
      CJNE  A,04,L3
      MOV   A,17      ; Hr_0
      CJNE  A,05,L3
      CJNE  R3,#00,L3
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#03H
L3: JNB   02H,CH4
      CJNE  R3,#TIME_B,CH4
      CLR   P3.0
      CLR   02H
CH4: MOV    A,20      ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L4
      MOV   A,21      ; Hr_ON
      CJNE  A,05,L4
      CJNE  R3,#00,L4
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#04H
L4: JNB   02H,CH5
      CJNE  R3,#TIME_B,CH5
      CLR   P3.0
      CLR   02H
CH5: MOV    A,24      ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L5
      MOV   A,25      ; Hr_ON
      CJNE  A,05,L5
      CJNE  R3,#00,L5
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#05H
L5: JNB   02H,CH6
      CJNE  R3,#TIME_B,CH6
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH6: MOV    A,28      ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L6
      MOV   A,29      ; Hr_ON
      CJNE  A,05,L6
      CJNE  R3,#00,L6
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#06H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

L6: JNB    02H,CH7
      CJNE  R3,#TIME_B,CH7
      CLR   P3.0CLR    02H

CH7: MOV   A,33          ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L7
      MOV   A,34          ; Hr_ON
      CJNE  A,05,L7
      CJNE  R3,#00,L7
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#07H

L7: JNB    02H,CH8
      CJNE  R3,#TIME_B,CH8
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH8: MOV   A,37          ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L8
      MOV   A,38          ; Hr_ON
      CJNE  A,05,L8
      CJNE  R3,#00,L8
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#08H

L8: JNB    02H,CH9
      CJNE  R3,#TIME_B,CH9
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH9: MOV   A,41          ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L9
      MOV   A,42          ; Hr_ON
      CJNE  A,05,L9
      CJNE  R3,#00,L9
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#09H

L9: JNB    02H,CH10
      CJNE  R3,#TIME_B,CH10
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH10: MOV  A,45          ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L10
      MOV   A,46          ; Hr_ON
      CJNE  A,05,L10
      CJNE  R3,#00,L1
      SETB  P3.0
      SETB  02H
      MOV   R1,#10H

L10: JNB   02H,CH11
      CJNE  R3,#TIME_B,CH11
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH11: MOV  A,49          ; MIN_ON
      CJNE  A,04,L11

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการดำเนินงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,50      ; Hr_ON
CJNE  A,05,L11
CJNE  R3,#00,L11
SETB  P3.0
SETB  02H
MOV    R1,#11H
L11:JNB 02H,CH12
CJNE  R3,#TIME_B,CH12
CLR   P3.0
CLR   02H
CH12:MOV A,53      ; MIN_ON
CJNE  A,04,L12
MOV   A,54      ; Hr_ON
CJNE  A,05,L12
CJNE  R3,#00,L12
SETB  P3.0
SETB  02H
MOV   R1,#12H
L12:JNB 02H,CH13
CJNE  R3,#TIME_B,CH13
CLR   P3.0
CLR   02H
CH13:MOV A,57      ; MIN_ON
CJNE  A,04,L13
MOV   A,58      ; Hr_ON
CJNE  A,05,L13
CJNE  R3,#00,L13
SETB  P3.0
SETB  02H
MOV   R1,#13H
L13:JNB 02H,CH14
CJNE  R3,#TIME_B,CH14
CLR   P3.0
CLR   02H
CH14:MOV A,61      ; MIN_ON
CJNE  A,04,L14
MOV   A,62      ; Hr_ON
CJNE  A,05,L14
CJNE  R3,#00,L14
SETB  P3.
SETB  02H
MOV   R1,#14H
L14:JNB 02H,CH15
CJNE  R3,#TIME_B,CH15
CLR   P3.0
CLR   02H
CH15:MOV A,65      ; MIN_ON
CJNE  A,04,L15
MOV   A,66      ; Hr_ON
CJNE  A,05,L15
CJNE  R3,#00,L15
SETB  P3.
SETB  02H
MOV   R1,#15H
L15:JNB 02H,CH16
CJNE  R3,#TIME_B,CH16

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR    P3.0
CLR    02H

CH16:MOV  A,69          ; MIN_ON
      CJNE A,04,L16
      MOV   A,70          ; Hr_ON
      CJNE A,05,L16
      CJNE R3,#00,L16
      SETB P3.0
      SETB 02H
      MOV   R1,#16H
L16:  JNB   02H,CH17
      CJNE R3,#TIME_B,CH17
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH17:MOV  A,73          ; MIN_ON
      CJNE A,04,L17
      MOV   A,74          ; Hr_ON
      CJNE A,05,L17
      CJNE R3,#00,L17
      SETB P3.0
      SETB 02H
      MOV   R1,#17H
L17:  JNB   02H,CH18
      CJNE R3,#TIME_B,CH18
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH18:MOV  A,77          ; MIN_ON
      CJNE A,04,L18
      MOV   A,78          ; Hr_ON
      CJNE A,05,L18
      CJNE R3,#00,L18
      SETB P3.0
      SETB 02H
      MOV   R1,#18H
L18:  JNB   02H,CH19
      CJNE R3,#TIME_B,CH19
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH19:MOV  A,81          ; MIN_ON
      CJNE A,04,L19
      MOV   A,82          ; Hr_ON
      CJNE A,05,L19
      CJNE R3,#00,L19
      SETB P3.0
      SETB 02H
      MOV   R1,#19H
L19:  JNB   02H,CH20
      CJNE R3,#TIME_B,CH20
      CLR   P3.0
      CLR   02H

CH20:MOV  A,85          ; MIN_ON
      CJNE A,04,L20
      MOV   A,86          ; Hr_ON

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE  A, 05, L20
CJNE  R3, #00, L20
SETB  P3.0
SETB  02H
MOV   R1, #20H
L20: JNB  02H, OUT
CJNE  R3, #TIME_B, OUT
CLR   P3.0
CLR   02H
OUT: POP ACC
      RETI

```

MAIN:

```

MOV   SP, #100
MOV   P1, #11111111B
MOV   P3, #10000110B
MOV   TMOD, #01H
MOV   TH0, #3CH
MOV   TL0, #0B0H
MOV   R1, #01
MOV   R2, #00
MOV   R3, #00
MOV   B, #01
MOV   R0, #08
LOOP: MOV @R0, #0AAH
      INC  R0
      CJNE R0, #89, LOOP
      CLR  02H
      MOV  IE, #82H
START: SETB  TR0
      CLR  P3.2
      CLR  00H
      CLR  01H
Z1:  ACALL CONVERT
      ACALL DISPLAY
      JB   P3.2, Z2
      JNB  00H, Z2
      JNB  00H, Z2
      SJMP SET_TIME
Z2:  JB   P3.1, Z3
      AJMP SHOW_TIMER_ON
Z3:  JB   P1.0, Z1

```

```

SET_CHANNEL: INC  R1
MOV   A, R1
ADD   A, #00H
DA    A
MOV   R1, A
CJNE  R1, #21H, CHA1
MOV   R1, #01H
CHA1: ACALL  CONVERT
      ACALL  DISPLA
      JNB   P1.0, CHA1
      SJMP  START

```

```

SET_TIME: MOV   R7, #0AAH
MOV   R6, #0AAH
ACALL CONVERT 1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ACALL    DISPLAY
JNB      P3.2,SET_TIME
SETB     P3.2
MOV      COUNT1,#00
MOV      COUNT2,#10
Z4: ACALL    DISPLAY
JB       P3.2,Z5
JNB      00H,Z5
SQ: ACALL    DISPLAY
ACALL    DISPLAY
JNB      P3.2,SQ
AJMP     START
Z5: JB      P3.1,Z6
SJMP     SET_HR
Z6: JB      P3.7,Z7
SJMP     SET_MIN
Z7: DJNZ   COUNT1,Z4
DJNZ    COUNT2,Z4
AJMP     START
SET_HR: CLR      TRO
SETB     00H
SETB     01H
SETB     P3.2
CJNE    R7,#0AAH,H1
MOV      R7,#00
H1: ACALL    SCAN_WAIT_1
JB       P3.1,H2
INC      R7
MOV      A,R7
ADD      A,#00
DA       A
MOV      R7,A
CJNE    A,#24H,H1
MOV      R7,#00
SJMP     H1
H2: MOV     05H,R
SJMP     SET_REAL

SET_MIN: CLR      TRO
SETB     00H
SETB     01H
SETB     P3.2
CJNE    R6,#0AAH,H3
MOV      R6,#00
H3: ACALL    SCAN_WAIT_1
JB       P3.7,H4
INC      R6
MOV      A,R6
ADD      A,#00
DA       A
MOV      R6,A
CJNE    A,#60H,H3
MOV      R6,#00
SJMP     H3
H4: MOV     04H,R6

SET_REAL: MOV     COUNT1,#00
MOV      COUNT2,#15

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

WZ4:ACALL   CONVERT_1
      ACALL   DISPLAY
      JB     P3.2,WZ5
      JNB    00H,WZ5
WSQ:ACALL   DISPLAY
      ACALL   DISPLAY
      JNB    P3.2,WSQ
      AJMP   START
WZ5:JB     P3.1,WZ6
      AJMP   SET_HR
WZ6:JB     P3.7,WZ7
      AJMP   SET_MIN
WZ7:DJNZ   COUNT1,WZ4
      DJNZ   COUNT2,WZ4
      AJMP   START
FINE_CH_ON: MOV   A,R1
      CJNE  A,#01H,LA1   ; CH1
      MOV   R6,08
      MOV   R7,09
LA1:CJNE  A,#02H,LA2   ; CH2
      MOV   R6,12
      MOV   R7,13
LA2:CJNE  A,#03H,LA3   ; CH3
      MOV   R6,16
      MOV   R7,17
LA3:CJNE  A,#04H,LA4   ; CH4
      MOV   R6,20
      MOV   R7,21
LA4:CJNE  A,#05H,LA5   ; CH5
      MOV   R6,24
      MOV   R7,25
LA5:CJNE  A,#06H,LA6   ; CH6
      MOV   R6,28
      MOV   R7,29
LA6:CJNE  A,#07H,LA7   ; CH7
      MOV   R6,33
      MOV   R7,34
LA7:CJNE  A,#08H,LA8   ; CH8
      MOV   R6,37
      MOV   R7,38
LA8:CJNE  A,#09H,LA9   ; CH9
      MOV   R6,41
      MOV   R7,42
LA9:CJNE  A,#10H,LA10  ; CH10
      MOV   R6,45
      MOV   R7,46
LA10:CJNE A,#11H,LA11  ; CH11
      MOV   R6,49
      MOV   R7,50
LA11:CJNE A,#12H,LA12  ; CH12
      MOV   R6,53
      MOV   R7,54
LA12:CJNE A,#13H,LA13  ; CH13
      MOV   R6,57
      MOV   R7,58
LA13:CJNE A,#14H,LA14  ; CH14
      MOV   R6,61
      MOV   R7,62

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LA14:CJNE A,#15H,LA15 ; CH15
      MOV R6,65
      MOV R7,66
LA15:CJNE A,#16H,LA16 ; CH16
      MOV R6,69
      MOV R7,70
LA16:CJNE A,#17H,LA17 ; CH17
      MOV R6,73
      MOV R7,74
LA17:CJNE A,#18H,LA18 ; CH18
      MOV R6,77
      MOV R7,78
LA18:CJNE A,#19H,LA19 ; CH19
      MOV R6,81
      MOV R7,82
LA19:CJNE A,#20H,OUTA ; CH20
      MOV R6,85
      MOV R7,86
      OUTA: RET

```

```

SHOW_TIMER_ON:MOV COUNT1,#00
      MOV COUNT2,#06
      SETB 01H
      CLR P3.2
      ACALL FINE_CH_ON
      AE:ACALL CONVERT_1
      ACALL DISPLAY
      JNB P3.1,AE
      S1:JB P3.1,S2
      SJMP SET_TIMER_ON
      S2:ACALL CONVERT_1
      ACALL DISPLAY
      DJNZ COUNT1,S1
      DJNZ COUNT2,S1
      AJMP START

```

```

SET_TIMER_ON: MOV R6,#0AAH
      MOV R7,#0AAH
      ACALL CONVERT_1
      ACALL DISPLAY
      JNB P3.1,SET_TIMER_ON
      SETB P3.2

```

```

SET_ON: MOV COUNT1,#00
      MOV COUNT2,#20
      GZ4: ACALL CONVERT_1
      ACALL DISPLAY
      JB P3.2,GZ5
      GZ8: ACALL DISPLAY
      ACALL DISPLAY
      JNB P3.2,GZ8
      AJMP START
      GZ5: JB P3.1,GZ6
      SJMP SET_HR_ON
      GZ6: JB P3.7,GZ7
      SJMP SET_MIN_ON
      GZ7: DJNZ COUNT1,GZ4
      DJNZ COUNT2,GZ4
      AJMP START

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SET_HR_ON: CJNE    R7,#0AAH,K1
            MOV     R7,#00
            K1: ACALL  SCAN_WAIT_1
            JB      P3.1,K2
            INC     R7
            MOV     A,R7
            ADD     A,#00
            DA      A
            MOV     R7,A
            CJNE   A,#24H,K1
            MOV     R7,#00
            SJMP   K1
            K2: ACALL  FINE_SET_ON
            SJMP   SET_ON

SET_MIN_ON: CJNE    R6,#0AAH,K3
            MOV     R6,#00
            K3: ACALL  SCAN_WAIT_1
            JB      P3.7,K4
            INC     R6
            MOV     A,R6
            ADD     A,#00
            DA      A
            MOV     R6,A
            CJNE   A,#60H,K3
            MOV     R6,#00
            SJMP   K3
            K4: ACALL  FINE_SET_ON
            AJMP   SET_ON

FINE_SET_ON: MOV     A,R1
            CJNE   A,#01H,LC1    ; CH1
            MOV     08,R6
            MOV     09,R7
            LC1: CJNE  A,#02H,LC2    ; CH2
            MOV     12,R6
            MOV     13,R7
            LC2: CJNE  A,#03H,LC3    ; CH3
            MOV     16,R6
            MOV     17,R7
            LC3: CJNE  A,#04H,LC4    ; CH4
            MOV     20,R6
            MOV     21,R7
            LC4: CJNE  A,#05H,LC5    ; CH5
            MOV     24,R6
            MOV     25,R7
            LC5: CJNE  A,#06H,LC6    ; CH6
            MOV     28,R6
            MOV     29,R7
            LC6: CJNE  A,#07H,LC7    ; CH7
            MOV     33,R6
            MOV     34,R7
            LC7: CJNE  A,#08H,LC8    ; CH8
            MOV     37,R6
            MOV     38,R7
            LC8: CJNE  A,#09H,LC9    ; CH9
            MOV     41,R6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV 42,R7
LC9:CJNE A,#10H,LC10 ; CH10
MOV 45,R6
MOV 46,R7
LC10:CJNE A,#11H,LC11 ; CH11
MOV 49,R6
MOV 50,R7
LC11:CJNE A,#12H,LC12 ; CH12
MOV 53,R6
MOV 54,R7
LC12:CJNE A,#13H,LC13 ; CH13
MOV 57,R6
MOV 58,R7
LC13:CJNE A,#14H,LC14 ; CH14
MOV 61,R6
MOV 62,R7
LC14:CJNE A,#15H,LC15 ; CH15
MOV 65,R6
MOV 66,R7
LC15:CJNE A,#16H,LC16 ; CH16
MOV 69,R6
MOV 70,R7
LC16:CJNE A,#17H,LC17 ; CH17
MOV 73,R6
MOV 74,R7
LC17:CJNE A,#18H,LC18 ; CH18
MOV 77,R6
MOV 78,R7
LC18:CJNE A,#19H,LC19 ; CH19
MOV 81,R6
MOV 82,R7
LC19:CJNE A,#20H,OUTC ; CH20
MOV 85,R6
MOV 86,R7
OUTC: RET

```

```

TABLE: DB 1000001B
DB 11110011B
DB 01001001B
DB 01100001B
DB 00110011B
DB 00100101B
DB 00000101B
DB 11110001B
DB 00000001B
DB 00100001B
DB 01111111B

```

```

CONVERT_1:MOV A,R7
SWAP A
ACALL CON_1
MOV BUF1,A
MOV A,R7
MOV BUF2,A
MOV A,R6
SWAP A
ACALL CON_1
MOV BUF3,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,R6
ACALL  CON_1
MOV    BUF4,A
RET

CON_1: ANL    A,#0FH
MOV    DPTR,#TABLE
MOVC   A,@A+DPTR
RET

CONVERT: MOV  A,R5
        SWAP  A
        ACALL CON_1
        MOV   BUF1,A
        MOV   A,R5
        ACALL CON_1
        MOV   BUF2,A
        MOV   A,R4
        SWAP  A
        ACALL CON_1
        MOV   BUF3,A
        MOV   A,R4
        ACALL CON_1
        MOV   BUF4,A
        MOV   A,R1
        SWAP  A
        ACALL CON_1
        MOV   BUF5,A
        MOV   A,R1
        ACALL CON_1
        MOV   BUF6,A
        RET

DISPLAY: MOV  A,BUF1
CJNE   A,#10000001B,DI1
SJMP   DI2
DI1:   MOV   P1,BUF1
CLR    P3.5
CLR    P3.4
CLR    P3.3
DI2:   ACALL DELAY_2
MOV    P1,BUF2
SETB   P3.5
CLR    P3.4
CLR    P3.3
ACALL  DELAY_2
MOV    P1,BUF3
CLR    P3.5
SETB   P3.4
CLR    P3.3
ACALL  DELAY_2
MOV    P1,BUF4
SETB   P3.5
SETB   P3.4
CLR    P3.3
ACALL  DELAY_2
MOV    A,BUF5
CJNE   A,#10000001B,DI3
SJMP   DI4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DI3: MOV    P1, BUF5
      CLR    P3.5
      CLR    P3.4
           SETB P3.3
DI4: ACALL  DELAY_2
      MOV    P1, BUF6
           SETB P3.5
           CLR    P3.4
           SETB P3.3
           ACALL  DELAY_2
           SETB P3.4
           MOV    P1, #00000001B
           RET
DELAY_2: MOV    DELAY, #00H
DL:    DJNZ  DELAY, DL
           RET

SCAN_WAIT_1: MOV    R0, #70
           ACALL  CONVERT_1
QE:    ACALL  DISPLAY
           ACALL  DISPLAY
           DJNZ  R0, QE
           RET
      END

```



โปรแกรมควบคุมการทำงานควบคุมการทำงานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่ อัตโนมัติ

```

ORG    0000H
      SW1      EQU    P1.0
      SW2      EQU    P1.1
      SW3      EQU    P1.2
      LED1     EQU    P2.1
      LED2     EQU    P2.2
      LED3     EQU    P2.3
      BITON    EQU    P2.4
      FEEDB    EQU    P2.5
START:  MOV     P0,#00H
        MOV     P2,#0FFH
        MOV     P1,#00FH
        MOV     P3,#0FFH
        CLR     LED1
        CLR     LED2
        CLR     LED3
PRESSKEY: JB     BITON,$
          LCALL SCKEY
;=====
STEP1:  CLR     FEEDB
        SETB   LED1
        MOV     P0,#01H
        LCALL  DELAY
        CLR     LED1
        MOV     P0,#02H
        LCALL  DELAY
        SETB   LED1
        MOV     P0,#04H
        LCALL  DELAY
        CLR     LED1
        MOV     P0,#08H
        LCALL  DELAY
        SETB   FEEDB
        SJMP   STEP1
;=====
STEP2:  CLR     FEEDB
        SETB   LED2
        MOV     P0,#01H
        LCALL  DELAY2
        CLR     LED2
        MOV     P0,#02H
        LCALL  DELAY2
        SETB   LED2
        MOV     P0,#04H
        LCALL  DELAY2
        CLR     LED2
        MOV     P0,#08H
        LCALL  DELAY2
        SETB   FEEDB

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                SJMP  STEP2
;=====
STEP3 :          CLR   FEEDB
                SETB  LED3
                MOV   P0,#01H
                LCALL DELAY4
                CLR   LED3
                MOV   P0,#02H
                LCALL DELAY4
                SETB  LED3
                MOV   P0,#04H
                LCALL DELAY4
                CLR   LED3
                MOV   P0,#08H
                LCALL DELAY4
                SETB  FEEDB
                SJMP  STEP3
;=====
SCKEY :          JNB   SW1,STEP1
                ACALL DELAY
                JNB   SW2,STEP2
                ACALL DELAY
                JNB   SW3,STEP3
                ACALL DELAY
                SJMP  SCKEY
;=====
                                DELAY1
DELAY :          MOV   R3,#01FH
DELAY1 :         MOV   R4,#05FH
                DJNZ  R4,$
                DJNZ  R3,DELAY1
                RET
;=====
                                DELAY1
DELAY2 :         MOV   R3,#05FH
DELAY3 :         MOV   R4,#0FFH
                DJNZ  R4,$
                DJNZ  R3,DELAY3
                RET
;=====
                                DELAY1
DELAY4 :         MOV   R3,#0FFH
DELAY5 :         MOV   R4,#0FFH
                DJNZ  R4,$
                DJNZ  R3,DELAY5
                RET
;=====
                                END
=====
                                END

```

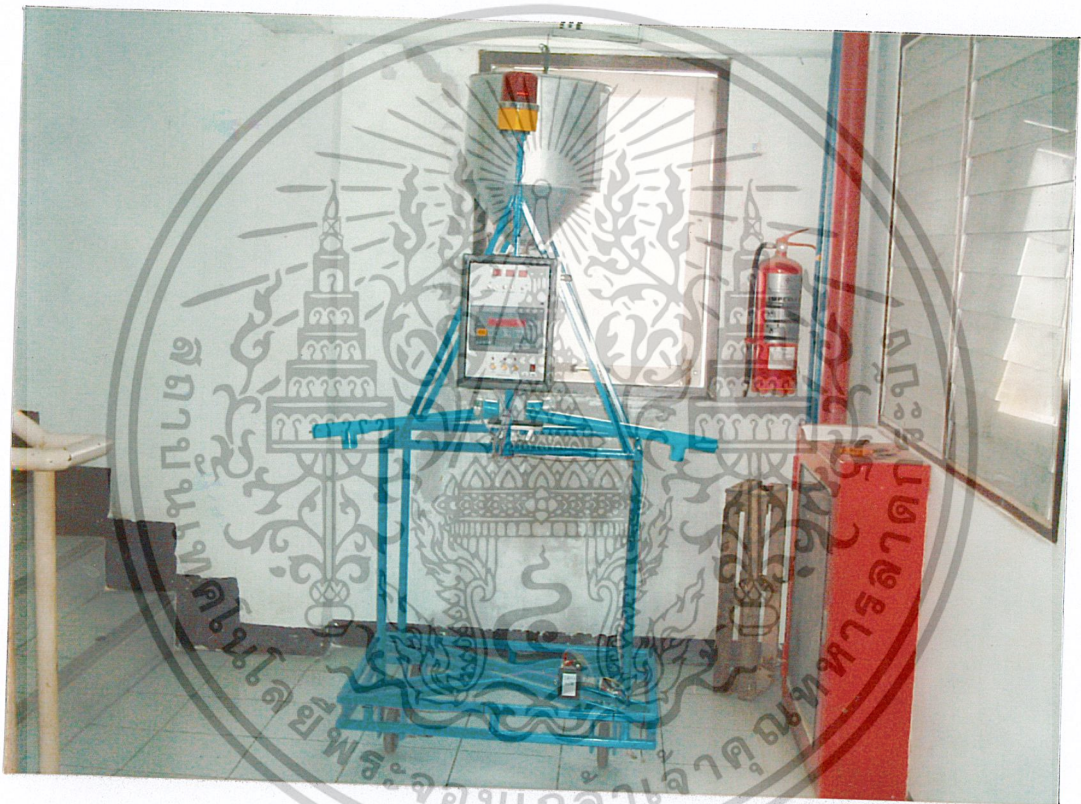
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน เครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

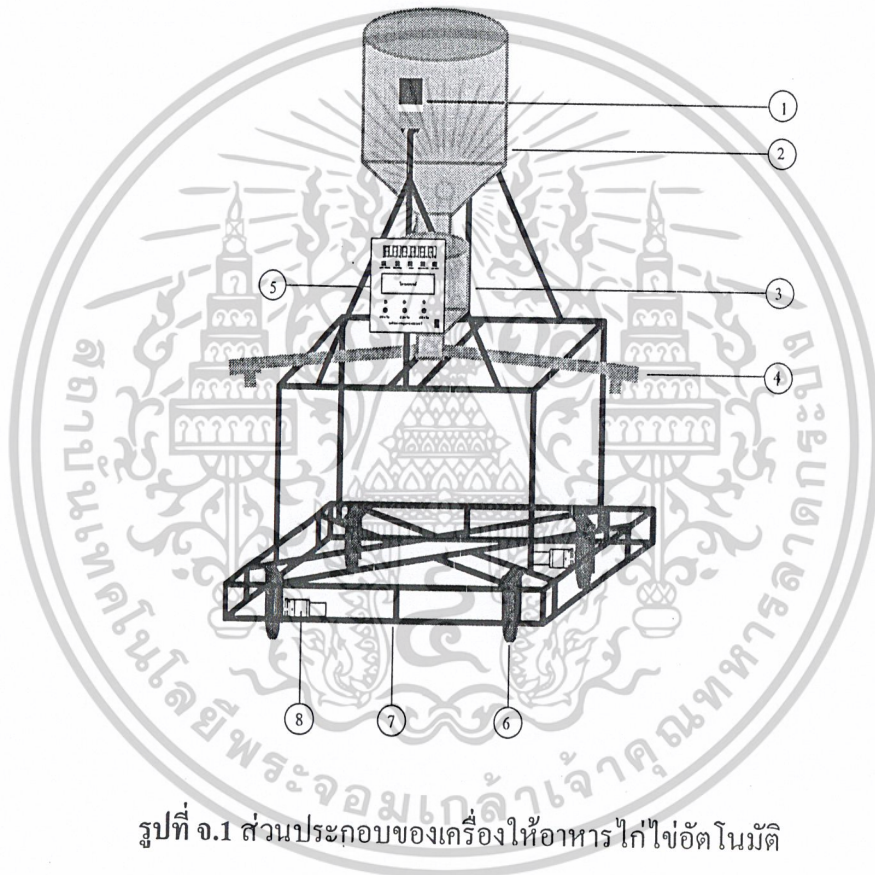
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ ควรศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจถึงหลักการใช้งาน เพื่อเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

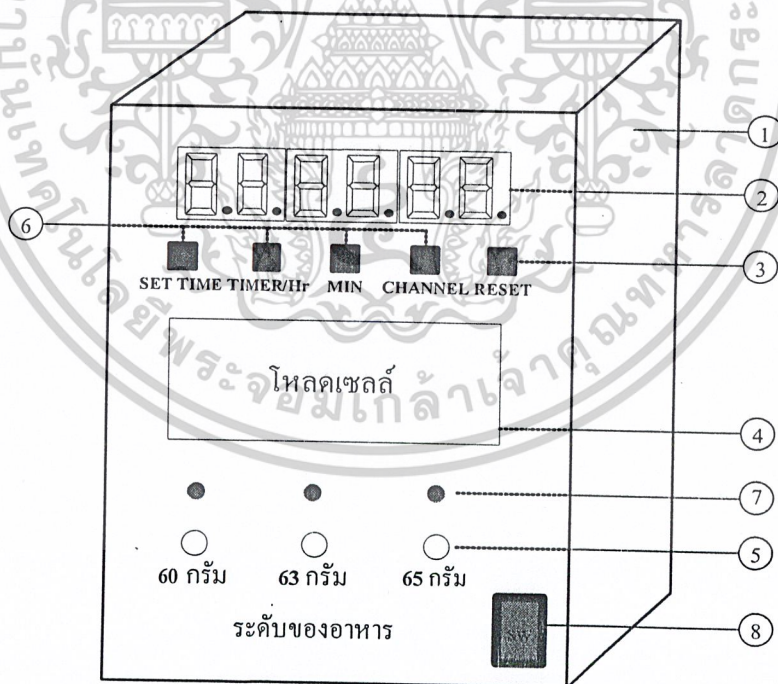


รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

- ① ไฟฉุกเฉิน
- ② ถังขนาดใหญ่
- ③ ถังขนาดเล็ก
- ④ ท่อลำเลียงอาหาร
- ⑤ กถ่องควบคุม
- ⑥ ล้อ
- ⑦ ฐานของเครื่อง
- ⑧ สเต็ปเปอร์มอเตอร์



รูปภาพที่ จ.2 ส่วนประกอบของกถ่องควบคุมของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.2 ส่วนประกอบต่าง ๆ ก่อตั้งควบคุมของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัต มีดังนี้

- ① กล่อง
- ② จอแสดงผลแอลซีดีแบบ 7 ส่วน
- ③ ปุ่มกดตั้งเวลา
- ④ จอโพลกเซลล์
- ⑤ ปุ่มกดเลือกอาหาร
- ⑥ ปุ่มตั้งเวลา
- ⑦ ไดโอดเปล่งแสง
- ⑧ สวิตช์เปิด-ปิด

3. การติดตั้งและการใช้งาน

- 3.1. ทำการประกอบเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัต
- 3.2. ทำการเปิดเครื่องให้พร้อมที่จะทำงาน
- 3.3. ตั้งเวลาที่จะให้เวลาได้ 3 เวลา
- 3.4. กดปุ่มที่จะให้อาหารในแต่ละวันว่าจะให้ขนาดเท่าไร

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านผู้ใช้ประสบปัญหาในการใช้งานของเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัตสามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขเบื้องต้นดังต่อไปนี้

ตารางที่ จ.1 อาการสาเหตุและวิธีแก้ไข

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
เปิดเครื่องแล้วไฟไม่ติด	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าและสวิตช์ 2. ตรวจสอบว่าแบตเตอรี่หมดหรือไม่
มอเตอร์ไม่หมุน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบว่าสายมอเตอร์ขาดหรือไม่ 2. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ปิดเครื่องทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ
- เอาผ้าคลุมกล่องหน้าปิดของเครื่องเมื่อไม่มีการใช้งาน
- เช็ดทำความสะอาดเครื่องให้อาหารไก่ไข่อัตโนมัตินานพอเวลาที่มีฝุ่นละอองจับอาจทำให้ตัวเครื่องขัดข้องหรือเสียหายได้
- ควรหยอดน้ำมันหล่อลื่นบริเวณที่เป็นตรงแกนล้อเพื่อไม่ให้แกนล้อเกิดการขึ้นสนิม

5.2. ข้อควรระวัง

- อย่าเปิดเครื่องทิ้งไว้เมื่อไม่มีการใช้งาน
- โหลดเซลล์มีความบอบบางควรระมัดระวังในการใช้งานเป็นพิเศษ
- เพื่อความเข้าใจควรอ่านคู่มือการใช้งานให้เข้าใจก่อนใช้งานจริงทุกครั้ง
- ควรอ่านคู่มือการใช้งานให้เข้าใจเสียก่อน มิฉะนั้นเครื่องอาจชำรุดเสียหายได้

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ จ.2 คุณสมบัติรายละเอียด

คุณสมบัติ	รายละเอียด
แหล่งจ่ายไฟ	ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ 7 แอมป์
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแอลอีดีแบบ 7 ส่วน
ขนาด	
-ขนาดกล่อง	กว้าง 10 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว สูง 6 นิ้ว
-ขนาดตัวเครื่อง	กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร สูง 200 เซนติเมตร
การตั้งเวลา 3 ช่วง	8.30 น., 11.30 น. และ 16.30 น.
การควบคุมน้ำหนัก	60 กรัม, 63 กรัม และ 65 กรัม
ระบบห้วยจ่ายอาหาร	ห้วยจ่ายด้านซ้ายและห้วยจ่ายด้านขวา
ระยะเวลาให้อาหาร	ครั้งละไม่เกิน 10 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2(ต่อ) คุณสมบัติรายละเอียด

คุณสมบัติ	รายละเอียด
น้ำหนักสูงสุดของถังจ่าย - ถังใหญ่ - ถังเล็ก	10 กิโลกรัม 3 กิโลกรัม
ระบบการเตือน	ไฟฉุกเฉิน
โพลีคาร์บอเนต	ชั่งน้ำหนักได้ไม่เกิน 5 กิโลกรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

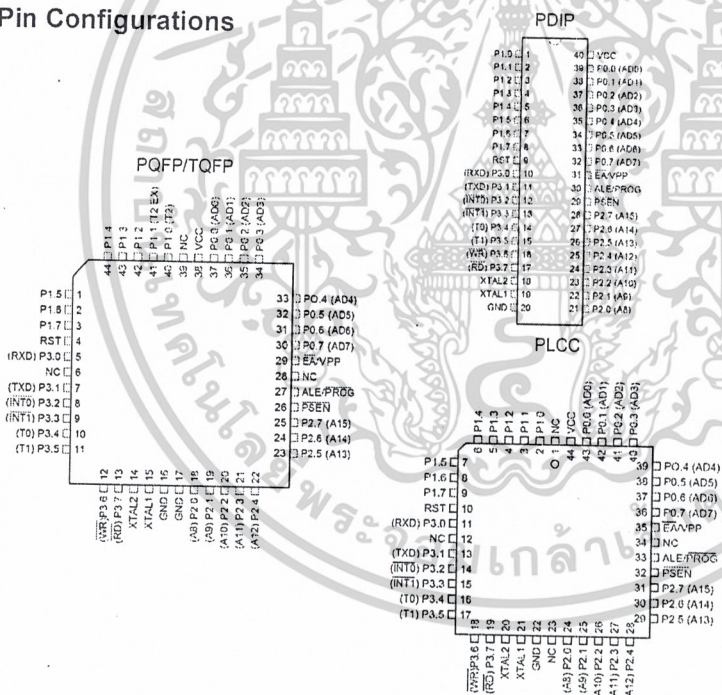
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations



**8-bit
Microcontroller
with 4K Bytes
Flash**

AT89C51

**Not Recommended
for New Designs.
Use AT89S51.**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground.....	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.6V
DC Output Current.....	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0V ± 20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V _{IL}	Input Low-voltage	(Except $\bar{E}A$)	-0.5	0.2 V _{CC} - 0.1	V
V _{IL1}	Input Low-voltage ($\bar{E}A$)		-0.5	0.2 V _{CC} - 0.3	V
V _{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V _{CC} + 0.9	V _{CC} + 0.5	V
V _{IH1}	Input High-voltage (XTAL1, RST)		0.7 V _{CC}	V _{CC} + 0.5	V
V _{OL}	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	I _{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V _{OL1}	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	I _{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V _{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	I _{OH} = -60 μA, V _{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -25 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -10 μA	0.9 V _{CC}		V
V _{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I _{OH} = -800 μA, V _{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -300 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -80 μA	0.9 V _{CC}		V
I _{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V _{IN} = 0.45V		-50	μA
I _{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V _{IN} = 2V, V _{CC} = 5V ± 10%		-650	μA
I _{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\bar{E}A$)	0.45 < V _{IN} < V _{CC}		±10	μA
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C _{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T _A = 25°C		10	pF
I _{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
		Power-down Mode ⁽²⁾	V _{CC} = 6V		100
		V _{CC} = 3V		40	μA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
 Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
 Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0; 26 mA
 Ports 1, 2, 3: 15 mA
 Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
 If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
 2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Characteristics

Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{\text{CLCL}}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t_{LLAX}	Address Hold after ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t_{PLPH}	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{PLIV}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-45$	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold after $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float after $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-10$	ns
t_{PXAV}	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-55$	ns
t_{PLAZ}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	RD Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{WLWH}	WR Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{RLDV}	RD Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
t_{RHDX}	Data Hold after RD	0		0		ns
t_{RHDX}	Data Float after RD		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
t_{OVWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{OVWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-120$		ns
t_{WHQX}	Data Hold after $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{RLAZ}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-20$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise noted)

PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST CONDITION
Input	Forward Voltage (V_f)		1.2	1.5	V	$I_f = 10\text{mA}$
	Reverse Current (I_R)			10	μA	$V_R = 6\text{V}$
Output	Collector-emitter Breakdown (BV_{CE0}) (Note 2)	30			V	$I_c = 1\text{mA}$
	Collector-base Breakdown (BV_{CB0})	70			V	$I_c = 100\mu\text{A}$
	Emitter-collector Breakdown (BV_{ECO})	6			V	$I_E = 100\mu\text{A}$
	Collector-emitter Dark Current (I_{CEO})			50	nA	$V_{CE} = 10\text{V}$
	Collector-base Dark Current (I_{CBO})			20	nA	$V_{CE} = 10\text{V}$
Coupled	Current Transfer Ratio (CTR) 4N25, 4N26	20			%	$10\text{mA } I_f, 10\text{V } V_{CE}$
	4N27, 4N28	10			%	$10\text{mA } I_f, 10\text{V } V_{CE}$
	Collector-emitter Saturation Voltage $V_{CE(SAT)}$			0.5	V	$50\text{mA } I_f, 2\text{mA } I_c$
	Input to Output Isolation Voltage V_{ISO}	5300			V_{RMS}	See note 1
		7500			V_{PK}	See note 1
	Input-output Isolation Resistance R_{ISO}	5×10^{10}			Ω	$V_{IO} = 500\text{V}$ (note 1)
	Turn-on Time t_{on}		4		μs	$V_{CE} = 10\text{V}$
	Turn-off Time t_{off}		3		μs	$I_f = 10\text{mA}, R_L = 100\Omega$
	Output Rise Time t_r		2		μs	(FIG 1)
	Output Fall Time t_f		2		μs	

Note 1 Measured with input leads shorted together and output leads shorted together.
 Note 2 Special Selections are available on request. Please consult the factory.

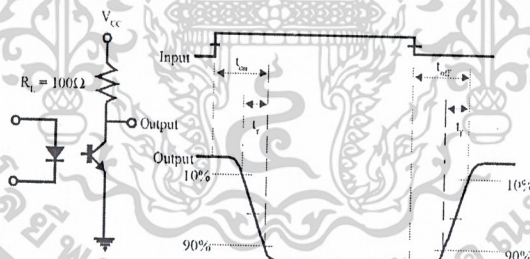


FIG 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS138

1-of-8 Decoder/ Demultiplexer

The LSTTL/MSI SN74LS138 is a high speed 1-of-8 Decoder/Demultiplexer. This device is ideally suited for high speed bipolar memory chip select address decoding. The multiple input enables allow parallel expansion to a 1-of-24 decoder using just three LS138 devices or to a 1-of-32 decoder using four LS138s and one inverter. The LS138 is fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed and is completely compatible with all ON Semiconductor TTL families.

- Demultiplexing Capability
- Multiple Input Enable for Easy Expansion
- Typical Power Dissipation of 32 mW
- Active Low Mutually Exclusive Outputs
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects

GUARANTEED OPERATING RANGES

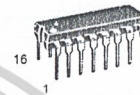
Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T _A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I _{OH}	Output Current – High			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current – Low			8.0	mA



ON Semiconductor™

<http://onsemi.com>

LOW
POWER
SCHOTTKY



PLASTIC
N SUFFIX
CASE 648



SOIC
D SUFFIX
CASE 751B



SOEIAJ
M SUFFIX
CASE 966

ORDERING INFORMATION

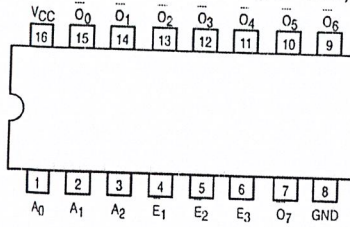
Device	Package	Shipping
SN74LS138N	16 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS138D	SOIC-16	38 Units/Rail
SN74LS138DR2	SOIC-16	2500/Tape & Reel
SN74LS138M	SOEIAJ-16	See Note 1
SN74LS138MEL	SOEIAJ-16	See Note 1

1. For ordering information on the EIAJ version of the SOIC package, please contact your local ON Semiconductor representative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS138

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



NOTE:
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

PIN NAMES

A₀-A₂ Address Inputs
E₁, E₂ Enable (Active LOW) Inputs
E₃ Enable (Active HIGH) Input
O₀-O₇ Active LOW Outputs

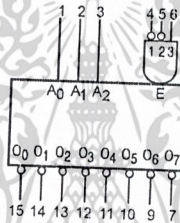
LOADING (Note a)

HIGH	LOW
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
10 U.L.	5 U.L.

NOTES:

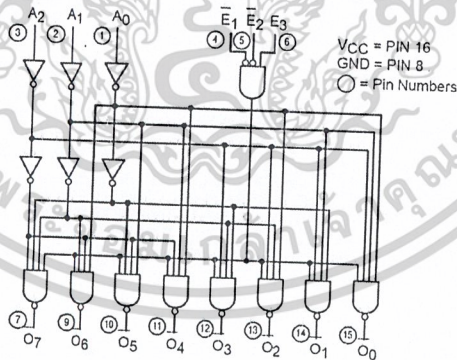
a) 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μA HIGH/1.6 mA LOW.

LOGIC SYMBOL



VCC = PIN 16
GND = PIN 8

LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



March 1998

DM74LS573 Octal D Latch with 3-STATE Outputs

General Description

The 'LS573 is a high speed octal latch with buffered common Latch Enable (LE) and buffered common Output Enable (\overline{OE}) inputs.

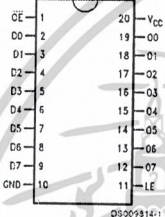
This device is functionally identical to the 'LS373, but has different pinouts. For truth tables, discussion of operations and AC and DC specifications, please refer to the 'LS373 data sheet.

Features

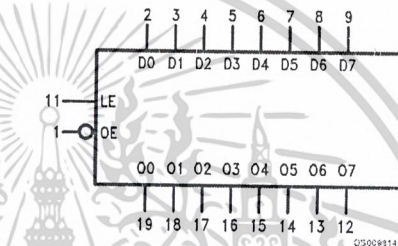
- Inputs and outputs on opposite sides of package allowing easy interface with microprocessors
- Useful as input or output port for microprocessors
- Functionally identical to 'LS373
- Input clamp diodes limit high speed termination effects
- Fully TTL and CMOS compatible

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



Logic Symbol



Order Number DM74LS573WM or DM74LS573N
See Package Number M20B or N20A

V_{CC} = Pin 20
GND = Pin 10

Pin Names	Description
D0-D7	Data Inputs
LE	Latch Enable Input (Active HIGH)
\overline{OE}	3-STATE Output Enable Input (Active LOW)
O0-O7	3-STATE Latch Outputs

Function Table

OUTPUT Enable	Latch Enable	D	Output \overline{O}
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q_C
H	X	X	Z

L = Low State, H = High State, X = Don't Care
Z = High Impedance State
 Q_C = Previous Condition of O

DM74LS573 Octal D Latch with 3-STATE Outputs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)Supply Voltage
Input Voltage7V
7V

Operating Free Air Temperature Range

DM74LS
Storage Temperature Range

0°C to +70°C

-65°C to +150°C

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM74LS			Units
		Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current			-2.6	mA
I_{OL}	Low Level Output Current			24	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Electrical Characteristics

Over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}, I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min}$		0.35	0.5	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7 \text{ V}$		0.25	0.4	mA
I_{IH}	High Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7 \text{ V}$			20	μA
I_{IL}	Low Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4 \text{ V}$			-0.4	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)	-30		-130	mA
I_{CC}	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}$			50	mA
I_{OZH}	3-STATE Output off Current High	$V_{CC} = V_{CCH}, V_{OZH} = 2.7 \text{ V}$			20	μA
I_{OZL}	3-STATE Output off Current Low	$V_{CC} = V_{CCH}, V_{OZL} = 0.4 \text{ V}$			-20	μA

Note 2: All typicals are at $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 3: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

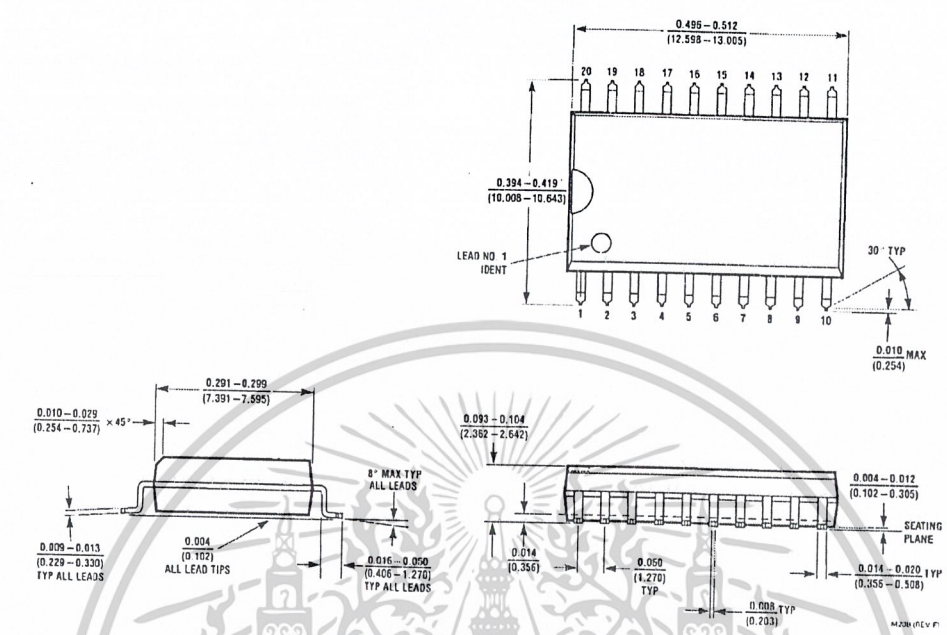
Switching Characteristicsat $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ C$ (see Section 1 for Test Waveforms and output loading)

Symbol	Parameter	$R_L = 2\text{ k}\Omega$, $C_L = 50\text{ pF}$		Units
		Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Data to Q		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay LE to Q		18	ns
t_{PLH}	Propagation Delay LE to Q		36	ns
t_{PZH}	3-STATE Enable Time \overline{OE} to Q		25	ns
t_{PZL}	3-STATE Enable Time \overline{OE} to Q		20	ns
t_{PHZ}	3-STATE Enable Time \overline{OE} to Q		25	ns
t_{PLZ}	3-STATE Enable Time \overline{OE} to Q		20	ns
$t_s(H)$	Setup Time (High/Low)	3		ns
$t_s(L)$	Data to LE	7		ns
$t_h(H)$	Hold Time (High/Low)	10		ns
$t_h(L)$	Data to LE	10		ns
$t_w(H)$	Pulse Width (High)	15		ns
	Data to LE			ns

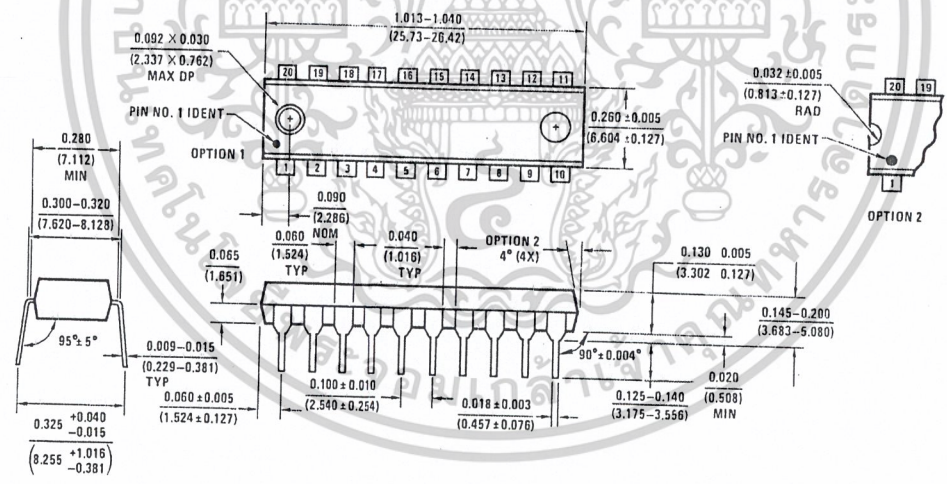


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



20-Lead Wide Small Outline Molded Package (M)
 Order Number DM74LS573WM
 Package Number M20B



20-Lead Molded Dual-In-Line Package (N)
 Order Number DM74LS573N
 Package Number N20A

N20A (REV G)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEDEA - HUNTLEIGH LOAD CELL TEST DATA SHEET

===== General Data =====

Serial Number	9498526	Calibration Mode :-	Compression
Model	1022	Input Impedance	415+/-20 Ohms
Capacity (kg)	5	Output Impedance	350+/-3 Ohms
Thread Type	Metric	Insulation Resistance	> 2 GOhms
Grade	E	Test Excitation	10 Vdc

===== BTH Metrology Data =====

Zero Balance	0.55% Rated Load	Platform Size	350x 350 mm
Output @ R.C.	1.856 mV/V	Eccentricity Test Load	2 Kg
Temperature Effect		Eccentricity	<0.0085% Load/cm
On Zero	<0.010%	Non Repeatability	<0.02% R.O.
On Span	<0.003%	Total Error	<0.03% R.O.
Zero Return	<0.05%		

===== Color Code =====

+OUTPUT	-----RED	-OUTPUT	-----WHITE
+EXCITATION	-----GREEN	-EXCITATION	-----BLACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายชัยวุฒิ แสนแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	15 มิถุนายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	230 หมู่ที่ 15 ตำบลเขวาวไร่ อำเภอโคกสูงพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 44140
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบรบือราษฎร์ผดุง จังหวัดมหาสารคาม
มัธยมศึกษา	โรงเรียนกัลยาณวัตร จังหวัดขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นางสาวศุภนา พราหมณ์น้อย
วัน เดือน ปีเกิด	10 พฤศจิกายน พ.ศ.2524
ภูมิลำเนา	157/4 หมู่ที่ 1 ถนนปทุมพร ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000 โทรศัพท์ 0-7720-4128
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเทศบาล 4 (วัดโพธารวาส) จังหวัดสุราษฎร์ธานี
มัธยมศึกษา	โรงเรียนเทศบาล 1 (แดงอ่อนเผด็จวิทยา) จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	คิด พูด ทำ อย่างมีเหตุผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายเสกสรร ทองลพ
วัน เดือน ปีเกิด	20 ตุลาคม พ.ศ.2524
ภูมิลำเนา	142 หมู่ที่ 6 ตำบลศรีเทพ อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67170
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านบึงนาจาน
มัธยมศึกษา	โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอุตรดิตถ์ จังหวัดสระบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ไม่เอาเปรียบใครและไม่ยอมให้ใครเอาเปรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล

นายอาทสิทธิ์ อาคมะเรีระ

วัน เดือน ปีเกิด

5 กันยายน พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา

92/1 หมู่ที่ 12 ตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตนภูมิ
จังหวัดสงขลา 90180

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา

โรงเรียนเขารักเกียรติ จังหวัดสงขลา

มัธยมศึกษา

โรงเรียนรัตนภูมิวิทยา จังหวัดสงขลา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น

วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ปริญญาตรี

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์

คิดก่อนทำ ทำอย่างมีเหตุผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้