สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

รถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต

CAR ROBOT

นายกิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน
นายธวัชชัย แซ่ปึง
นายมนัสชัย สมัครแก้ว
นายสมพล แก้วสนั่น

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48325
วัน, เดือน, ปี 15 ต.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง รถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต

Car Robot

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษา และค้นคว้าการทำงานของ Car Robot

2) เพื่อออกแบบโครงสร้าง การควบคุม และการทำงานของ Car Robot

3) เพื่อสร้างโครงสร้าง และการควบคุม Car Robot ได้

4) เพื่อนำ Car Robot มาทดลองให้ใช้งานได้

5) เพื่อนำ Car Robot ไปใช้งานได้จริง และสามารถนำไปพัฒนาต่อไปได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เข้าใจการทำงาน และหลักการออกแบบ Car Robot

2) ออกแบบโครงสร้าง และหลักการทำงานของ Car Robot

3) สร้าง Car Robot ได้

4) ผลการทดลอง Car Robot

5) นำ Car Robot ไปใช้งาน และนำไปประยุกต์ในการพัฒนาต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	รถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต
นักศึกษา	นายกิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน
	นายธวัชชัย แซ่ปึง
	นายมนัสชัย สมัครแก้ว
	นายสมพล แก้วสนั่น
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบ และการสร้างรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมตโดยมีความสามารถดังนี้ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา จับวัตถุ ยกวัตถุขึ้น - ลง หมุนวัตถุ 180 องศา และปล่อยวัตถุได้ โดยที่วัตถุนั้นจะมีขนาดความกว้างได้ไม่เกิน 8 ซม. ความยาวไม่เกิน 17 ซม. และมีน้ำหนักได้ไม่เกิน 500 กรัม ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุม และจะใช้การสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรมในการติดต่อระหว่างรถเคลื่อนย้ายวัตถุกับรีโมต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Car Robot	
Students	Mr.Kittisak	Singsungnoen
	Mr.Thawatchai	Seapung
	Mr.Manaschai	Samakkaew
	Mr.Sompol	Kaewsanun
Advisor	Mr.Paiboon	Pongwongtragull
Co-advisor	Mr.Piya	Jitthammapirom
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics and Computer	
Academic Year	2002	

ABSTRACT

This thesis presents the inventive design of a car using the microcontroller MCS-51 series, this microcontroler allows the car to move the objects around by remote control. The following are the capabilities of the remote control car : moving forword, reverse, turn left, turn right, holding an object, lifting an object up - down, rotate object 180 degrees, and releasing of the object. The maximum size of the object that the car can hold and move around is 80 mm x 170 mm and the maximum weight of the object can be no heavier than 500 grams. The communication between car and remote controller using the serial port, and the car known as Car Robot.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหา ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะวิศวกรรม ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา และมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจ และทุนการศึกษาด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	3
2.1.1 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	3
2.1.2 คุณสมบัติของมอเตอร์	5
2.1.3 พื้นฐานของระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	8
2.1.4 ลักษณะการควบคุมของระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	9
2.2 ทฤษฎี และการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (แบบยูนิโพลาร์)	10
2.3 พัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	12
2.3.1 การทำงานของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	13
2.3.2 ระบบควบคุมความเร็วที่ใช้วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	15
2.3.3 พิจารณาโครงสร้าง และการวิเคราะห์คุณสมบัติการทำงานของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	19
2.4 การควบคุมการจับ – ปล่อยสิ่งของ ของแขนกล	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS--51	22
2.5.1 ลักษณะโดยทั่วไปของ MCS-51	22
2.5.2 การใช้งานพอร์ตอนุกรม	24
2.6 โฟโต้ไดโอด	27
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	29
3.1 กล่าวนำ	29
3.2 ฮาร์ดแวร์	29
3.2.1 แหล่งจ่าย	29
3.2.2 วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	30
3.2.3 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	31
3.2.4 วงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	32
3.2.5 วงจรควบคุมการหมุน 180 องศา	33
3.2.6 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์	34
3.2.7 วงจรส่งสัญญาณ	35
3.2.8 วงจรรับสัญญาณ	36
3.2.9 วงจรเซนเซอร์	37
3.2.10 วงจรรวม	39
3.2.11 โครงสร้างของตัวรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต	39
3.2.12 โครงสร้างของแขนกล	41
3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์	48
3.3.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการส่งสัญญาณ	48
3.3.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการรับสัญญาณ	50
3.3.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการควบคุมการหมุน 180 องศา	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดลองผลการทดลอง	55
4.1 กล่าวนำ	55
4.2 การทดลอง และผลการทดลอง	55
4.2.1 การทดลอง และผลการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	55
4.2.2 การทดลอง และผลการทดลองชุดวงจรพัลซ์วิทด์โมดูเลชั่น	55
4.2.3 การทดลอง และผลการทดลองชุดขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	56
4.2.4 การทดลอง และผลการทดลองวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณ	57
4.2.5 การทดลอง และผลการทดลองการจับ-ปล่อยวัตถุ	59
4.2.6 การทดลอง และผลการทดลองการหมุน 180 องศา	60
4.2.7 การทดลอง และผลการทดลองการยกวัตถุขึ้น-ลง	61
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และพัฒนา	64
5.1 บทสรุป	64
5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข	65
5.2.1 ปัญหาที่พบทางด้านฮาร์ดแวร์	65
5.2.2 แนวทางการแก้ไขทางด้านฮาร์ดแวร์	65
5.2.3 ปัญหาที่พบทางด้านซอฟต์แวร์	66
5.2.4 แนวทางการแก้ไขทางด้านซอฟต์แวร์	66
5.4 แนวทางพัฒนา	66
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	67
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	73
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรมควบคุม	88
ภาคผนวก ง รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์ MCS-51	96
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	112
ภาคผนวก ฉ รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน	117
บรรณานุกรม	121
ประวัติผู้แต่ง	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการขับสเต็ปมอเตอร์แบบเวฟ	11
ตารางที่ 2.2 รายละเอียดการขับสเต็ปมอเตอร์แบบ 2 เฟส	11
ตารางที่ 2.3 รายละเอียดการขับสเต็ปมอเตอร์แบบครึ่งสเต็ป	12
ตารางที่ 2.4 บิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ SCON	25
ตารางที่ 2.5 ความหมายของบิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ SCON	25
ตารางที่ 2.5 (ต่อ) ความหมายของบิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ SCON	26
ตารางที่ 2.6 การเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม	26
ตารางที่ 2.6 (ต่อ) การเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม	27
ตารางที่ 3.1 หน้าที่การทำงานของพอร์ต P1.2 และ P1.3ของ U2	37
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	56
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณ	58
ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณ	59
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการจับ – ปล่อยวัตถุ	59
ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการทดลองการจับ – ปล่อยวัตถุ	60
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองขนาดของน้ำหนักที่สามารถยกขึ้น – ลงได้	62
ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองขนาดของน้ำหนักที่สามารถยกขึ้น – ลงได้	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	4
รูปที่ 2.2 หลักการทำงานอย่างง่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	5
รูปที่ 2.3 แผนภาพคุณสมบัติของมอเตอร์ขนาด 1 วัตต์ และ 80 วัตต์	6
รูปที่ 2.4 วงจรภายในของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
รูปที่ 2.5 แทนค่าแรงดันที่เกิดขึ้นในมอเตอร์กระแสตรงกับความเร็วรอบ	7
รูปที่ 2.6 ผังการทำงาน	8
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างกลไกออฟโตอินคริเมนท์	10
รูปที่ 2.8 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมความเร็วแบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	15
รูปที่ 2.9 วงจรสมมูลย์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในระบบควบคุมแบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	16
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียที่เพิ่มขึ้นในอาร์เมเจอร์ของเซอร์โวมอเตอร์กับฟอร์มแฟคเตอร์	18
รูปที่ 2.11 ผังการทำงานของวงจรขยายพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	19
รูปที่ 2.12 ผลของฮีลเทเรซีสในวงจรขยายที่มีอัตราการขยายสูง	19
รูปที่ 2.13 แรงดันเอาท์พุตของตัวเปรียบเทียบ และวงจรขับ	20
รูปที่ 2.14 การจับวัตถุ และตำแหน่งเซนเซอร์	21
รูปที่ 2.15 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	23
รูปที่ 2.16 รูปแบบสัญญาณการส่งข้อมูลแบบอนุกรม	24
รูปที่ 2.17 ลักษณะการต่อใช้งานโฟโตไดโอด	28
รูปที่ 3.1 วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	30
รูปที่ 3.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	31
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	32
รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมการหมุน 180 องศา	33
รูปที่ 3.5 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์	34
รูปที่ 3.6 วงจรส่งสัญญาณ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.7 วงจรรับสัญญาณ	36
รูปที่ 3.8 วงจรเซนเซอร์	38
รูปที่ 3.9 โครงสร้างของรถ	40
รูปที่ 3.10 โครงสร้างส่วนของการยกขึ้น – ยกลง	44
รูปที่ 3.11 โครงสร้างส่วนของการหมุน 180 องศา	46
รูปที่ 3.12 โครงสร้างส่วนของการจับ – ปล่อยวัตถุ	48
รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่งสัญญาณ	49
รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของโปรแกรมรับสัญญาณ	52
รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานของการควบคุมการหมุน 180 องศา	54
รูปที่ ก.1 เครื่องต้นแบบด้านหน้า	68
รูปที่ ก.2 เครื่องต้นแบบด้านข้าง	68
รูปที่ ก.3 เครื่องต้นแบบด้านบน	69
รูปที่ ก.4 เครื่องต้นแบบด้านหลัง	69
รูปที่ ก.5 การวางแผงวงจรชั้นล่าง	70
รูปที่ ก.6 การต่อวงจรระหว่างแผงวงจรชั้นล่าง	70
รูปที่ ก.7 การวางแผงวงจรชั้นบน	71
รูปที่ ก.8 การต่อแผงวงจรต่างๆ ที่เสร็จสมบูรณ์ ทั้งแผงวงจรด้านล่าง และด้านบน	71
รูปที่ ก.9 ด้านหน้าของรีโมตคอลโทรล	72
รูปที่ ก.10 วงจรภายในของรีโมตคอลโทรล	72
รูปที่ ข.1 วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	74
รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	74
รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	74
รูปที่ ข.4 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	75
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	75
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	76
รูปที่ ข.7 วงจรควบคุมการหมุน 180 องศา	76
รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมการหมุน 180 องศา	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการหมุน 180 องศา	77
รูปที่ ข.10 วงจรเซนเซอร์	78
รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรเซนเซอร์	78
รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์ของวงจรเซนเซอร์	79
รูปที่ ข.13 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์	79
รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรขับสเต็ปมอเตอร์	80
รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรขับสเต็ปมอเตอร์	80
รูปที่ ข.16 วงจรส่งสัญญาณ	81
รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรส่งสัญญาณ	81
รูปที่ ข.18 การวางอุปกรณ์ของวงจรส่งสัญญาณ	82
รูปที่ ข.19 วงจรรับสัญญาณ	82
รูปที่ ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรรับสัญญาณ	83
รูปที่ ข.21 การวางอุปกรณ์ของวงจรรับสัญญาณ	83
รูปที่ ข.22 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	84
รูปที่ ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ	84
รูปที่ ข.24 การวางอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ	85
รูปที่ ข.25 วงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	85
รูปที่ ข.26 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	83
รูปที่ ข.27 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	86
รูปที่ ข.28 วงจรรวม	87
รูปที่ ค.1 แผนผังการทำงานของ โปรแกรมส่งสัญญาณ	89
รูปที่ ค.2 แผนผังการทำงานของ โปรแกรมรับสัญญาณ	90
รูปที่ ค.3 แผนผังการทำงานของการควบคุมการหมุน 180 องศา	91
รูปที่ ค.4 โปรแกรมส่งสัญญาณ	92
รูปที่ ค.5 โปรแกรมรับสัญญาณ	93
รูปที่ ค.6 โปรแกรมการหมุนแขนกล 180 องศา	94
รูปที่ จ.1 ปุ่มสวิตซ์แสดงการทำงาน และการใช้งานของตัวรีโมต	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ จ.2 การต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปอย่างรวดเร็ว ทำให้วิถีชีวิตของคนเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก และได้มีการนำวิทยาการต่างๆ ที่ถูกคิดค้นขึ้นมาใหม่หรือมีการปรับปรุงที่มีอยู่เดิมมาใช้ในการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีความจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเหลือในงานที่คนไม่สามารถทำได้ เช่น การขนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ในบางครั้งแรงงานคนก็ไม่สามารถขนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมากได้ และยังทำให้เป็นการเสียเวลาในการทำงานอีกด้วย จึงได้มีการคิดที่จะสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกในการขนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดทั้งเวลา และแรงงานคน โดยได้จัดทำเป็นโมเดลขึ้นเรียกว่า รถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต (Car Robot) เพื่อนำไปประยุกต์ และพัฒนาให้ใช้งานได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมต่อไป

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1) สามารถจับ – ปล่อยสิ่งของหรือวัตถุที่มีน้ำหนักได้ไม่เกิน 500 กรัม
2) สามารถควบคุมการเดินรถได้ด้วยรีโมตแบบใช้สายโดยใช้หลักการส่งข้อมูลแบบอนุกรม
3) สามารถควบคุมการจับ – ปล่อยสิ่งของหรือวัตถุได้ด้วยรีโมตแบบใช้สายได้
4) สามารถหมุนแขนกลได้ 180 องศา

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจในแต่ละบท จึงประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการทำงานประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ ทฤษฎี และหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ทฤษฎี และหลักการทำงานของวงจรขยายพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น ทฤษฎี และหลักการทำงานสเต็ปมอเตอร์ ทฤษฎี และหลักการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และทฤษฎี และหลักการทำงานของโฟโต้ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจรขยายพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น การออกแบบวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การออกแบบวงจรควบคุมการหมุน 180 องศา การออกแบบวงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ การออกแบบโครงสร้างของรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต การออกแบบโครงสร้างของแขนกล การออกแบบวงจรชุดควบคุมการทำงาน การออกแบบวงจรรับสัญญาณจากชุดควบคุมการทำงาน การออกแบบวงจรเซนเซอร์ การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการส่งสัญญาณ การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการรับสัญญาณ และการออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการควบคุมการหมุน 180 องศา

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแส การทดลอง และผลการทดลองชุดวงจรพัลซ์วิทด์โมดูเลชั่น การทดลอง และผลการทดลองชุดขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การทดลองและผลการทดลองวงจรส่งสัญญาณและวงจรรับสัญญาณ การทดลอง และผลการทดลองการจับ – ปล่อยวัตถุการทดลอง และผลการทดลองการหมุน 180 องศา การทดลอง และผลการทดลองการยกวัตถุขึ้น – ลง

บทที่ 5 ปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงานของรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต และแนวทางในการพัฒนาเพื่อให้โครงงานนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถใช้งานได้ง่ายมากขึ้น

ในภาคผนวกได้แสดงรายละเอียดในส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรมควบคุม

ภาคผนวก ง รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก ฉ รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.1 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทุกชนิดมีหลักการในทำนองเดียวกัน โดยการผ่านกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก ซึ่งมันจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็ก สัดส่วนของแรงขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้า และกำลังของสนามแม่เหล็กแรงจะเกิดขึ้นเป็นมุมฉากกับกระแส และสนามแม่เหล็กขณะที่ทิศทางของสนามแม่เหล็กไหลย้อนกลับ การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และกระแสก็เป็นผลทำให้ทิศทางของแรง เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัตินี้ทำให้มอเตอร์กระแสตรงสามารถกลับทิศทางการหมุนได้

พิจารณาในส่วนของแม่เหล็กแท่งถาวร สนามแม่เหล็กของมอเตอร์ที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนของแม่เหล็กถาวร ซึ่งจะถูกยึดติดกับแผ่นเหล็กหรือชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กกล้า และบางแบบก็จะทำตัวถังเป็นแม่เหล็ก โดยปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ไม่เคลื่อนที่ของมอเตอร์ ขดลวดเหนี่ยวนำจะถูกพันอยู่บนส่วนที่เป็นแกนหมุนของมอเตอร์

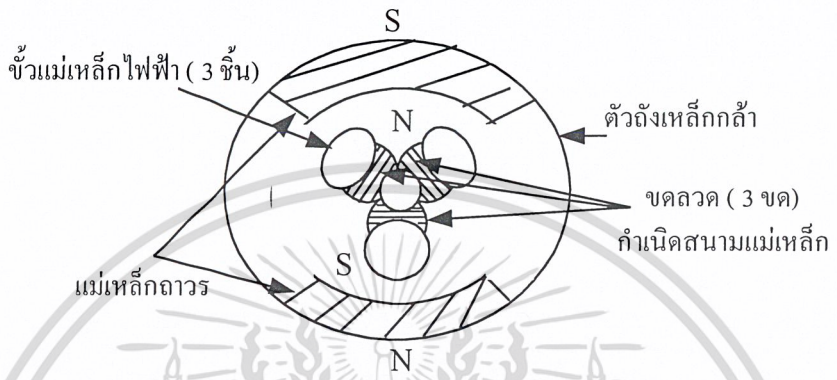
โครงสร้างทั่วๆ ไปของมอเตอร์กระแสตรงแยกได้เป็น 3 ส่วน ดังรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของมอเตอร์รุ่นเล็กๆ ทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กซึ่งเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้น ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางมอเตอร์ ความเข้มของสนามแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของแม่เหล็กด้วย เส้นแรงแม่เหล็กจะวิ่งไปบนตัวถัง กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันในโรเตอร์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าต้านกับสนามแม่เหล็กถาวรเกิดขึ้นเป็นแรงบิดหมุนโรเตอร์ไปตามทิศทางเดียวกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีความแรงมากกว่ากระแสจะไหลผ่านโรเตอร์โดยผ่านแปลงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำบนโรเตอร์ แหวนถูกแบ่งเป็น 3 เซ็กเมนต์ ทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวด

รูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นการกระทำของมอเตอร์ กระแสในขดลวด B จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับกระแสในขดลวด A และ C โดยที่ขดลวดทั้งสามต่อกันในลักษณะอนุกรม

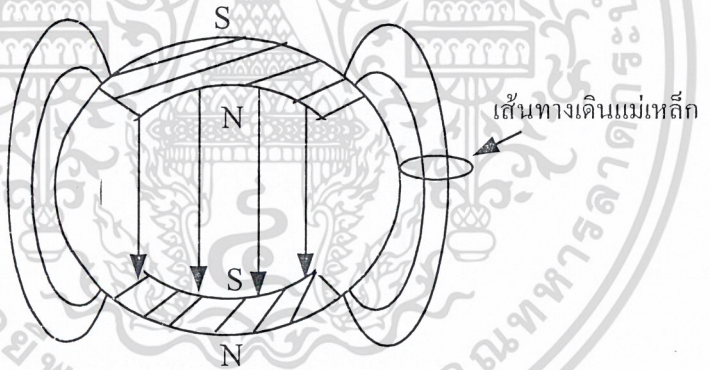
ทิศทางการไหลของกระแสในขดลวด B ทำให้ขั้วแม่เหล็ก B มีสภาพเป็นขั้วเหนือถูกดูดไปทางขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ ส่วนขดลวด A และ C มีสภาพเป็นขั้วใต้จึงถูกดูดไปทางขั้วเหนือ แรงดูดแบบนี้ทำให้โรเตอร์เกิดแรงบิดมีทิศตามเข็มนาฬิกา เมื่อโรเตอร์หมุนไปได้เล็กน้อย แปลงถ่านจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสกับเซ็กเมนต์ Z ของคอมมิวเตเตอร์ เป็นผลทำให้กระแสในขดลวด A มีทิศทางตรงข้ามกับตอนแรก ส่วนทิศทางของกระแสในขดลวดที่เหลืออีก 2 ขด ไหลในทิศทางเดิมขั้ว A ก็กลายเป็นขั้วเหนือ และถูกผลักออกจากขั้วเหนือของแม่เหล็กสถิตย์ไปยังขั้วใต้แทน ในลักษณะที่กล่าวมาจึงทำให้มอเตอร์หมุนต่อไปได้ เมื่อขั้ว B อยู่ตรงกับขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ แปลงถ่านขั้วลบจะเปลี่ยน



(ก) ตำแหน่งของแม่เหล็กถาวร และขดลวด

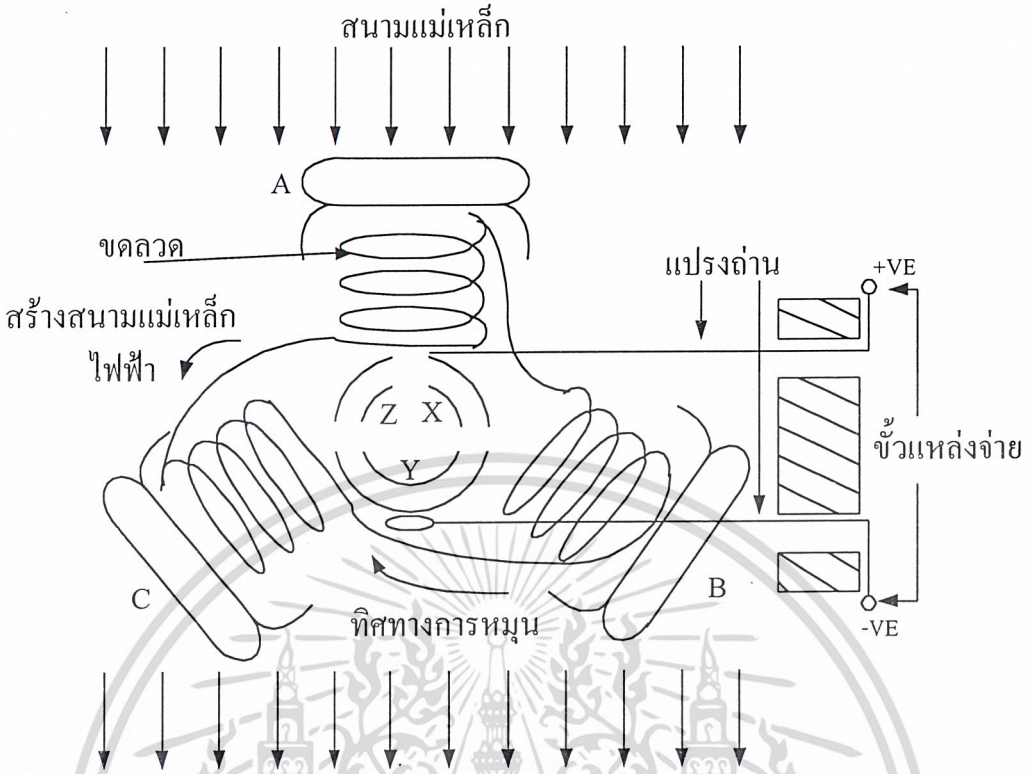


(ข) ทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก

รูปที่ 2.1 โครงสร้างเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากอาร์มาเจอร์เซ็กเมนต์ Y เป็นเซ็กเมนต์ X กระแสในขดลวด B มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางเดิม และขั้ว B ซึ่งเป็นขั้วใต้จะถูกผลักออกจากขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ การหมุนจะเป็นวัฏจักรในทิศทางนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่ากระแสภายนอกจะกลับทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

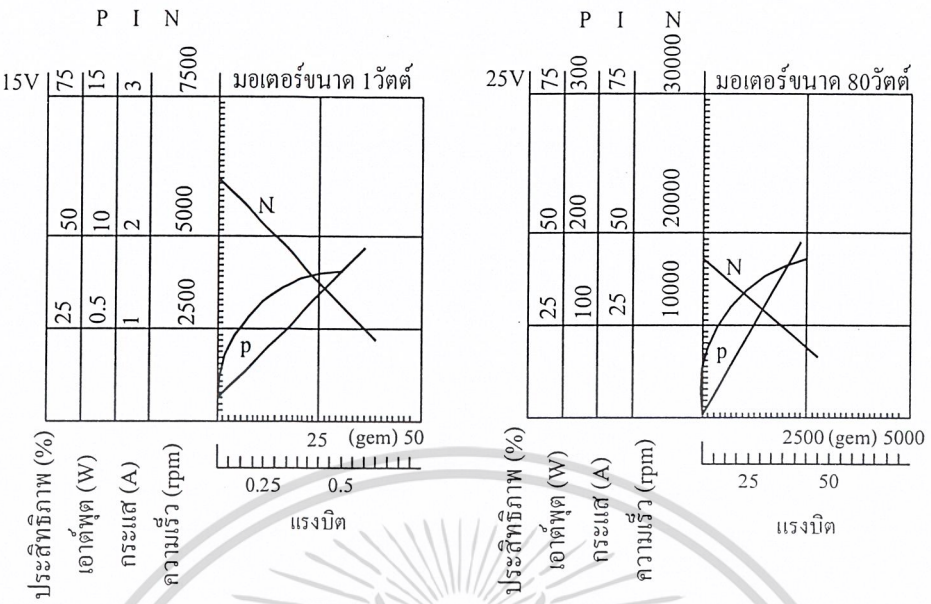


รูปที่ 2.2 หลักการทำงานอย่างง่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.2 คุณสมบัติของมอเตอร์

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงบิดเป็นเส้นตรง ถ้าไม่คำนึงถึงแรงดันที่ป้อนให้ และความเร็วในการหมุน จะพบว่าอัตราระหว่างแรงบิด และกระแสทุกจุดจะเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ กำลังของแม่เหล็ก ชนิด และจำนวนของแผ่นเหล็กในโรเตอร์ สเตเตอร์ และช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์ ซึ่งความสัมพันธ์ และกระแส และแรงบิดนี้จะแสดงอยู่ในรูปที่ 2.3 เป็นคุณสมบัติของมอเตอร์ที่มีวัตต์ไม่เท่ากัน

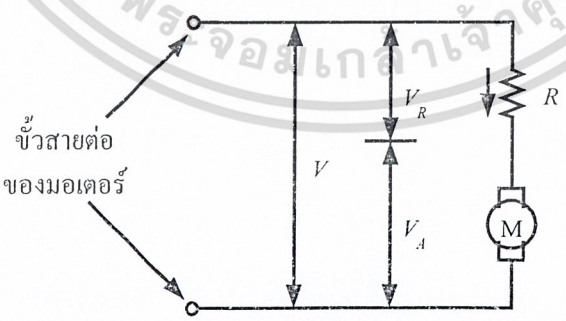
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) รูปกราฟของมอเตอร์ขนาด 1 วัตต์ (ข) รูปกราฟของมอเตอร์ขนาด 80 วัตต์

รูปที่ 2.3 แผนภาพคุณสมบัติของมอเตอร์ขนาด 1 วัตต์ และ 80 วัตต์

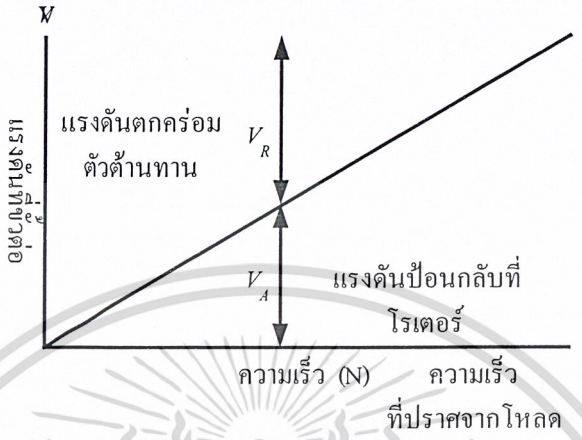
ความสัมพันธ์ที่สองที่ได้จากแผนภาพคือ ความเร็วเปรียบเทียบกับแรงบิด ซึ่งความเร็วขณะไม่มีโหลดจะมีแผนภาพเป็นเส้นตรง เพื่อที่จะอธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์ได้ละเอียดยิ่งขึ้น ต้องพิจารณาแรงดันที่ป้อน และความต้านทานของโรเตอร์ด้วย วงจรภายในมอเตอร์เขียนได้ดังรูปที่ 2.4 โดยสมมติให้โรเตอร์ไม่มีความต้านทานอยู่เลย อนุกรมกับความต้านทาน ซึ่งก็คือความต้านทานของขดลวดนั่นเอง



รูปที่ 2.4 วงจรภายในของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันที่ต่อสายมอเตอร์คือ ผลกระทบระหว่างแรงดันที่โรเตอร์ (V_A) และแรงดันตกคร่อมความต้านทานลวด ความสัมพันธ์ของโรเตอร์ และแรงดันตกคร่อมได้แสดงอยู่ในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แทนค่าแรงดันที่เกิดขึ้นในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกับความเร็วรอบ

แรงดัน (V_A) ถูกเรียกว่า แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำป้อนกลับ (Feedback Electromotive Force) ซึ่งเกิดขึ้นในขดลวดโรเตอร์ขณะที่หมุน แรงดันที่เกิดขึ้นนี้เป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า จากการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็กสัมพันธ์กับแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำแม่เหล็ก และความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวนำ แรงดันที่เกิดขึ้นนี้จะตรงกันข้ามแรงดันป้อนให้มอเตอร์ และ แปรผันตรงกับความเร็วของการหมุน ผลบวกของแรงดันที่โรเตอร์ (V_A) และแรงดันที่ตกคร่อมลวด (V_R) ต้องเท่ากับแรงดันที่ป้อนให้มอเตอร์ (V)

$$V = V_A + V_R \tag{2.1}$$

พิจารณาตั้งแต่มอเตอร์หยุดนิ่ง ความเร็วมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น $V_A = 0$ และ $V_R = 0$ กระแสที่ไหนในมอเตอร์หาได้จาก

$$I = \frac{V_R}{R} \tag{2.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

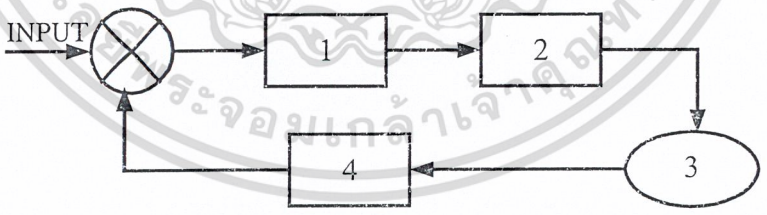
เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนจะมีความเร็ว และ V_A เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามความเร็ว V_R ซึ่งมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่าง V_A กับ V จะเริ่มลดลง กระแส I ก็จะเริ่มลดลงเช่นกัน ขณะที่มอเตอร์ยังมีความเร่งอยู่ความเร็วจะเพิ่มขึ้น แรงบิดจะลดลงจนกว่าจะถึงจุดซึ่งแรงบิดของมอเตอร์จะรับโหลดได้พอดี ขณะที่มอเตอร์ไม่มีโหลด และหมุนได้อย่างอิสระจะมีเพียงแต่ความฝืดของลูกปืน และแรงต้านของอากาศ ทำให้ค่า V_A เกือบจะเท่ากับ V ในรูปที่ 2.5 แรงดันที่ป้อนให้ของมอเตอร์ ก็คือผลบวกของ V_A และ V_R ที่ทุกๆ ความเร็ว และ V_R จะแปลผันตรงกับความเร็ว ส่วนกระแส และแรงบิดจะแปลผันตรงกับ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด และความเร็วเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ขณะที่แรงดันจากภายนอกคงที่จะเป็นเส้นตรงเช่นกันสามารถสรุปได้ว่า

$$\text{ความเร็ว} = 1 \quad \text{แรงบิด} \tag{2.3}$$

2.1.3 พื้นฐานของระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงได้ในแผนผังการทำงานของรูปที่ 2.6 ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

1) ตัวควบคุม
2) วงจรขับหรือวงจรขยายกำลัง
3) อุปกรณ์แปลงสัญญาณป้อนกลับหรืออุบ์กรณ์เข้ารหัส
4) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และภาระ



รูปที่ 2.6 ผังการทำงาน

ตัวควบคุมเป็นส่วนของระบบที่ทำให้เกิดสัญญาณควบคุมไปบังคับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และภาระ ตัวควบคุมที่ให้สัญญาณควบคุมเป็นสัญญาณอุปมาเรียกว่า ตัวควบคุมอุปมา ส่วนตัวควบคุมที่ให้สัญญาณควบคุมเป็นสัญญาณเชิงเลขเรียกว่า ตัวควบคุมเชิงเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขับเป็นส่วนประกอบของระบบที่อยู่ระหว่างตัวควบคุมขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและภาระมีหน้าที่ปรับรูปแบบ และขยายสัญญาณให้เหมาะสมก่อนที่จะป้อนเข้าไปขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และภาระ วงจรขับส่วนใหญ่ได้แก่วงจรขยายกำลัง ซึ่งอาจแบ่งย่อยออกเป็นวงจรขยายกำลังเชิงเส้น และวงจรขยายแบบพัลซ์วิดโมดูเลชัน

อุปกรณ์แปลงสัญญาณป้อนกลับหรืออุปกรณ์เข้ารหัส เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้รับรู้หรือตรวจจับสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการโดยไม่มีผลของการเป็นภาระ (Loading) สัญญาณที่ตรวจจับได้นี้จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงทำให้ได้สัญญาณผิดพลาด อุปกรณ์แปลสัญญาณป้อนกลับแบ่งออกเป็น 2 แบบ คืออุปกรณ์แปลงสัญญาณเชิงอุปมา คือสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งให้เป็นสัญญาณเชิงอุปมาได้แก่พวก ทาโคเยนเนอเรเตอร์ ความต้านทานปรับค่าได้และซิงโคร เป็นต้น ส่วนอุปกรณ์แปลงสัญญาณป้อนกลับอีกแบบหนึ่งคือ อุปกรณ์แปลงสัญญาณแบบเชิงเลข เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งให้เป็นสัญญาณเชิงเลข ได้แก่พวก อุปกรณ์เข้ารหัสอินคริเม้นท์รีโซลเวอร์ เป็นต้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และภาระ คือระบบที่ถูกควบคุมหรือออกแรงทำงานซึ่งจะเป็นเครื่องจักรกล (มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง) หรืออะไรก็ตามที่ให้ตัวแปรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสในที่นี้เป็นแบบแม่เหล็กถาวรที่มีคุณสมบัติการทำงานสูง มีค่าความเหนี่ยวนำที่อาร์มาเจอร์ และแรงเฉื่อยของโรเตอร์ต่ำ

2.1.4 ลักษณะการควบคุมของระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถจะจำแนกลักษณะการควบคุมออกได้ เป็น 2 แบบ คือระบบควบคุมเชิงอุปมา และระบบควบคุมเชิงเลข

ในวงจรควบคุมของระบบควบคุมเชิงอุปมา เอาต์พุตของระบบจะถูกวัดค่าหรือตรวจจับค่าได้เป็นสัดส่วนกับไฟฟ้าที่เป็นสัญญาณเชิงอุปมา เช่นระบบป้อนกลับด้วยทาโคมิเตอร์ แรงดันของทาโคมิเตอร์จะเป็นสัญญาณเชิงอุปมาที่แสดงถึงความเร็วมอเตอร์

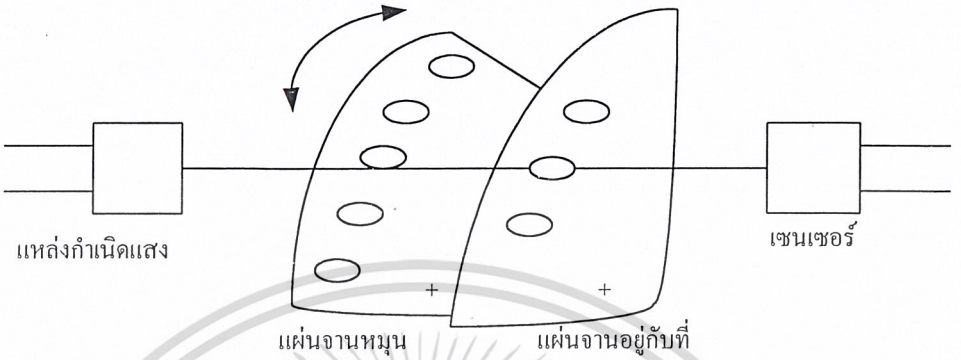
ในทำนองเดียวกันระบบควบคุมตำแหน่ง ไดนามิควาริเอเบิล (การแปลงตำแหน่งของภาระ) จะเป็นสัดส่วนของแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากความต้านทานปรับค่าได้ นั่นคือตำแหน่งเอาต์พุตของระบบเป็นสัญญาณเชิงอุปมาที่มีลักษณะไดนามิควาริเอเบิล

ระบบควบคุมเชิงอุปมาก็คือ วงรอบควบคุมที่มีอุปกรณ์แปลงสัญญาณป้อนกลับเป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณเชิงอุปมาวัดค่าสัญญาณไดนามิควาริเอเบิลออกเป็นสัญญาณเชิงอุปมาป้อนกลับไปยังควบคุมให้ได้คุณสมบัติการทำงานเป็นไปตามที่ต้องการ

ในการควบคุมมอเตอร์นั้นจากรูปที่ 2.7 เป็นการควบคุมแบบกลไกออฟโตอินคริเมนท์ คือมีการตรวจสอบแผ่นจานที่เจาะรูอยู่สองแผ่น ซึ่งตัวหนึ่งจะยึดติดกับที่ และอีกตัวหนึ่งจะเคลื่อนที่ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมุนของมอเตอร์ และทั้งสองฝั่งจะมีเซนเซอร์ และแหล่งกำเนิดแสง เมื่อแสงผ่านรูได้เซนเซอร์ก็จะทำงานดังนั้นจึงสามารถที่จะควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างกลไกออฟโตอินคริเมนท์

2.2 ทฤษฎี และการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ (แบบยูนิโพลาร์)

สเต็ปมอเตอร์มอเตอร์ได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนในปัจจุบันสเต็ปมอเตอร์ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด และหาได้ง่ายคือ สเต็ปมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์มีลักษณะการพันลวดมอเตอร์ 2 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ แต่ละขดแบ่งเป็นสองเฟสรวมมอเตอร์ทั้งตัวจะมี 4 เฟส คือ เฟส 1, 2, 3 และ 4 มีการต่อสายออกมาจากขดลวด แต่ละขดเพื่อจ่ายไฟเลี้ยงทำให้สเต็ปมอเตอร์แบบนี้มีทั้งแบบ 5 สาย และ 6 สาย ถ้าเป็นแบบ 5 สาย จะมีการนำสายไฟเลี้ยงของขดลวดทั้ง 2 มาต่อรวมกันเป็นสายเดียว

2.2.1 การกระตุ้น และควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์

การกระตุ้น และควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปแต่ละสเต็ปทำได้โดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งป้อนเป็นแบบซีเควนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้องด้วย สามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ แบบเวฟ, แบบ 2 เฟส และแบบครึ่งสเต็ป

1) แบบเวฟ เป็นการกระตุ้นที่มีรูปแบบง่ายที่สุด โดยทำการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งไล่เรียงถัดกันไป เช่น เริ่มที่ขดที่ 1 แล้วย้อนกลับไปขดที่ 4, 3, 2 แล้วกลับมายังขดที่ 1 อีกครั้ง ซึ่งทำให้ทิศทางการหมุนสวนกัน ในการกระตุ้นรูปแบบนี้จึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลาหนึ่งที่ขดลวดถูกกระตุ้นเท่านั้น รายละเอียดการทำงานแบบเวฟนี้แสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการขับสเต็ปมอเตอร์แบบเวฟ

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

2) แบบ 2 เฟส เป็นการกระตุ้นซึ่งคล้ายกับแบบเวฟ แต่การกระตุ้นแบบนี้จะทำการกระตุ้นโดยจ่ายกำลัง ไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขด ที่อยู่ใกล้กันในบริเวณเดียวกัน และเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบเวฟดังตัวอย่าง ขดลวดชุดแรกที่ถูกกระตุ้นจะเป็นขดที่ 1 และ 2 ตามด้วยการกระตุ้นขดที่ 2 และ 3 ต่อไปเป็นขดที่ 3 และ 4 ถัดไปเป็นขดที่ 4 และ1 แล้วกลับมาที่ขดที่ 1 และ 2 วนไปตามลำดับ เช่นนี้หรือวนที่ขด 1 และ 4 ตามด้วยขดที่ 4 และ 3 ถัดไปเป็นขดที่ 3 และ 2 ต่อไปเป็นขดที่ 2 และ 1 แล้ววนกลับมาที่ขดที่ 1 และ 4 แต่ทิศทางการหมุนจะสวนทางกันการกระตุ้นสเต็ปมอเตอร์แบบนี้สามารถเพิ่มแรงบิตได้มากกว่าแบบเวฟ โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มแรงจากสองขดลวดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน และเคลื่อนที่ต่อไปด้วยแรงดึงจากอีก 2 ขดลวดถัดไป สำหรับข้อเสียของขดลวดแบบนี้คือ การใช้กำลังไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดการขับสเต็ปมอเตอร์แบบ 2 เฟส

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แบบครึ่งสเต็ป เป็นรูปแบบที่ผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบเวฟ และแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนของ สเต็ปต่อรอบอีกเท่าตัว ในการขับหรือกระตุ้นแบบนี้จะทำการกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเป็นลำดับ ดังนี้ เริ่มจากขดลวดที่ 1, 1 และ 2, 2, 2 และ 3, 3, 3 และ 4, 4, 4 และ 1 แล้ววนกลับมายังที่ 1 แรงบิตที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีกเพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลงแต่ละ สเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขด ที่ถูกกระตุ้นพร้อมกันความถูกต้องของตำแหน่งมีเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องพึงระวังว่าเมื่อกระตุ้นให้ทำงานในรูปแบบนี้จะต้องทำการหมุนถึง 2 สเต็ป จึงจะได้ระยะเท่ากับ 1 สเต็ปเต็มของการควบคุมใน 2 แบบแรก สำหรับแหล่งจ่ายของกำลังไฟฟ้าต้องใช้ขนาดเท่ากับแบบ 2 เฟส เป็นอย่างน้อยขั้นตอนของการทำงานต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดการขับสเต็ปมอเตอร์แบบครึ่งสเต็ป

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

2.3 พัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

ในระบบ "ดีซีเซอร์โว" แอมปลิไฟจะมีหน้าที่ควบคุมกระแส และแรงดันที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อให้ได้ความเร็วตามที่ต้องการ ในการขยายเชิงเส้นซึ่งเป็นการขยายที่มีความสัมพันธ์อย่างง่ายๆ และมีช่วงย่านกว้างมาก แต่คุณสมบัติการขยายมีข้อจำกัดบางประการเพราะ การขยายต้องสูญเสียพลังงานไปที่เอาต์พุตทรานซิสเตอร์มาก

วิธีหนึ่งที่จะแก้ปัญหาการสูญเสียพลังงานคือใช้การขยายควบคุมมอเตอร์โดยการเปลี่ยนดิวตี้ไซเกิลของแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ การขยายชนิดนี้เรียกว่า "การขยายสวิตช์ชิ่ง" ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วต่ำโดยมีแรงบิตสูงโดยไม่สิ้นเปลืองพลังงานเหมือนพวกการขยายเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายสวิตช์ชิ่งนี้วงจรขยายทรานซิสเตอร์จะทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ เมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแสแรงดันตกคร่อมจะน้อยมากจนตัดทิ้งได้ แต่เมื่อนำกระแสที่ตกคร่อมตัวมันจะมีค่ามากเข้าใกล้ V_{CC} และมีกระแสไหลผ่านน้อยมากถือว่าเป็นศูนย์ ด้วยเหตุดังกล่าวการสูญเสียในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์จึงมีค่าต่ำ ระบบสวิทช์ซึ่งสามารถสร้างได้หลายวิธีมีทฤษฎีง่ายทฤษฎีหนึ่งในการให้แอมปลิไฟสวิตช์ด้วยความถี่ที่คงที่ และสามารถแปรค่าของ “เปิด” และ “ปิด” ของพัลซ์ได้ตามต้องการของแอมปลิไฟชนิดนี้เรียกว่า “พัลซ์วิดท์โมดูเลเตอร์แอมปลิไฟ” ซึ่งสามารถให้ ออกแบบให้แปรค่าได้ทั้งค่าพัลซ์ และความถี่ก่อประโยชน์ในการควบคุมรักษาระดับกระแสสูงๆ ได้ แต่อาจเกิด ออสซิเลท หรือการทำให้เกิดเสียงร้องที่ความถี่รีโซแนนซ์

2.3.1 การทำงานของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของการทำงานคือ ไบโพล่าร์ ยูนิโพล่าร์ และยูนิโพล่าร์แบบจำกัด โดยที่กำหนดให้มีความถี่จำกัดการตัด – ต่อเป็น $F_S T_{on}$ ที่เกิดขึ้นในส่วนแรก และ T_{off} เกิดขึ้นในส่วนหลังโดย

$$T_{on} \quad เมื่อ \quad 0 < T < T_1 \tag{2.4}$$

$$T_{off} \quad เมื่อ \quad T_1 < T < T_f \tag{2.5}$$

ไบโพล่าร์จะมี T_1 และ T_4 นำกระแสระหว่างเฟสต่อส่วน T_2 และ T_3 จะนำกระแสขณะเฟสตัดจะได้ฟังก์ชั่นตกคร่อมมอเตอร์แบบยูนิโพล่าร์จะลดจำนวนทรานซิสเตอร์ในการตัด – ต่อลงการตัด – ต่อขึ้นอยู่กับ V_m เป็นบวกหรือลบ เมื่อ V_m เป็นบวก T_4 จะนำกระแสตลอดคาบ ในขณะที่ T_1 นำกระแสในช่วงเฟสต่อ T_2 จะนำกระแสในช่วงเฟสตัด เมื่อ V_m เป็น ลบ T_2 จะนำกระแสตลอด โดยมี T_3 และ T_4 สลับกันทำงาน เมื่อ V_m เป็นบวกได้

$$V_m = V_{AB} \quad เมื่อ \quad \begin{cases} V_S \; ; \; 0 < t < t_1 \\ V_S \; ; \; t_1 < t < t_f \end{cases} \tag{2.6}$$

วงจรขยายพัลซ์วิดโมดูเลชั่นสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$-V_m = V_{AB} \text{ เมื่อ } \begin{cases} V_S \; ; \; 0 < t < t_1 \\ V_S \; ; \; t_1 < t < t_f \end{cases} \tag{2.7}$$

การแสดงค่า V_m ในทางลบจะเหมือนกันเพียงแต่ V_m เป็นลบ เท่านั้น

จากลักษณะของ 2 แบบดังที่กล่าวมานั้นมีประโยชน์เหมือนกัน ซึ่งในแต่ละกรณี จะมีทรานซิสเตอร์คู่หนึ่ง (T_1, T_2) หรือ (T_3, T_4) จะหยุดนำกระแส ขณะที่อีกคู่นำกระแสซึ่งเวลาเก็บสะสม และเวลาที่ปล่อยออกของทรานซิสเตอร์เกิดขึ้น และมันอาจเป็นไปได้ที่ทรานซิสเตอร์ทั้งหมดนำกระแสในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการลัดวงจรของแหล่งจ่าย จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงภาวะดังกล่าว ซึ่งสามารถทำได้โดยการสร้างช่วงเวลา (Delay Time) ระหว่างการหยุด และการนำกระแสของทรานซิสเตอร์ และด้วยเหตุผลดังกล่าวความถี่ของการตัด – ต่อจะถูกจำกัดในวงที่แคบลง

แบบที่ 3 ของการทำงานคือ ยูนิโพล่าร์แบบจำกัดจะแสดงให้เห็นคือมีความจำเป็นต้องมีช่วง การเหนี่ยวนำ ซึ่งการตัด - ต่อขึ้นกับค่า V_m เมื่อ V_m เป็น บวก T_4 จะนำกระแสตลอด T_1 จะตัด – ต่อ เป็น ON ดังนั้นในช่วงเฟส ON ทั้ง T_1 และ T_4 จะ ON ยังผลแก่แรงดันของมอเตอร์ V_m คือ

$$V_m = V_S \; ; \; 0 < t < t_1 \tag{2.8}$$

ระหว่างเฟส OFF จะมี T_4 นำกระแสเพียงตัวเดียวเป็นผลให้ V_m ขึ้นกับ I_{AB} ตราบใดที่ $I_{AB} > 0$ ซึ่งเป็นสภาวะปรกติเมื่อ $V_{AB} > 0$ กระแส I_{AB} จะไหลผ่าน D_2 และ T_4 เป็นผลให้ $V_A = 0$ และ

$$V_m = V_{AB} = 0 \text{ เมื่อ } \begin{cases} V_S \; ; \; 0 < t < t_f \\ I_{AB} > 0 \end{cases} \tag{2.9}$$

ในกรณีที่ I_{AB} เป็นลบ กระแสจะไหลผ่าน D_1 และ D_2 เป็นผลให้ $V_A = V_S$ และ

$$V_m = V_{AB} = V_S \text{ เมื่อ } \begin{cases} V_S \; ; \; 0 < t < t_f \\ I_{AB} > 0 \end{cases} \tag{2.10}$$

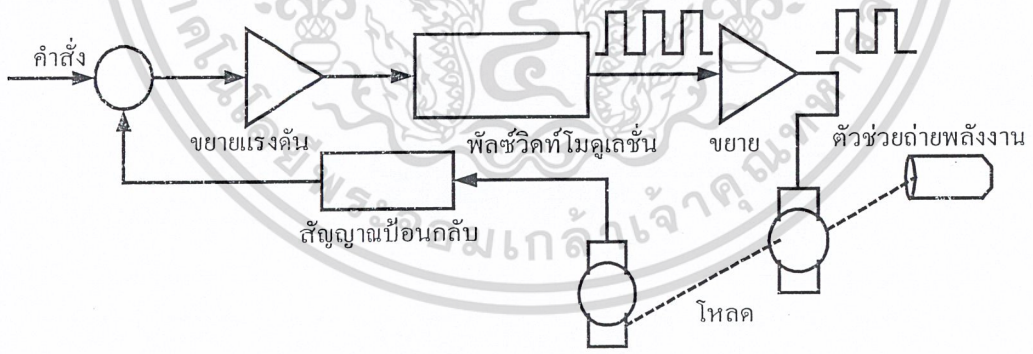
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะเกิดขึ้นภายหลังเปลี่ยนขั้ว V_m ในที่สุดถ้าสามารถทำให้ $I_{AB} = 0$ (เข้าใกล้ศูนย์จะถือว่าเป็นศูนย์) จะทำให้ทั้ง D_1 และ D_4 ไม่นำกระแส และแรงดัน V_m จะอยู่ระหว่างค่า ศูนย์ และ V_S ดังต่อไปนี้

$$V_m = V_{AB} = V_S \quad \text{เมื่อ} \quad \begin{cases} V_S \; ; \; 0 < t < t_f \\ I_{AB} = 0 \end{cases} \tag{2.11}$$

2.3.2 ระบบควบคุมความเร็วที่ใช้วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

วงจรขยายการตัด – ต่อ วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นที่ทำงานด้วยทรานซิสเตอร์จะใช้ในระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูง ระบบสูง ระบบควบคุมความเร็วที่มีกำลังสูงๆ และในระบบเซอร์โวมักจะใช้ความถี่ของพัลซ์ในระบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น ที่มีค่าสูงกว่า 1 kHz (มักจะมีค่าถึง 10 kHz) และความถี่นี้จะขึ้นอยู่กับความต้องการของผลตอบสนองของระบบต่อแถบความถี่ ค่าเหนี่ยวนำของมอเตอร์ และคุณสมบัติการสูญเสียกำลังในตัวมอเตอร์ที่ความถี่สูง ในเวลาเดียวกันจะต้องคำนึงถึงสัญญาณรบกวนที่เกิดจากขดลวด แผ่นระบายความร้อน และส่วนของโครงสร้างประกอบของตัวมอเตอร์มันจะดึงออกมาเป็นเสียงรบกวน และในการประยุกต์ใช้งานของระบบพัลซ์วิดท์ โมดูเลชั่นนี้ สามารถเพิ่มความถี่ของพัลซ์ให้สูงขึ้นถึงจุดที่เสียงของสัญญาณรบกวน แสดงดังรูปที่ 2.8

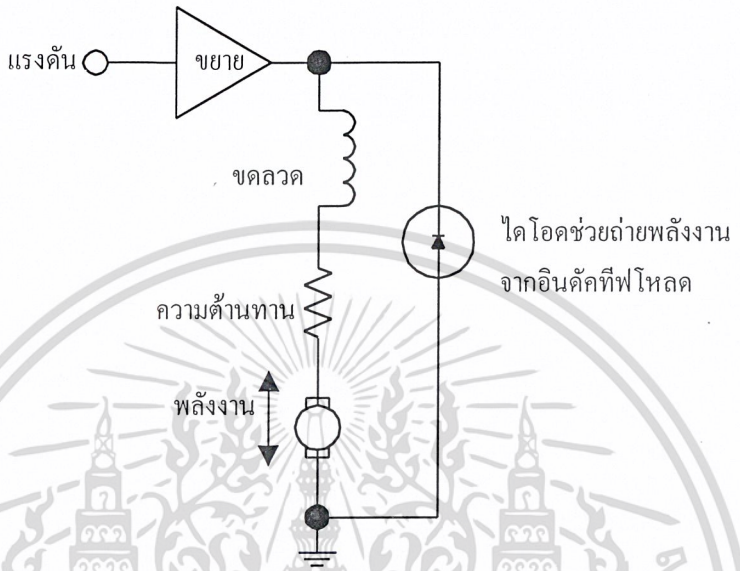


รูปที่ 2.8 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมความเร็วแบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

ในการพิจารณาคุณสมบัติของแรงดัน และกระแสของระบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น ขั้นแรกพิจารณาถึงมอเตอร์ในอุดมคติ และคุณสมบัติของมอเตอร์ในระบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น วงจรสมมูลของมอเตอร์แสดงได้ในรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปคลื่นของกระแสที่ไหลในมอเตอร์ในระหว่างโหมดการตัด – ต่อ (Switching Mode) ไม่ได้ขึ้นอยู่เพียงอัตราการตัด – ต่อ (Switching Rate) เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความเร็วของมอเตอร์ผลรวมของค่าเหนี่ยวนำความต้านทานของมอเตอร์ และระดับของกระแสในรูปคลื่นสุดท้าย



รูปที่ 2.9 วงจรสมมูลย์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในระบบควบคุมแบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

จะต้องคำนวณหาการสูญเสียกำลังในตัวมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันจะถูกต่อ และตัดที่ความถี่สูง การสูญเสียกำลังในระบบดังกล่าวอาจจะเกิดจากองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ (ขึ้นอยู่กับการออกแบบมอเตอร์) คือ Eddy Current Losses, Hysteresis Losses, Armature Commutation Losses, Viscous Friction Losses และ Armature Resistance Losses

การคำนวณการสูญเสียกำลังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเนื่องจาก ความต้านทานของอาร์มาเจอร์ สามารถหาได้ดังนี้

$$P_L = R_a I_{rms}^2 \tag{2.12}$$

เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแส RMS (I_{rms}) ต่อค่ากระแสเฉลี่ย (I_{av}) อัตราส่วนระหว่าง I_{rms} ต่อ I_{av} เรียกว่าฟอร์มแฟคเตอร์ (K)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$K = \frac{I_{rms}}{I_{av}} \tag{2.13}$$

ค่ากระแสเฉลี่ยของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับแรงบิดของมอเตอร์

$$T_g = K_t I_{av} \tag{2.14}$$

แทนค่าลงในสมการการสูญเสียในตัวมอเตอร์ภายใต้สภาวะพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น ได้เป็น

$$P_L = R_a K^2 I_{ms}^2 \tag{2.15}$$

จากสมการ (2.15) จะเห็นได้ว่าการสูญเสียในอาร์เมเจอร์จะขึ้นอยู่กับ I_{av} ฟอร์มแฟคเตอร์ (K) และความต้านทานของอาร์เมเจอร์ (R_a)

สามารถดูแหล่งกำเนิดอื่นๆ ที่ทำให้เกิดการสูญเสียได้โดยแทนค่าสมการ (2.13) ลงในสมการ (2.15) ดังนั้น จึงได้สมการที่ 2.16

$$P_L = \frac{R_a K^2}{K_t^2} I_{ms}^2 T_g^2 \tag{2.16}$$

จากสมการ (2.16) และ (2.17) จะเห็นได้ว่าฟอร์มแฟคเตอร์มีอิทธิพลอย่างมากต่อความร้อนที่เกิดกับตัวมอเตอร์

ในกรณีของ $K = 1$ ผลความร้อน ที่เกิดขึ้นในค่าความต้านทานของอาร์มาเจอร์จากการใช้

วงจรขยายเชิงเส้นจากหัวข้อก่อน คือ

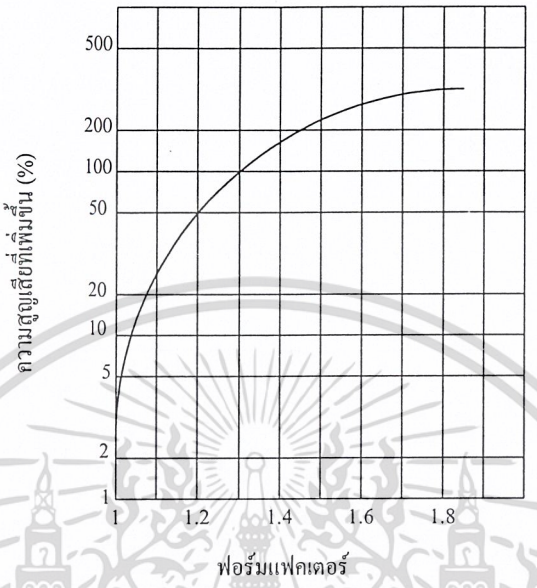
$$P_L = R_a I_{av}^2 \tag{2.17}$$

แต่ถ้าฟอร์มแฟคเตอร์ $K = 2$ จะได้การสูญเสียกำลังในอาร์มาเจอร์เป็น 4 เท่า (เมื่อ $K = 1$) ดังนั้นสามารถสร้างกราฟที่เป็นคำตอบของการเพิ่มการสูญเสียในอาร์มาเจอร์เนื่องจากฟอร์มแฟคเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.10

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48325

ในกรณีวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น ฟอร์มแฟคเตอร์จะขึ้นอยู่กับความถี่ของพัลซ์อิเล็กทริคคลอไทม์คอนสแต้นท์ของมอเตอร์ และค่าความเหนียวนำที่นำมาต่ออนุกรมกับมอเตอร์



รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียที่เพิ่มขึ้นในอาร์มาเจอร์ของเซอร์โวมอเตอร์กับฟอร์มแฟคเตอร์

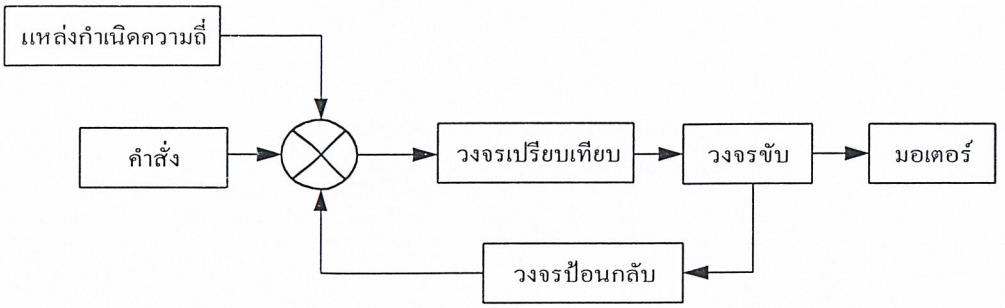
ผลจากการใช้วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นจะทำให้การสูญเสียในรูปความร้อนในตัววงจรขยายลดลงอย่างมาก และเมื่อคิดถึงผลรวมของการสูญเสียกำลังทั้งหมดของระบบแล้วดีขึ้น (ผลรวมของการสูญเสียน้อยลง) แต่ในกรณีการสูญเสียกำลังในตัวมอเตอร์อาจจะมีค่าสูงกว่าในระบบที่ใช้วงจรขยายเชิงเส้น (แบบ Class A)

มีองค์ประกอบอื่นๆ ที่จะต้องพิจารณาเมื่อใช้ระบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น คือ การกำเนิดสัญญาณรบกวนซึ่งจะไปรบกวนในวงจรที่มีระดับกำลังต่ำไม่ได้ให้ความระมัดระวังเกี่ยวกับการป้องกันที่เหมาะสม และการต่อส่วนที่มีกระแสสูงของระบบ

2.3.3 พิจารณาโครงสร้าง และการวิเคราะห์คุณสมบัติการทำงานของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

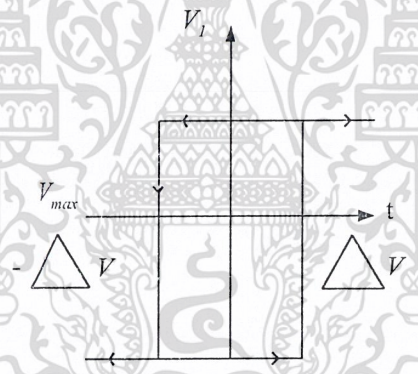
แผนผังการทำงานของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น และมอเตอร์ดังรูปที่ 2.11 ระบบจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ผังการทำงานของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

1) ตัวเปรียบเทียบ เป็นวงจรที่มีอัตราขยายสูง และมีการป้อนกลับแบบบวกซึ่งยังผลให้ได้คุณลักษณะของฮีทเทเรซีส (Hysteresis) ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ดังนั้นแรงดันเอาท์พุตของตัวเปรียบเทียบจะมีค่าทั้ง V_{max} หรือ $-V_{max}$



รูปที่ 2.12 ผลของฮีสเทเรซีสในวงจรขยายที่มีอัตราขยายสูง

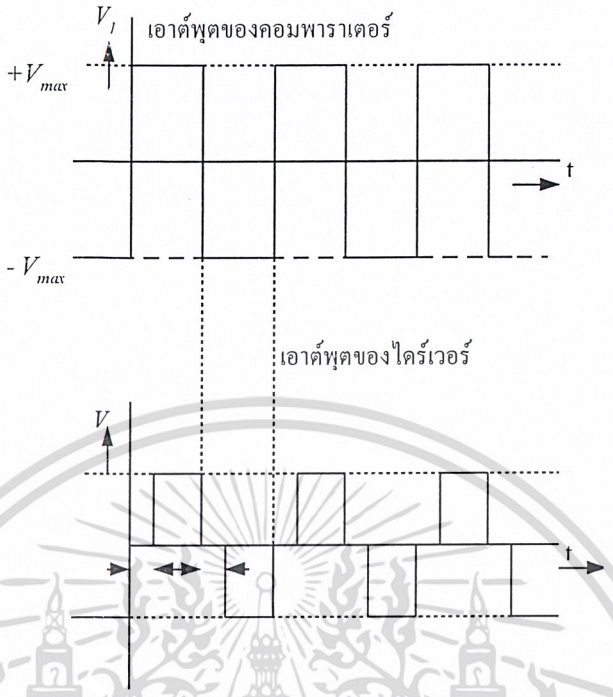
2) วงจรขับเป็นวงจรขยายกำลังที่มีเอาต์พุตเท่ากับแหล่งจ่าย V_S เมื่อตัวเปรียบเทียบแรงดันเป็นบวก และเท่ากับ $-V_S$ เมื่อตัวเปรียบเทียบแรงดันเป็นลบ ดังนั้นวงจรขับเป็นเสมือนผังการทำงานของอัตราการขยายที่มีค่าคงที่

การตัด – ต่อของวงจรขยายกำลัง (วงจรขับ) จะกระทำเป็น 2 ขั้น เพื่อป้องกันการลัดวงจรคร่อมแหล่งจ่ายกำลัง

ขั้นแรก ทรานซิสเตอร์กำลังจะหยุดนำกระแส และหลังจากหน่วงเวลา (Time Delay)

ขั้นที่สอง จากนั้นแล้วทรานซิสเตอร์กำลังอีกคู่หนึ่งจึงจะเริ่มนำกระแส การทำงานของวงจรขับนี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.13

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แรงดันเอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบ และวงจรขับ

3) การป้อนกลับของกระแสถ้าวงจรขับเป็นแบบ "T" จะสามารถรับรู้กระแสได้โดยต่อตัวต้านทานอนุกรมกับมอเตอร์ และใช้การป้อนกลับ และเมื่อวงจรขับเป็นแบบ "H" ก็จะรับรู้กระแสได้จากปลายขาทั้งสองขาของ "H" และความแตกต่างกันของกระแสทั้งสองก็จะถูกป้อนกลับ วงจรการป้อนกลับของกระแสอาจจะมีอัตราขยายคงที่หรือมีส่วนประกอบของความเปลี่ยนแปลงตามคุณสมบัติที่ต้องการ

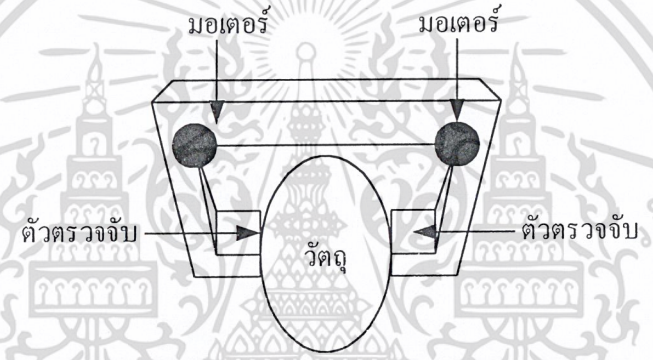
4) มอเตอร์ และตัวเหนี่ยวนำ จะใช้ตัวเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกับมอเตอร์เพื่อจำกัดไม่ให้กระแสไปเกินวงรอบการตัด – ต่อ ในการวิเคราะห์ตัวเหนี่ยวนำที่ต่ออนุกรมกับมอเตอร์ให้พิจารณาตัวเหนี่ยวนำนั้นเป็นส่วนของค่าความนำของมอเตอร์

5) ตัวกำเนิดความถี่จะใช้ตัวกำเนิดความถี่ในวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นเพื่อเป็นตัวกำหนดให้ความถี่ของการตัด – ต่อคงที่ ตัวกำเนิดที่ใช้มักจะเป็นตัวกำเนิดสัญญาณสามเหลี่ยมที่มีความถี่คงที่ป้อนให้กับตัวแปรให้กับตัวเปรียบเทียบ

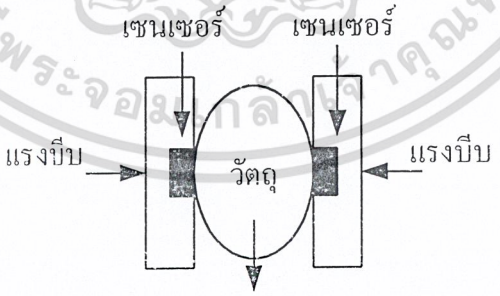
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การควบคุมการจับ - ปล่อยสิ่งของ ของแขนกล

แขนกลที่ใช้ในอุตสาหกรรมนั้น บางส่วนต้องใช้ในการจับ – ปล่อยสิ่งของ การจับสิ่งของนั้นโดยปรกติแขนกลจะใช้แรงในการจับ – ปล่อยสิ่งของแต่ละชิ้นเท่ากันหมด เช่นจะใช้แรงเท่ากันไม่ว่าจะยกลูกเหล็กหรือหยิบไข่ไก่ ดังนั้นถ้าใช้แรงมากเกินไปอาจบีบไข่ไก่แตกได้หรือ ถ้าใช้แรงน้อยเกินไปก็อาจหยิบลูกเหล็กไม่ขึ้น ปัญหาเหล่านี้ เกิดขึ้นเพราะการใช้แรงคงที่ในการหยิบจับสิ่งของดังนั้นถ้าแขนกลมีการป้อนกลับที่เหมาะสมก็จะสามารถคำนวณแรงที่น้อยที่สุดที่จะหยิบสิ่งของต่างๆ ได้ การหยิบจับของแขนกลต่อไปนี้จะพิจารณาเฉพาะการจับ – ปล่อย (คีบ) สิ่งของขึ้นในแนวดิ่งเท่านั้น การหยิบจับของแขนกลมีลักษณะดังรูปที่ 2.14



(ก) รูปด้านบนของแขนกล



(ข) รูปด้านหน้าของแขนกล

รูปที่ 2.14 การจับวัตถุ และตำแหน่งเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสของแขนกลจะมีตัวตรวจจับการลื่นไถลของวัตถุทำให้สามารถรู้ถึงทิศทางการลื่นไถล และความเร็วในการลื่นไถล ถ้าวัตถุยังมีการลื่นไถลอยู่แสดงว่า ยังจับวัตถุไม่อยู่จึงต้องเพิ่มแรงบีบ (N) ขึ้นอีก ดังนั้นถ้าวัตถุมีการลื่นไถลเร็วก็ต้องเพิ่มแรงบีบให้เร็วขึ้นด้วย (เช่นในกรณีแขนกลยกสิ่งของขึ้นด้วยความเร็วไม่เท่ากัน) หลักการอยู่ที่ว่าถ้าวัตถุยิ่งไถลเร็วเท่าไหร่ยิ่งเพิ่มแรงมากขึ้นเร็วตามไปด้วยจนกว่าวัตถุจะหยุดไถล (หยิบได้แล้ว) จึงหยุดแรงให้คงที่ไว้เท่านั้น ก็จะสามารถหยิบสิ่งของได้โดยใช้แรงน้อยที่สุดกับสิ่งของนั้น

จากรูปที่ 2.14 (ก) จะเป็นการแสดงวิธีการจับ – ปล่อยแบบด้านข้าง โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนแขนกลให้เคลื่อนที่เข้าหาวัตถุทั้งสองด้าน และที่ด้านของแขนกลที่สัมผัสกับวัตถุจะต้องมีตัวตรวจจับวัตถุ เพื่อใช้ควบคุมแรงที่ใช้ในการจับวัตถุ

จากรูปที่ 2.14 (ข) จะแสดงถึงตำแหน่งที่ต้องทำการติดตั้งเซนเซอร์เพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุ และเพื่อรักษาสภาพของวัตถุจึงจำเป็นที่จะต้องติดตั้งเซนเซอร์ในตำแหน่งที่สามารถออกแรงจับวัตถุได้มากที่สุด ในขณะที่วัตถุก็จะต้องอยู่มรสภาพที่สมบูรณ์ที่สุดด้วยเช่นกัน โดยแรงที่จะใช้ในการจับวัตถุจะได้มาจากการหมุนของมอเตอร์ทั้งสองตัวที่อยู่ทางต้นของแขนกล

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.5.1 ลักษณะโดยทั่วไปของ MCS-51

สำหรับในงานครั้งนี้ได้เลือกเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ของ ATMEL เบอร์ 89C2051 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรเลอร์ขนาดเล็กที่ใช้งานง่าย รูปแบบคำสั่ง และสถาปัตยกรรมโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้เหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 และมีคุณสมบัติอื่นๆ อีกคือ

1) มีหน่วยความจำแบบแฟลชขนาด 2 กิโลไบต์ สามารถโปรแกรมได้ซ้ำใหม่ได้นับ 1000 ครั้ง

2) มีหน่วยความจำ RAM 8 บิต ขนาด 128 ไบต์ บรรจุภายใน

3) ใช้ความถี่สัญญาณนาฬิกาได้ตั้งแต่ 0 - 24 เมกะเฮิรตซ์

4) มีพอร์ตอินพุต / เอาต์พุตให้ใช้งาน 15 ตำแหน่ง (พอร์ต 1 และพอร์ต 3)

5) มีระบบป้องกันการคัดลอกโปรแกรมถึง 2 ระดับ

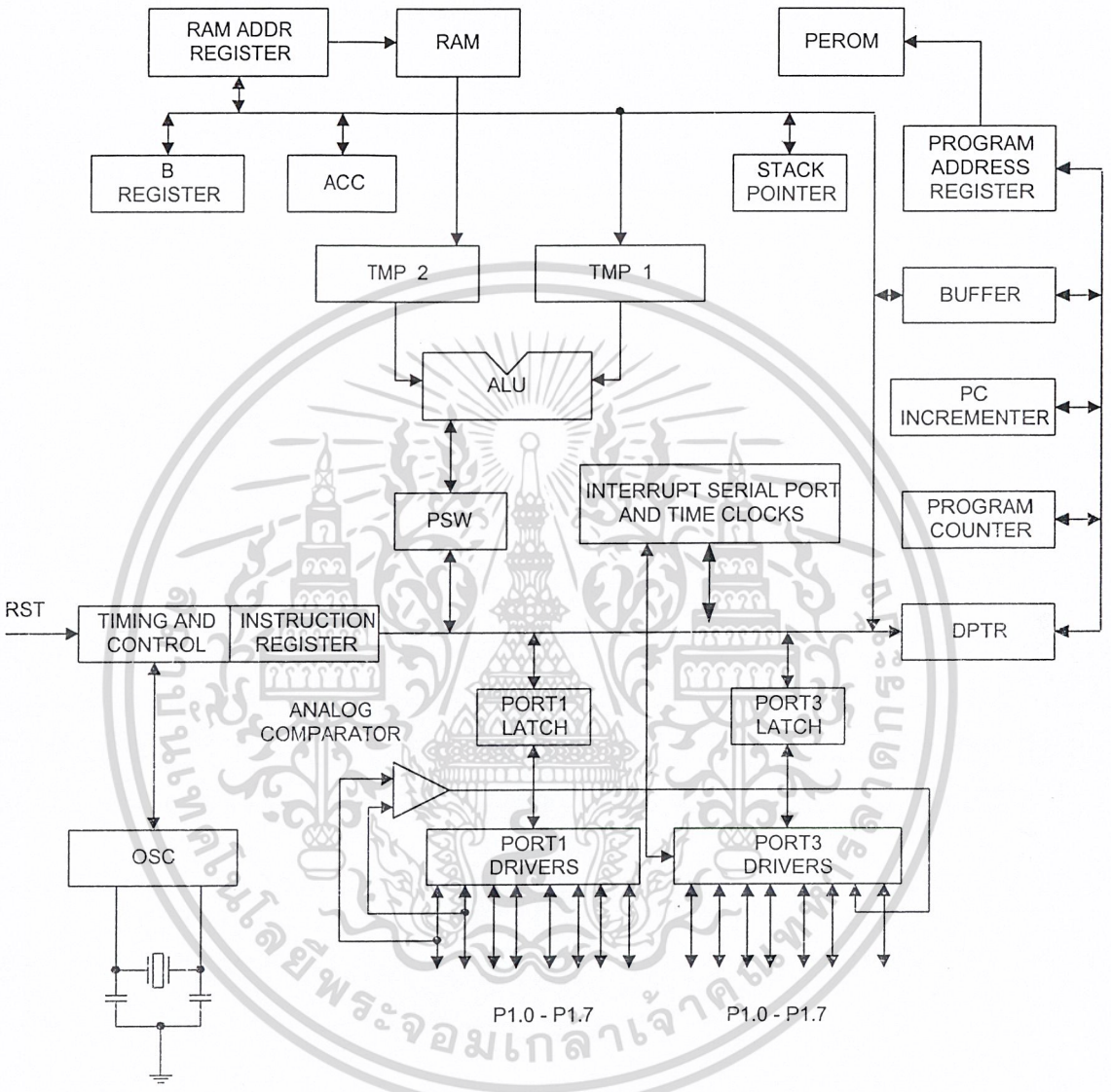
6) มีวงจรไทม์เมอร์ และวงจรนับ 16 บิต ถึง 2 ชุด

7) มีวงจรเปรียบเทียบสัญญาณแอนาล็อก 1 ช่องสัญญาณ

8) มีระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้บรรจุอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ 20 ขาโดยสถาปัตยกรรมแสดงในรูปที่ 2.15



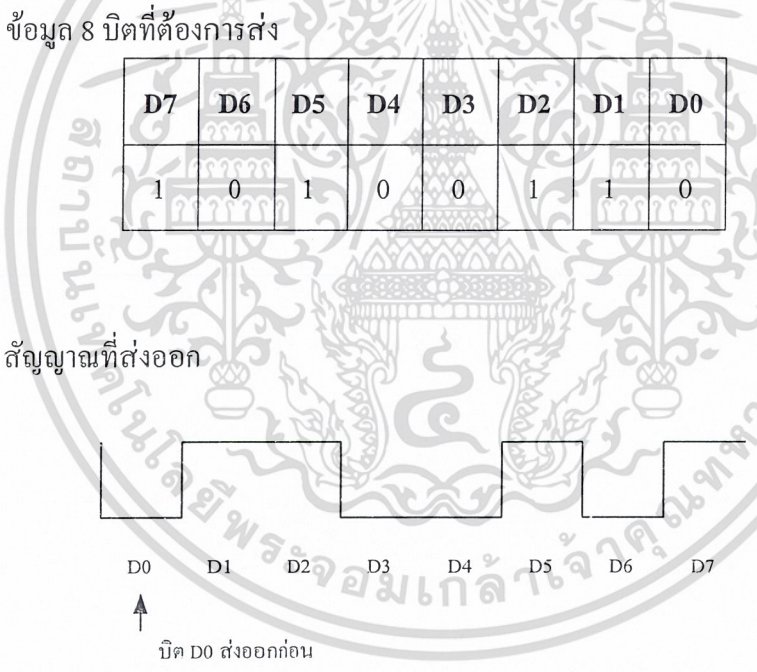
รูปที่ 2.15 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การใช้งานพอร์ตอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมเป็นการส่งข้อมูลครั้งละบิตแบบต่อเนื่องกันไป โดยส่งบิตต่ำออกไปก่อนแล้วตามด้วยบิตสูง ซึ่งแตกต่างกับการส่งข้อมูลแบบขนานที่ส่งข้อมูลทุกบิตออกไปพร้อมกัน ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบขนานเช่นการส่งข้อมูลจากซีพียูออกไปยังหน่วยความจำ การส่งข้อมูลแบบขนานจะใช้สายสัญญาณ 1 เส้น ต่อ 1 บิต แต่การส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะใช้สายข้อมูลเพียงเส้นเดียวสำหรับข้อมูลทุกบิต

การส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีโครงสร้างที่สำคัญหลายอย่างเช่นความเร็วในการส่งข้อมูลซึ่งเรียกว่า อัตราบอด มีหน่วยเป็น บิต/วินาที เช่นความเร็ว 1200, 2400, 4800 หรือ 9600 เป็นต้น หากใช้ความเร็ว 2400 บิต/วินาที จะใช้เวลาในการส่ง 1 บิต เท่ากับ 1/2400 วินาที ซึ่งสามารถคำนวณเวลาในการส่งข้อมูลได้รูปแบบของสัญญาณการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมเป็นดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 รูปแบบของสัญญาณการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Port) ที่สามารถรับ และส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็ก อยู่ 1 พอร์ต การรับส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็ก หมายถึงว่าพอร์ตอนุกรมสามารถรับ และส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน การควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านส่ง และรับข้อมูล ทำโดยการกำหนดค่าให้รีจีสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมชื่อ SCON

1) รีจีสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม SCON (Serial Port Control Register)

รีจีสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม SCON เป็นรีจีสเตอร์เฉพาะที่ทำหน้าที่ควบคุมโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม และเป็นที่เก็บข้อมูลบิตที่ 9 ของการรับ และส่งข้อมูล (บิต TB8 และ RB8) และมีแฟลกของการร้องขออินเตอร์รัพต์ของพอร์ตอนุกรมรวมอยู่ด้วยบิตต่างๆ แสดงอยู่ในตารางที่ 2.4 การควบคุมการทำงานจะกำหนดบิตต่างๆ ในรีจีสเตอร์ตัวนี้ด้วยคำสั่งโอนย้ายข้อมูลหรือใช้คำสั่งการเซตหรือเคลียร์บิตก็ได้เนื่องจากรีจีสเตอร์ SCON อ้างตำแหน่งแบบบิตได้

ตารางที่ 2.4 บิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ SCON

Bit 7	**Bit 6**	**Bit 5**	**Bit 4**	**Bit 3**	**Bit 2**	**Bit 1**	**Bit 0**
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	T1	RI

ความหมายของบิตต่างๆ ในรีจีสเตอร์ SCON เป็นดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ความหมายของบิตต่างๆ ในริจีสเตอร์SCON

บิต	ความหมาย
SM0 และSM1	บิต 2 บิตนี้เป็นบิตที่ทำงานร่วมกันไว้สำหรับกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมซึ่งมี 4 โหมด ดังตารางที่ 2.6
SM2	ใช้ในการอีนาเบิลการสื่อสารในแบบมัลติโปรเซสเซอร์ในการทำงานของในโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ในโหมด 2 และ 3 ถ้าบิตนี้เป็น “1” บิต RI จะไม่แอกตีฟถ้าบิตที่ 9 ที่รับเข้าเป็น “0” (ข้อมูลในบิตที่ 9 เก็บไว้ที่บิต RB8) ในการทำงานโหมด 1 ถ้าบิตนี้เซต บิต RI จะไม่แอกตีฟถ้าไม่ได้รับบิตหยุด ส่วนในโหมด 0 บิตนี้ไม่มีการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ) ความหมายของบิตต่างๆ ในรีจีสเตอร์SCON

บิต	ความหมาย
REN	เซตหรือรีเซตด้วยซอฟต์แวร์เป็นตัวควบคุมการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรมดังนี้ 1 = ให้มีการรับข้อมูล 2 = ไม่ให้มีการรับข้อมูล
TB8	เป็นบิตข้อมูลที่ 9 ที่ต้องการส่งในโหมด 2 และ 3 สามารถเซตหรือเคลียร์โดยซอฟต์แวร์
RB8	เป็นบิตข้อมูลที่รับเข้ามาบิตที่ 9 ในโหมด 2 หรือ 3 สำหรับการทำงานในโหมด 1 หากกำหนดให้บิต SM2 = 0 บิต RB8 จะเป็นค่าบิตหยุดที่รับเข้ามาสำหรับโหมด 0 ไม่มีการใช้ RB8
TI	แฟลกของการอินเตอร์รัพต์ด้านส่งข้อมูล แฟลกนี้จะถูกเซตด้วยฮาร์ดแวร์เมื่อจบการส่ง ข้อมูลบิตที่ 8 ในโหมด 0 หรือเมื่อเริ่มต้นส่งบิตหยุดในโหมด 1, 2 หรือ 3 ต้องเคลียแฟลกนี้ด้วยซอฟต์แวร์เมื่อจบโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพต์ของการส่งข้อมูลแล้ว
RI	แฟลกอินเตอร์รัพต์ด้านรับข้อมูล ถูกเซตด้วยฮาร์ดแวร์เมื่อข้อมูลบิตที่ 8 ในโหมด 0 ถูกรับเข้ามาหรือเมื่อบิตหยุดถูกรับเข้ามาในครึ่งเวลาแรกในโหมด 1, 2 หรือ 3 ต้องเคลียร์แฟลกนี้ด้วยซอฟต์แวร์เมื่อจบโปรแกรมตอบสนองอินเตอร์รัพต์ของการส่งข้อมูลแล้ว

ตารางที่ 2.6 การเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม

SM0	SM1	โหมด	การทำงาน	อัตรารับส่ง
0	0	0	Shift Register	F /12
0	1	1	8 bit UART	Variable
1	0	2	9 bit UART	F /32 หรือ F /64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) การเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม

SM0	SM1	โหมด	การทำงาน	อัตรารับส่ง
1	1	3	9 bit UART	Variable

การส่ง และรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรมจะมีรีจีสเตอร์ที่ทำหน้าที่รับ และส่งข้อมูลอยู่ 1 ตัว คือ รีจีสเตอร์ SBUF การส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำโดย การใส่ข้อมูลลงในรีจีสเตอร์ SBUF การอ่านข้อมูลจากภายนอกที่รับเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมจะอ่านจากรีจีสเตอร์ SBUF เช่นกัน วงจรด้านรับจะมีบัฟเฟอร์ขนาด 1 ไบต์ ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่รับเข้ามาประกอบอยู่ภายใน (การมีบัฟเฟอร์รับข้อมูลทำให้ด้านรับสามารถรับข้อมูลไบต์ที่ 2 เข้ามาได้ทันทีหลังจากไบต์แรกเข้ามาแล้วแม้ยังไม่ถูกอ่านออกไปแต่ถ้าข้อมูลไบต์แรกยังไม่ถูกอ่านก่อนที่ข้อมูลไบต์ที่ 2 จะเข้ามาครบข้อมูลไบต์ที่ 2 จะถูกยกเลิก)

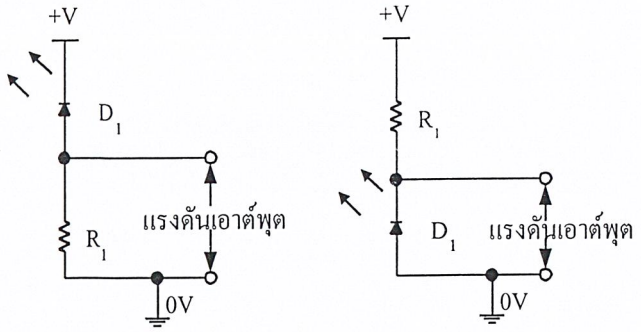
การทำงานของพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 โหมด คือ โหมด 0, 1, 2 และ 3 โดยในโครงงานนี้จะใช้แค่โหมดเดียวคือ โหมด 1 ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

โหมด 1 ใช้การรับ และส่งข้อมูลขนาด 10 บิต เข้ามาทางขา RXD และข้อมูล 10 บิตส่งออกแบบอนุกรมทางขา TXD โดยที่ข้อมูล 10 บิต จะประกอบด้วย 1 บิตเริ่มต้น (ค่า 0), 8 บิตข้อมูล (การรับ/ส่งเริ่มจากบิตต่ำก่อน) และ 1 บิตหยุด ที่รับเข้ามาไปเก็บในบิต RB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON อัตราการรับส่งข้อมูลในโหมดนี้สามารถกำหนดได้ตามต้องการ

2.6 โฟโต้ไดโอด

เมื่อรอยต่อพี – เอ็นชนิดซิลิกอลได้รับการไบแอสกลับ จะเกิดกระแสรั่วไหลย้อนกลับผ่านไดโอด ซึ่งกระแสรั่วไหลย้อนกลับ และอิมพีแดนซ์ของรอยต่อพี – เอ็นนี้มีความไวต่อแสงมากคือจะมีอิมพีแดนซ์สูงเมื่ออยู่ในที่มืด และมีอิมพีแดนซ์ต่ำเมื่ออยู่ในที่สว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การต่อใช้งานแบบที่ 1 (ข) การต่อใช้งานแบบที่ 2

รูปที่ 2.17 ลักษณะการต่อใช้งานโฟโต้ไดโอด

ไดโอดโดยทั่วไปนั้นจะมีถูกหุ้มรอยต่อนี้ไว้ด้วยวัสดุทึบแสง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้น แต่สำหรับโฟโต้ไดโอดเป็นไดโอด ซึ่งถูกผลิตขึ้นมาเพื่อให้เกิดปรากฏการณ์นี้โดยเฉพาะ รอยต่อจึงถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงสามารถผ่านได้ ไดโอดชนิดนี้มี 2 แบบ คือ ชนิดที่ตอบสนองต่อช่วงแสงที่สายตามองเห็น และชนิดที่ตอบสนองต่อแสงย่านอินฟราเรด (IR) ในการนำไปใช้งานโฟโต้ไดโอดจะต้องถูกต่อในลักษณะได้รับการไบแอสกลับ สำหรับแรงดันเอาต์พุตเป็นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานโหลดที่ต่ออนุกรมกับโฟโต้ไดโอด ระหว่างโฟโต้ไดโอดและกราวด์ ดังรูปที่ 2.17 (ก) หรืออยู่ระหว่างโฟโต้ไดโอด และแหล่งจ่ายไฟบวก ดังรูปที่ 2.17 (ข) ก็ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับแคดเมียม - ซัลไฟด์ LDR แล้ว โฟโต้ไดโอดจะมีความไวต่อแสงที่ต่ำ แต่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ของระดับแสงได้เร็ว ดังนั้นโดยทั่วๆ ไป LDR จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ ในงานตรวจจับระดับแสงที่ค่อนข้างจะเปลี่ยนแปลงช้า ส่วนโฟโต้ไดโอจะถูกนำมาประยุกต์ใช้ ในงานที่เกี่ยวกับสัญญาณไฟสลับ ที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว สำหรับการประยุกต์ใช้โฟโต้ไดโอด ชนิดที่ตอบสนองต่อแสงอินฟราเรดก็เช่นการใช้ในวงจรรีโมตคอนโทรล วงจรสัญญาณเตือนต่างๆ ที่ใช้แสงอินฟราเรดในการควบคุม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

เนื่องจากในโครงงานนี้เป็น โครงงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้งานในการสร้างรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต ซึ่งจะประกอบไปด้วยทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้ทำการศึกษาในเรื่องของโครงสร้างของรถ โครงสร้างของแขนกล วงจรวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรขับสเต็ปมอเตอร์ วงจรชุดควบคุมการทำงาน วงจรรับสัญญาณจากชุดควบคุมการทำงาน และวงจรควบคุมการหมุน 180 องศา ซึ่งวงจรเหล่านี้จะถูกควบคุมด้วยวงจรชุดตัวส่งสัญญาณที่อยู่ในรีโมต โดยจะมีวงจร ชุดตัวรับสัญญาณอยู่ที่ตัวรถ ซึ่งได้นำมาประยุกต์ใช้งาน ส่วนทางด้านซอฟต์แวร์นั้นได้นำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยจะเป็นตัวกลางในการส่ง และรับสัญญาณระหว่างรีโมตกับรถ และยังใช้ในการควบคุมสเต็ปมอเตอร์ด้วย

3.2 ฮาร์ดแวร์

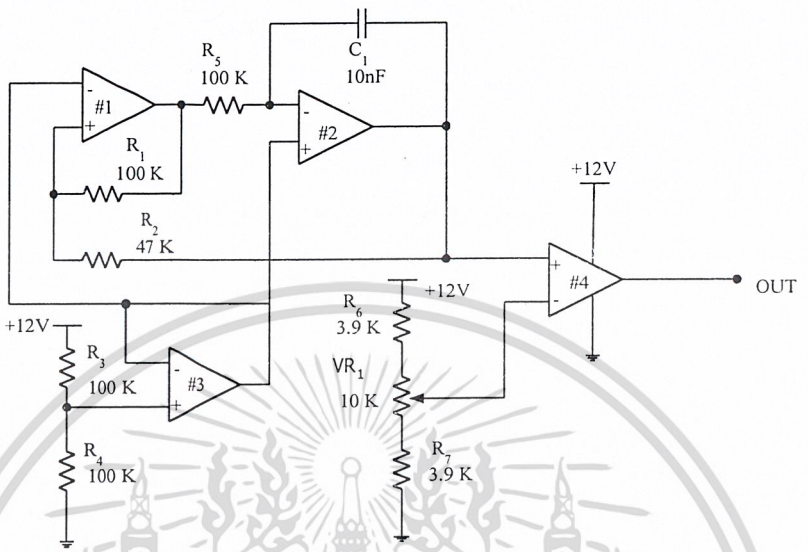
หลักการทำงานของรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต คือ จะมีวงจรรีโมตเป็นตัวควบคุมการทำงานหลัก กล่าวคือ จะทำหน้าที่ตรวจสอบการกดปุ่มแล้วส่งออกทางพอร์ตอนุกรม โดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม และจะมีไมโครคอลโทรลเลอร์อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณทางพอร์ตอนุกรมซึ่งจะอยู่ที่ตัวรถ โดยจะนำสัญญาณที่รับเข้ามาไปควบคุมวงจรต่างๆ ให้ทำงานตามที่ต้องการเช่น วงจรเดินหน้า – ถอยหลัง, วงจรเลี้ยวซ้าย – เลี้ยวขวา, วงจรจับ – ปล่อยวัตถุ และวงจรยกขึ้น – ลง

3.2.1 แหล่งจ่าย

เนื่องจากในโครงงานนี้เป็นรถเคลื่อนย้ายวัตถุดังนั้นจึงใช้เป็นแบตเตอร์รี่แห้ง ขนาด 12 V และกระแส 1.3 Amp. จำนวน 2 ก้อนนำมาต่ออนุกรมกันจึงกลายเป็นแหล่งจ่ายขนาด 24 V 1.3 Amp. และต่อขนานกับแบตเตอร์รี่ขนาด 12 V กระแส 3.3 Amp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น



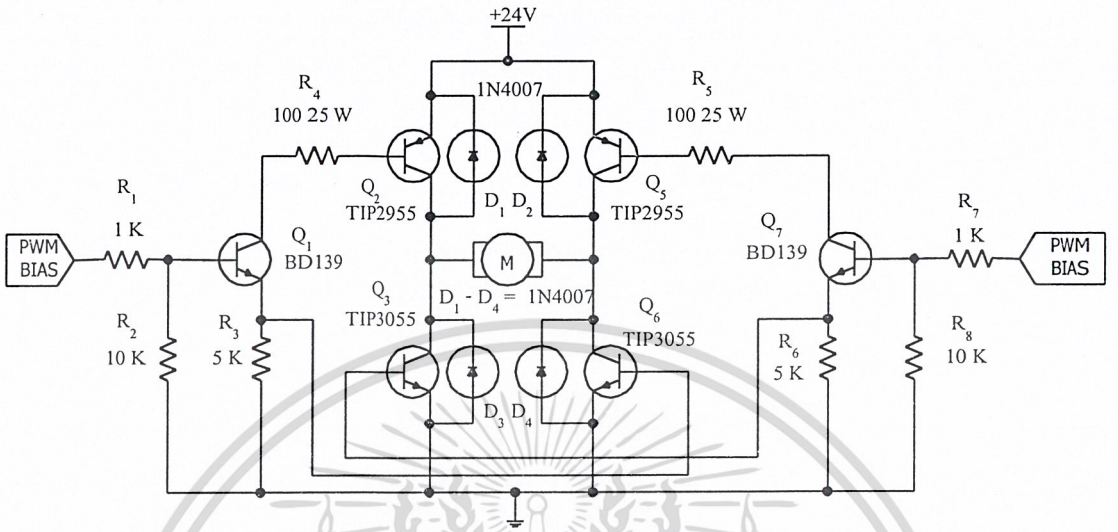
รูปที่ 3.1 วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

จากรูปที่ 3.1 เป็นวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เนื่องในการทำงานของมอเตอร์ในโครงงานนี้จำเป็นจะต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 2 ตัว จึงจำเป็นที่จะต้องใช้วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นในการควบคุม และปรับเปลี่ยนความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ทั้ง 2 ตัว ให้มีความเร็วรอบที่เท่ากันเพื่อให้รถเคลื่อนย้ายวัตถุสามารถเคลื่อนที่ไปได้เป็นเส้นตรงตามที่ผู้ควบคุมต้องการ

โดยการควบคุมนี้ จะใช้เอาต์พุตของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นนี้ต่อเข้ากับวงขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อต่อเสร็จแล้ววิธีปรับความเร็วสามารถปรับความเร็วโดยปรับที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ให้ได้ความเร็วตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC MOTOR)



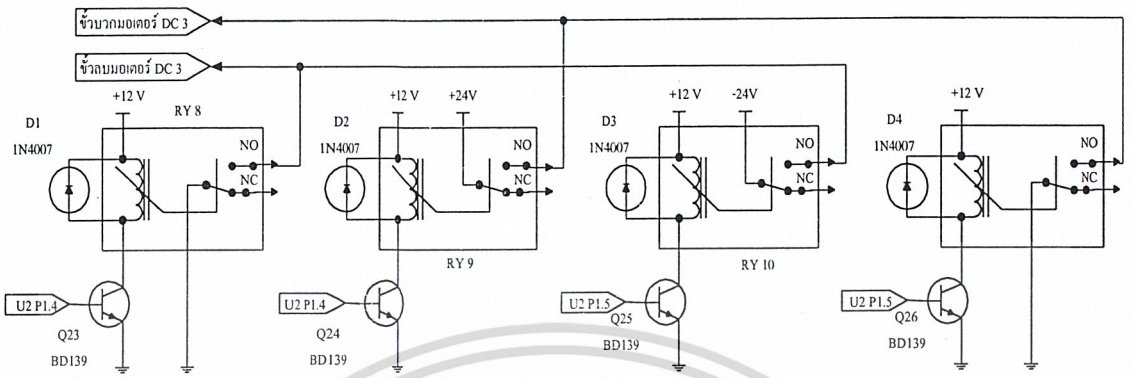
รูปที่ 3.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูปที่ 3.2 เป็นวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับขยายกำลังทางด้านเอาท์พุทให้มีความแรงเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากถ้าใช้วงจรพัลซ์วิทค์โมดูเลชั่นจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงจะมีกำลังไม่เพียงพอที่จะทำให้มอเตอร์ทำงานได้อย่างเต็มกำลัง และวงจรนี้ยังทำหน้าที่ ในการเลือกทิศทางการหมุนของมอเตอร์เพียงแค่เลือกอินพุตที่เข้าเป็นอินพุต 1 หรืออินพุต 2 ก็จะทำให้มอเตอร์ที่ต่ออยู่ มีการหมุนสวนทางกัน

ในการใช้งานจะใช้ร่วมกับวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น โดยนำเอาเอาต์พุตของวงจรพัลซ์-วิดท์มาต่อเข้าที่ PWM BIAS โดยต่อข้างในข้างหนึ่ง ซึ่งการให้สัญญาณในแต่ละข้างของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นจะมีผลกับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



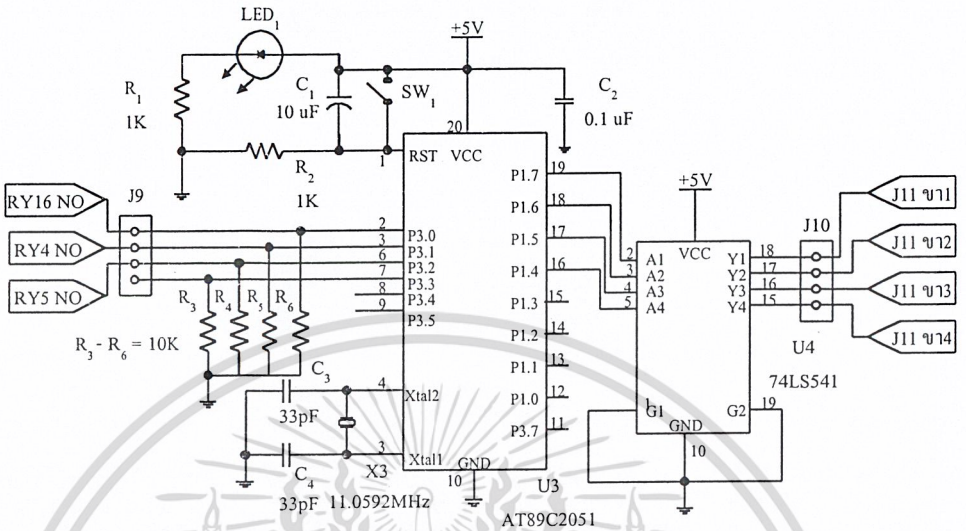
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูปที่ 3.3 เป็นวงจรสำหรับควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ในการควบคุมส่วนของการจับวัตถุ – ปล่อยวัตถุ และการยกขึ้น – ยกลง โดยไม่ต้องการที่จะใช้วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น และวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมมอเตอร์โดยใช้วงจรชุดนี้จะควบคุมการหมุนของมอเตอร์ได้โดยตรงจากชุดรับสัญญาณ โดยนำสัญญาณมาจากไมโครคอนโทรเลอร์มาต่อเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ที่ต่ออนุกรมกับรีเลย์อยู่ก็จะสามารถควบคุมการทำงานของรีเลย์ได้ซึ่งตัวรีเลย์นี้ก็จะต่ออยู่กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่จะนำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 วงจรควบคุมการการหมุน 180 องศา



รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมการหมุน 180 องศา

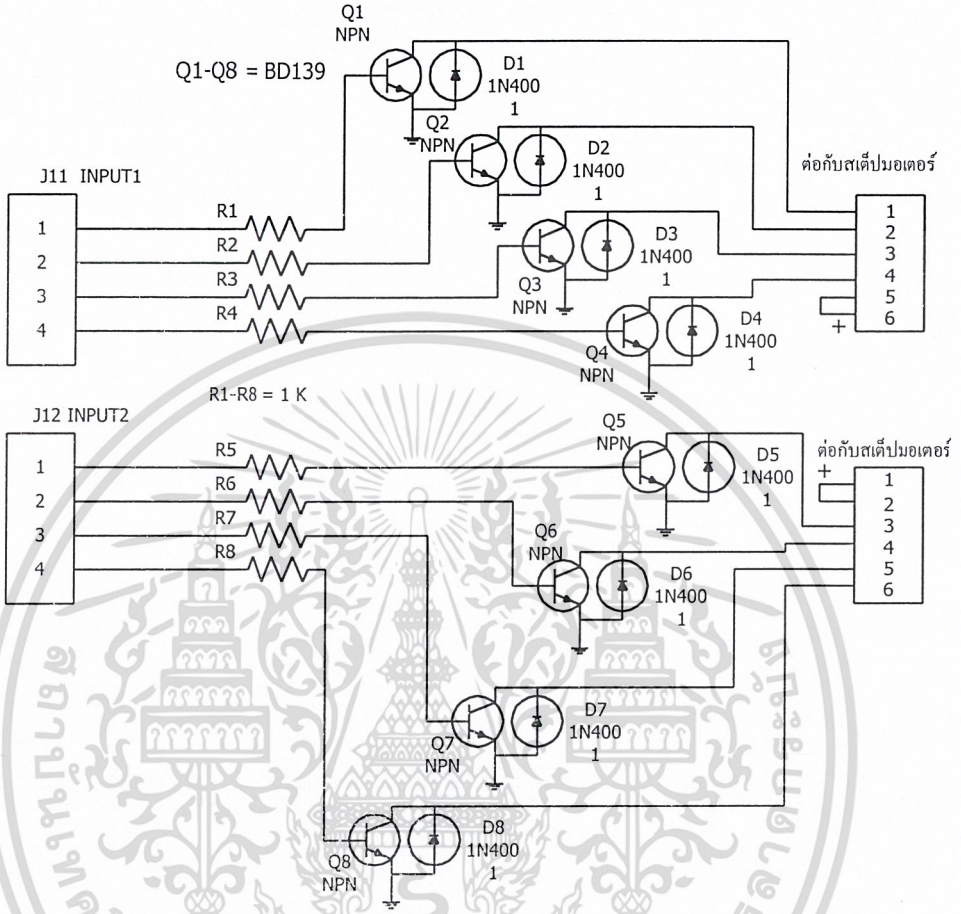
จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรควบคุมการ 180 องศา โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 (U3) เป็นตัวควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ให้เป็นไปตามที่ต้องการ โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมตัวคอนโทนเลอร์จากวงจรนี้ไม่สามารถที่ขับสเต็ปมอเตอร์ได้โดยตรงจำเป็นที่จะมีวงจรขับสเต็ปมอเตอร์อีกหนึ่งวงจรจึงจะสามารถทำงานได้

จากรูปที่ 3.4 จะเห็นว่า ที่พอร์ต P3.0 ของ U3 ต่อไปยัง RY16 NO (รีเลย์ 16 ขา ปกติเปิด) ซึ่งจะ RY16 จะถูกบังคับการทำงานโดย พอร์ต P2.7 ของ U2 ที่พอร์ต P3.1 ของ U3 จะต่อไปยัง RY4 NO (รีเลย์ 4 ขา ปกติเปิด) RY4 จะถูกควบคุมการทำงานโดย U6 #1 (เซนเซอร์ 0 องศา) ที่พอร์ต P3.2 ของ U3 จะต่อไปยัง RY5 NO (รีเลย์ 5 ขา ปกติเปิด) RY4 จะถูกควบคุมการทำงานโดย U6 #2 (เซนเซอร์ 180 องศา)

จากรูปที่ 3.4 สังเกตเห็นว่า J10 จะมีสัญญาณออกไปทั้งหมด 4 เส้น ด้วยกันสัญญาณนี้มาจากไอซีบัฟเฟอร์ นำสัญญาณทั้ง 4 เส้น ไปต่อเข้าที่อินพุตของวงจรขับสเต็ปมอเตอร์อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์



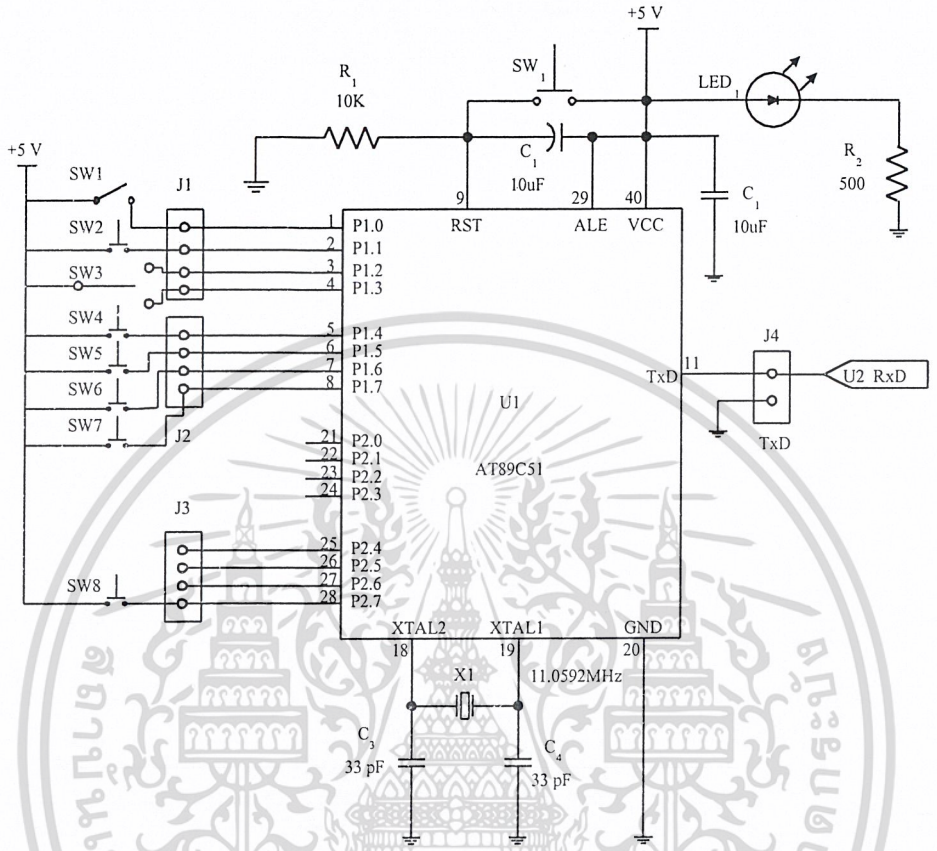
รูปที่ 3.5 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์

จากรูปที่ 3.5 เป็นวงจรขับสเต็ปมอเตอร์ซึ่งใช้ในการขยายกำลังทางด้านเอาต์พุตให้สามารถที่ขับสเต็ปมอเตอร์ได้ เนื่องจากถ้าใช้วงจรควบคุมการหมุน 180 องศา จ่ายให้กับสเต็ปมอเตอร์โดยตรงจะมีกำลังไม่เพียงพอที่จะทำให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานได้ จึงจำเป็นต้องใช้วงจรขับสเต็ปมอเตอร์เพื่อขยายกำลังให้กับสเต็ปมอเตอร์

ในการใช้งานจะใช้งานร่วมกับวงจรควบคุมการหมุน 180 องศา จะเห็นว่าวงควบคุมการหมุน 180 องศา (จากรูปที่ 3.4) จะมีสัญญาณเอาต์พุตซึ่งสายสัญญาณอยู่ 4 เส้น ด้วยกัน นำสายสัญญาณทั้ง 4 เส้น มาเข้าที่ J11 ซึ่งเป็นอินพุตของวงจรขับสเต็ปมอเตอร์ สัญญาณที่เข้ามาจะถูกวงจรนี้ขยายให้มีกำลังมากขึ้นพอเพียงที่จะทำให้สเต็ปมอเตอร์สามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 วงจรส่งสัญญาณ



รูปที่ 3.6 วงจรส่งสัญญาณ

จากรูปที่ 3.6 เป็นวงจรส่งสัญญาณโดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 (U1) เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยจะเริ่มการทำงานจากการอ่านค่าจากพอร์ต P1 และ P2 ที่ต่ออยู่กับสวิตช์บนตัวรีโมต แล้วส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรม (J4) ไปยังวงจรรับสัญญาณในตัวรถ (J5) โดยที่จะมีสวิตช์ควบคุมการทำงานต่างๆ ของรถ คือ

สวิตช์ SW1 จะทำหน้าที่ควบคุมการเดินหน้า – ถอยหลังของรถ (เมื่อระดับลอจิก เป็น 1 จะเดินหน้า แต่ถ้าเป็นลอจิก 0 จะทำให้รถถอยหลัง) ซึ่งจะต่ออยู่กับพอร์ต P1.0 ของ U1

สวิตช์ SW2 จะทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่หรือหยุดของรถ โดยจะต่ออยู่กับพอร์ต P1.1 ของ U1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ SW3 จะทำหน้าที่ควบคุมการการเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวาของรถ โดยที่รถจะเลี้ยวซ้ายได้โดยการให้ลอกจิก 1 กับพอร์ต P1.2 ของ U1 หรือถ้าต้องการให้รถเลี้ยวขวาก็สามารถทำได้โดยการให้ลอกจิก 1 กับพอร์ต P1.3 ของ U1

สวิตช์ SW4 จะทำหน้าที่ควบคุมการปล่อยวัตถุของรถ ซึ่งจะต่ออยู่กับพอร์ต P1.4 ของ U1

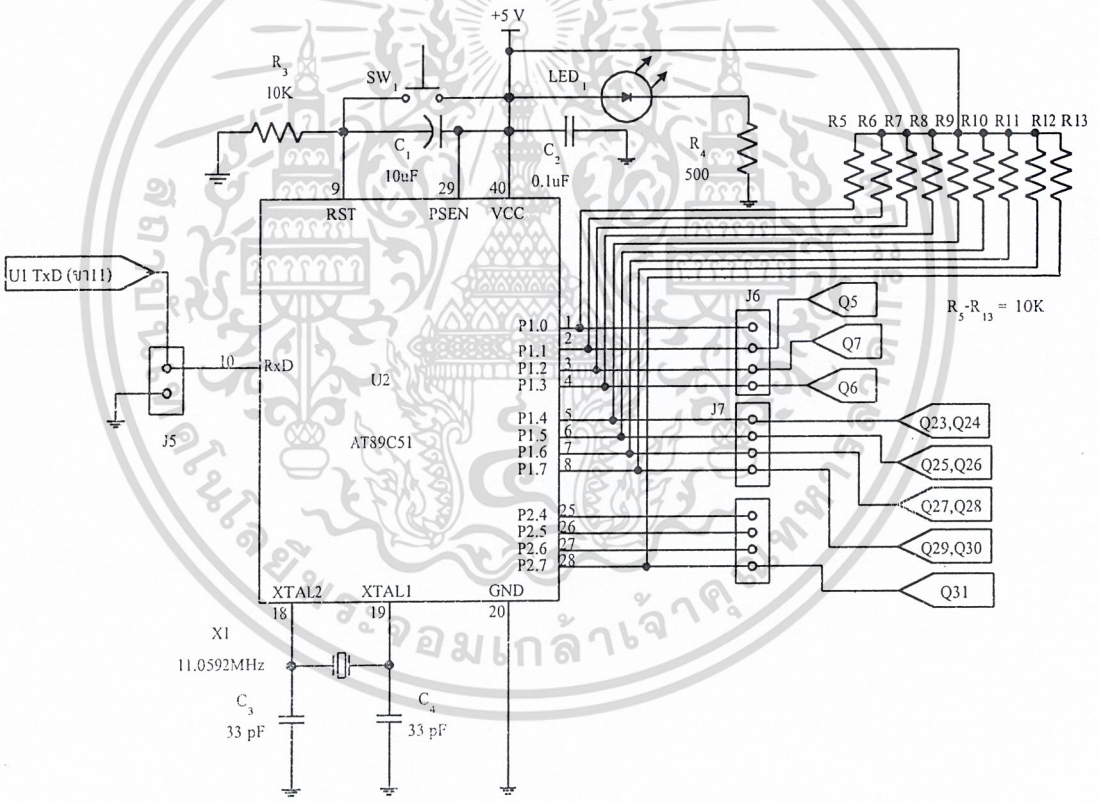
สวิตช์ SW5 จะทำหน้าที่ควบคุมการจับวัตถุของรถ ซึ่งจะต่ออยู่กับพอร์ต P1.5 ของ U1

สวิตช์ SW6 จะทำหน้าที่ควบคุมการยกวัตถุขึ้นของรถ ซึ่งจะต่ออยู่กับพอร์ต P1.6 ของ U1

สวิตช์ SW7 จะทำหน้าที่ควบคุมการยกวัตถุลงของรถ ซึ่งจะต่ออยู่กับพอร์ต P1.7 ของ U1

สวิตช์ SW8 จะทำหน้าที่ควบคุมการหมุนวัตถุของรถ ซึ่งจะต่ออยู่กับพอร์ต P2.8 ของ U1

3.2.8 วงจรรับสัญญาณ



รูปที่ 3.7 วงจรรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.7 วงจรรับสัญญาณจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 (U2) เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากวงจรส่งสัญญาณผ่านเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม (J5) ซึ่งจะแยกสัญญาณแล้วส่งไปควบคุมการทำงานของวงจรต่างๆ ดังนี้

พอร์ต P1.1 ของ U2 ต่อไปยัง Q5 เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการปล่อยพัลซ์วิดท์จากวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นไปยังวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

พอร์ต P1.2 และ P1.3 ของ U2 ต่อไปยัง Q7 และ Q6 ตามลำดับ จะมีหน้าที่ควบคุมการทำงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 หน้าที่การทำงานของพอร์ต P1.2 และ P1.3 ของไอซี U2

พอร์ต P1.3	พอร์ต P1.2	หน้าที่การทำงาน
0	0	รถถอยหลัง
0	1	รถเลี้ยวซ้าย
1	0	รถเลี้ยวขวา
1	1	รถเดินหน้า

พอร์ต P1.4 ของ U2 ต่อไปยัง Q23 และ Q24 เพื่อไปควบคุมการปล่อยวัตถุของรถ

พอร์ต P1.5 ของ U2 ต่อไปยัง Q25 และ Q26 เพื่อไปควบคุมการจับวัตถุของรถ

พอร์ต P1.6 ของ U2 ต่อไปยัง Q27 และ Q28 เพื่อไปควบคุมการยกวัตถุขึ้นของรถ

พอร์ต P1.7 ของ U2 ต่อไปยัง Q29 และ Q30 เพื่อไปควบคุมการยกวัตถุลงของรถ

พอร์ต P2.8 ของ U2 ต่อไปยัง Q31 เพื่อไปควบคุมการหมุนวัตถุของรถ

3.2.9 วงจรเซนเซอร์

การตรวจจับเส้นหรือระดับความสว่างของแสงที่ตกกระทบผิวของวัสดุ โดยเส้นที่เป็นสีขาวจะมีการดูดซับแสงน้อยทำให้มีการสะท้อนของแสงมาก ในทางกลับกันถ้าเป็นสีดำจะมีการดูดซับแสงมากทำให้มีการสะท้อนของแสงน้อยจึงได้มีการนำเอาหลักการนี้มาใช้ใน การตรวจหาเส้นหรือตรวจหาระดับความสว่าของแสงที่สะท้อนจากวัสดุวงจรเซนเซอร์โดยส่วนมากที่ใช้จะใช้ออปแอมป์ในการเปรียบเทียบระดับแรงดันไฟฟ้า เพื่อให้ได้เป็นระดับลอจิกเพื่อต่อเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ จากรูปที่ 3.8 จะใช้ VR 5K ในการปรับระดับแรงดันที่ต้องการเปรียบเทียบ โดยเมื่อมีการนำวัตถุมาขวางระหว่างไดโอดอินฟาเรด และโฟโต้ไดโอดจะทำให้ได้ระดับ ลอจิก 0 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

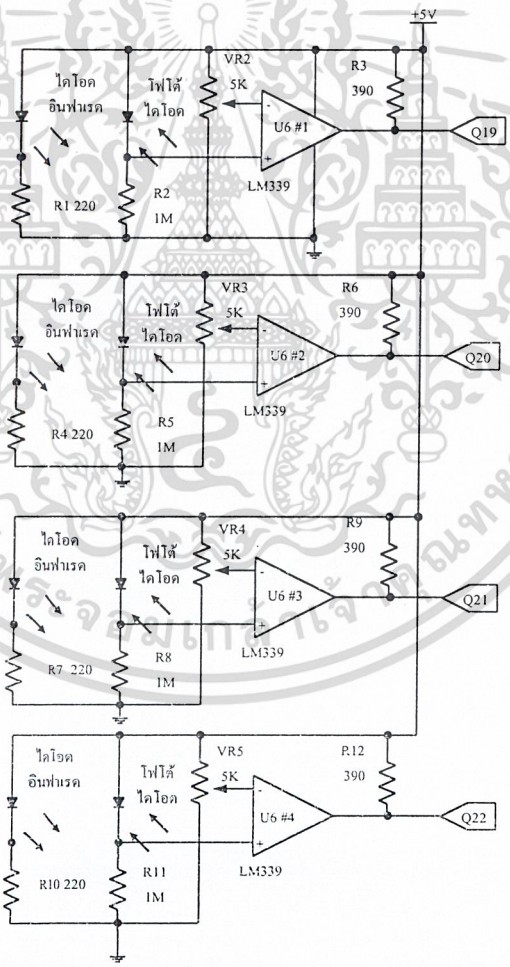
ลอจิก 0 และถ้าหากไม่มีวัตถุขวางระหว่างไดโอดอินฟาเรด และโฟโต้ไดโอดจะทำให้ได้ระดับลอจิก 1 ไปให้กับวงจรต่างๆ ดังนี้

แรงดันที่ออกจาก U6 #1 จะต่อไปผ่าน Q19 เพื่อควบคุม RY4 ให้จ่ายลอจิก 1 หรือ 0 ให้กับพอร์ต P3.1 ของ U3

แรงดันที่ออกจาก U6 #2 จะต่อไปผ่าน Q20 เพื่อควบคุม RY5 ให้จ่ายลอจิก 1 หรือ 0 ให้กับพอร์ต P3.2 ของ U3

แรงดันที่ออกจาก U6 #3 จะต่อไปผ่าน Q21 เพื่อควบคุม RY6 เพื่อบอกระดับต่ำสุดไม่สามารถที่จะลดระดับของแขนกลลงไปได้อีก

แรงดันที่ออกจาก U6 #4 จะต่อไปผ่าน Q22 เพื่อควบคุม RY7 เพื่อบอกระดับสูงสุดไม่สามารถที่จะเพิ่มระดับของแขนกลขึ้นไปได้อีก



รูปที่ 3.8 วงจรเซ็นเซอร์

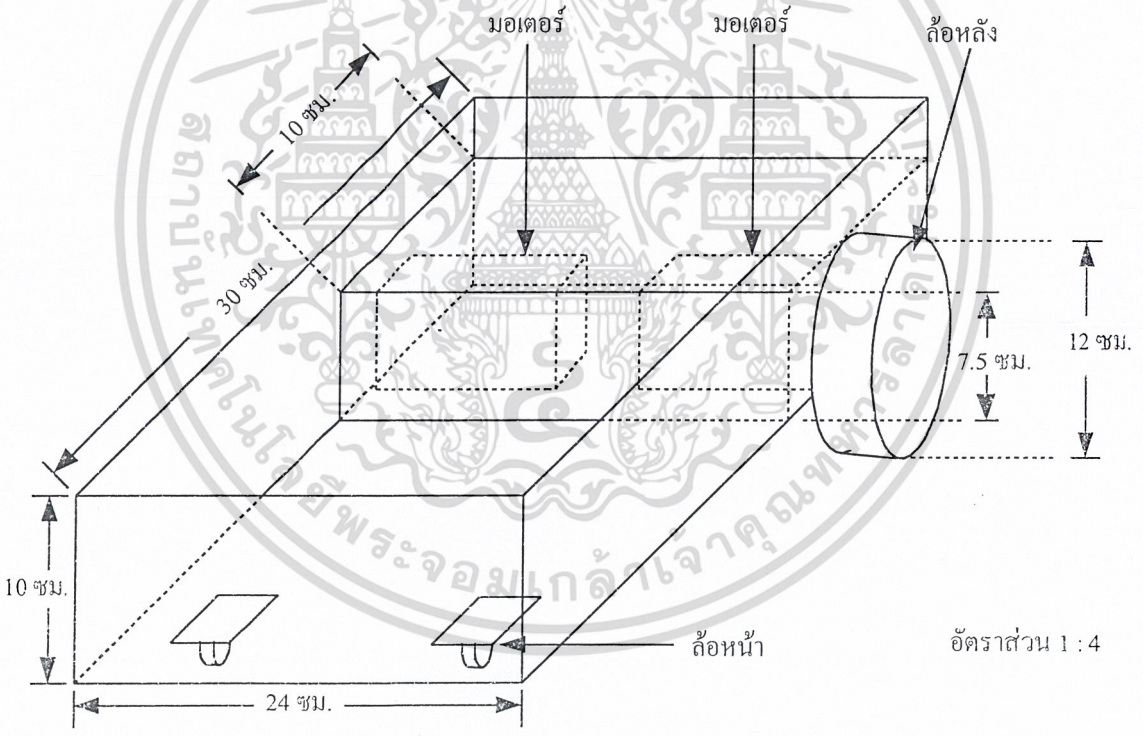
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 วงจรรวม

ในการสร้างวงจรจริงได้ทำในลักษณะของการแยกชิ้นงานออกเป็นภาค ในแต่ละภาคก็จะทำหน้าที่ต่างๆ กันออกไป ซึ่งจะทำให้ผู้ได้อ่านปริญญานิพนธ์นี้ ไม่ทราบว่าจะต่อวงจรแต่ละวงจรอย่างไร จึงได้จัดวงจรรวมขึ้นมาเพื่อให้เป็นแนวทางในการต่อวงจรต่างๆ เพื่อให้สามารถใช้งานได้จริง ดังรูปที่ ข.28

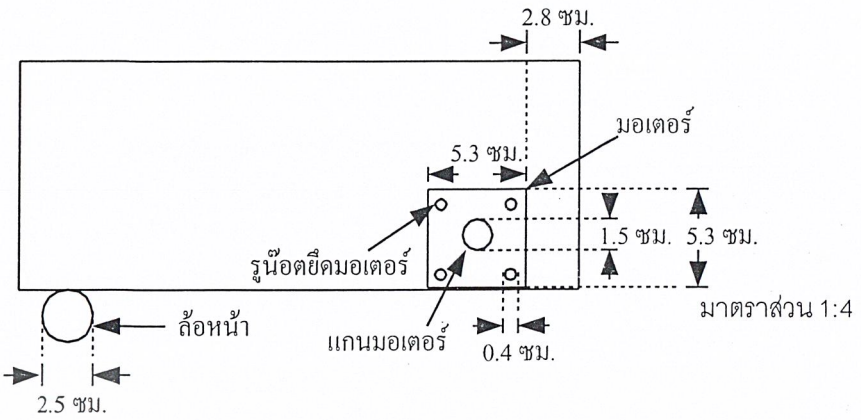
3.2.11 โครงสร้างของตัวรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต

โครงสร้างของตัวรถจะประกอบไปด้วยพลาสติก ซึ่งตัวของพลาสติกจะมีความหนา 3 มิลลิเมตร เท่ากันทุกแผ่น ส่วนของล้อจะมีทั้งหมด 4 ล้อ แต่เป็นล้อที่มีการควบคุมการทำงานเพียง 2 ล้อ คือล้อทางด้านหลังซึ่งจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ในส่วนของทางด้าน 2 ล้อหน้าจะเป็นล้อฟรีที่ไม่มีการควบคุมการทำงานแต่อย่างใด ดังรูปที่ 3.9

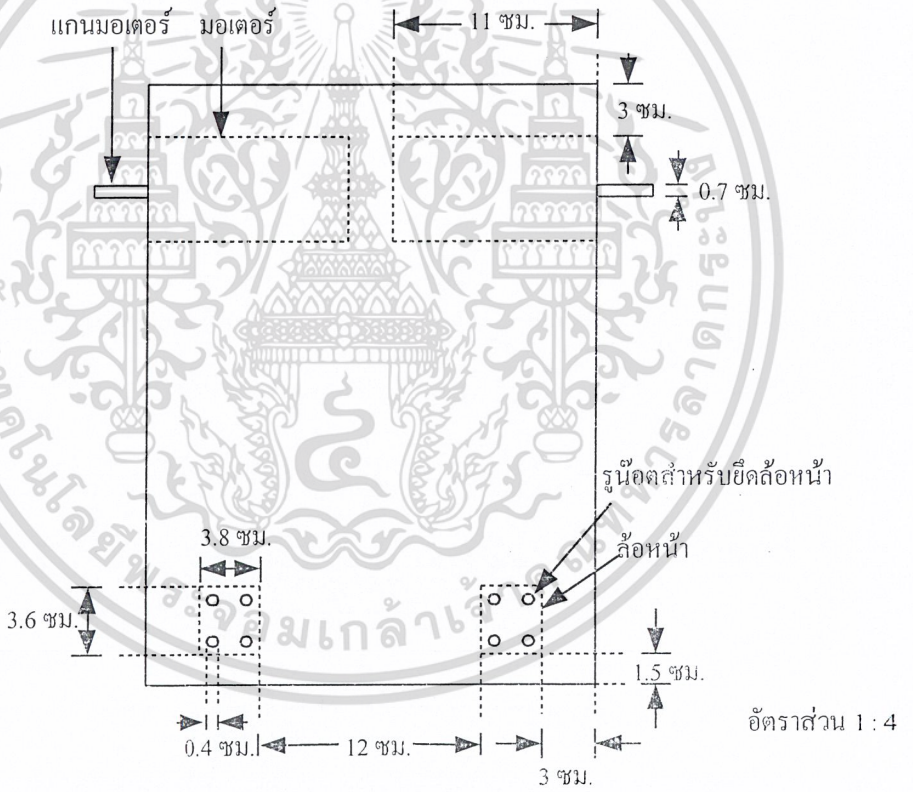


(ก) โครงสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) โครงสร้างของรถทางด้านข้าง



(ค) โครงสร้างของรถทางด้านบน

รูปที่ 3.9 โครงสร้างของตัวรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.9 (ก) เป็นการแสดงโครงสร้าง และส่วนประกอบต่างๆ ของตัวรถ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ การจัดวางตำแหน่ง

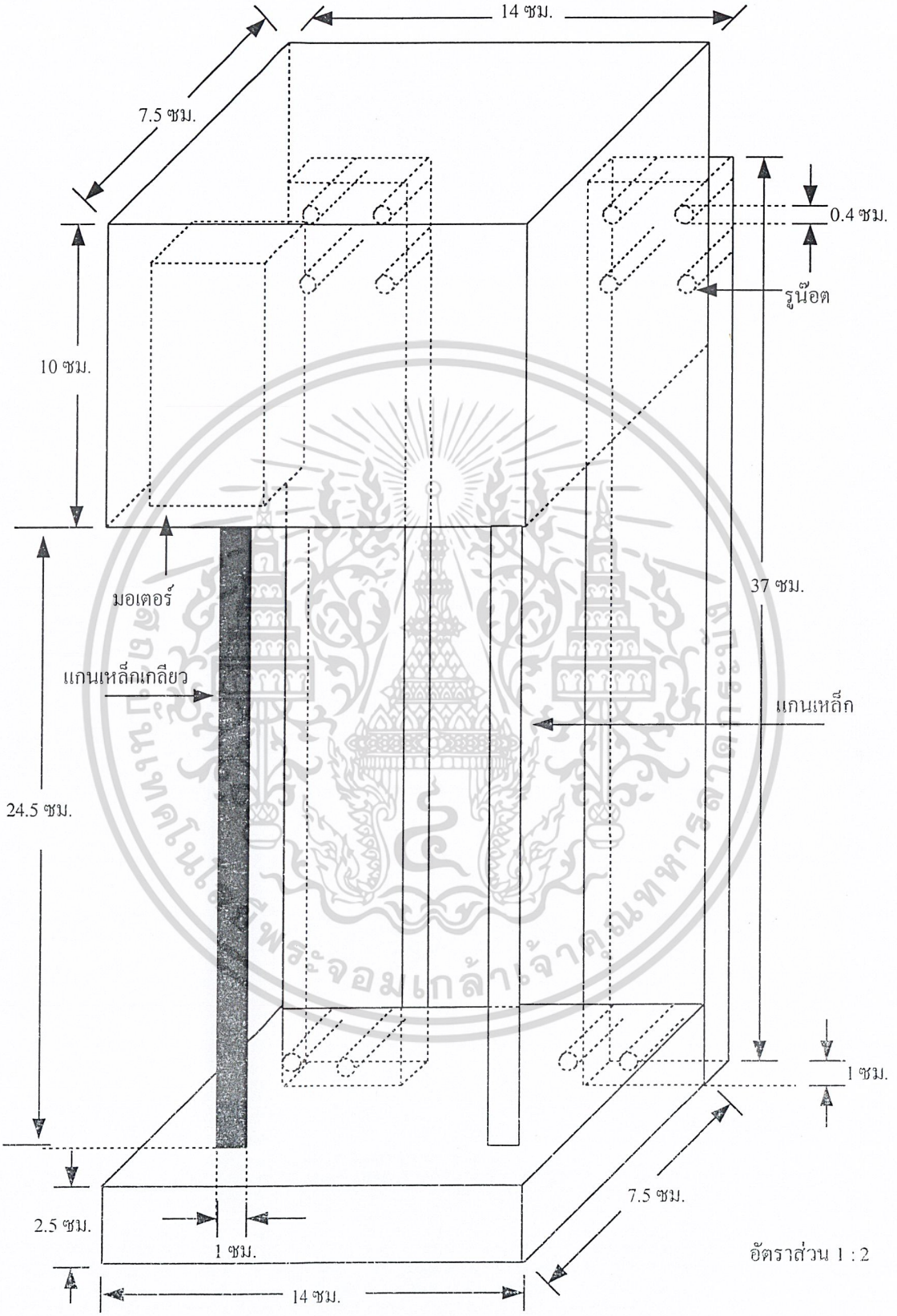
จากรูปที่ 3.9 (ข) เป็นการแสดงตำแหน่งของวัสดุที่ใช้ภายในตัวรถเช่น ตำแหน่งของมอเตอร์ น๊อต เป็นต้น รูปที่ 3.9 (ค) เป็นการแสดงตำแหน่งของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในตำแหน่งของล้อหลังของตัวรถ และตำแหน่งของล้อหน้ารถ ขนาดของน๊อตที่ใช้แสดงขนาดของแกนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตำแหน่งของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ทำหน้าที่เป็นล้อหลังของรถ

3.2.12 โครงสร้างของแขนกล

โครงสร้างของแขนกลจะประกอบไปด้วยพลาสติก ซึ่งจะเป็นพลาสติกแบบเดียวกับตัวโครงรถแต่จะมีความหนาน้อยกว่า คือมีทั้งที่หนา 1 มิลลิเมตร และหนา 3 มิลลิเมตร และในส่วนของแขนกลจะมีการควบคุมการทำงานอยู่ 3 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในการหยิบจับวัตถุ, ส่วนที่ใช้ในการยกวัตถุขึ้น – ลง และส่วนที่ใช้ในการหมุนแขน 0 – 180 องศา ซึ่งทั้งการทำงานของส่วนที่ 3 นี้จะถูกควบคุมการทำงานด้วยสเต็ปมอเตอร์ ส่วนที่ 1, 2 จะใช้มอเตอร์ไฟกระแสตรงในการควบคุม

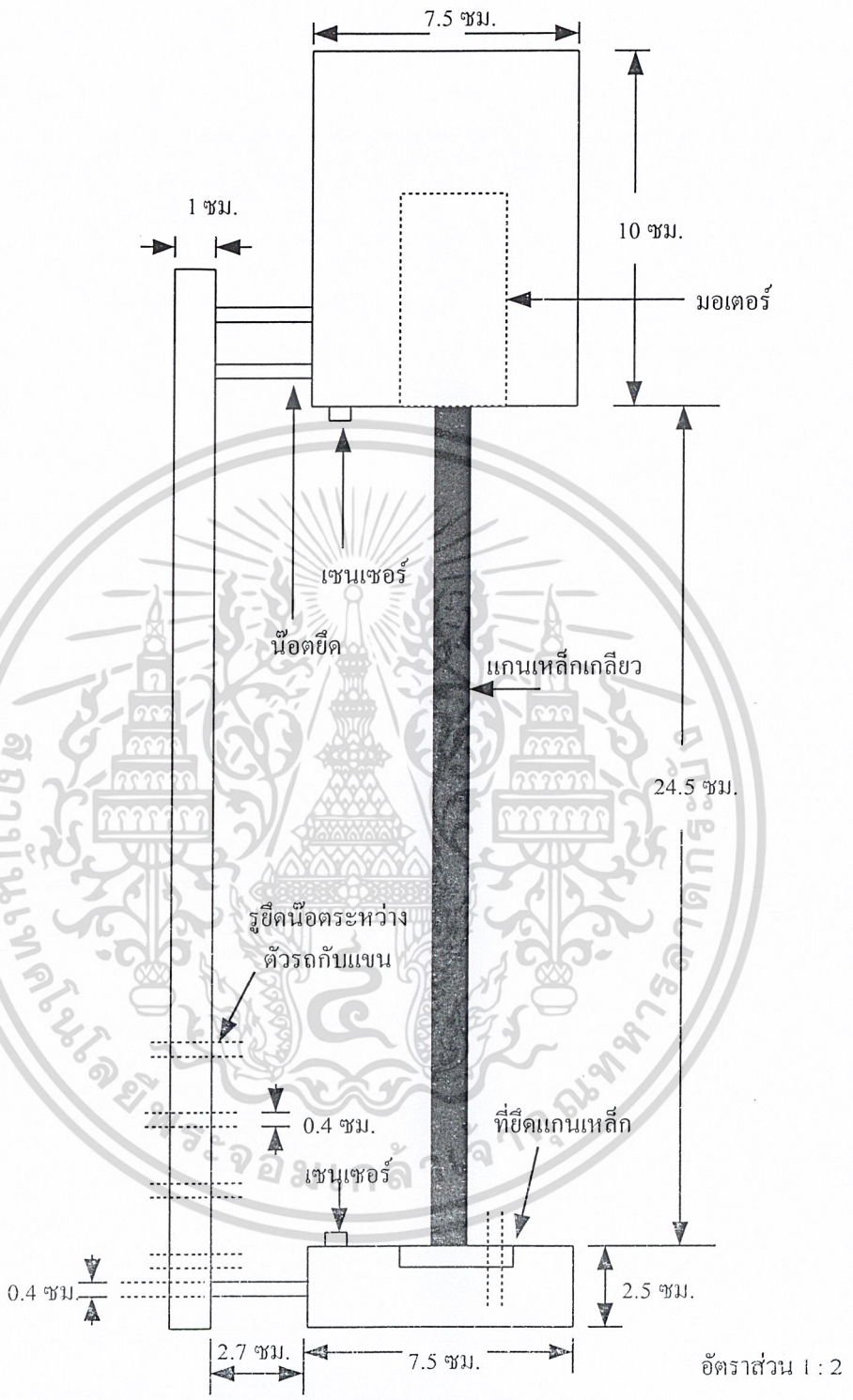
1) ส่วนของการยกขึ้นยกลง จากรูปที่ 3.10 แสดงวัสดุอุปกรณ์ภายใน ในส่วนของการยกขึ้น – ยกลง และการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการขึ้นลงของแขนกล โดยจากจะรูปจะบอกตำแหน่งในการติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยเชื่อมเข้ากับแกนเหล็กเกลียว เพื่อทำในส่วนของการยกขึ้น – ยกลง และแกนเหล็กอีกฝั่งหนึ่งมีไว้เพื่อคอยพยุงไม่ให้แกนเหล็กเกลียวต้องรับน้ำหนักมากเกินไป และทำให้อาจเกิดการงอของแกนเหล็กเกลียว และในส่วนของการติดตั้งเซนเซอร์จะบอกถึงตำแหน่งของการติดตั้งเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของการยกขึ้น – ยกลงที่ใช้เพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



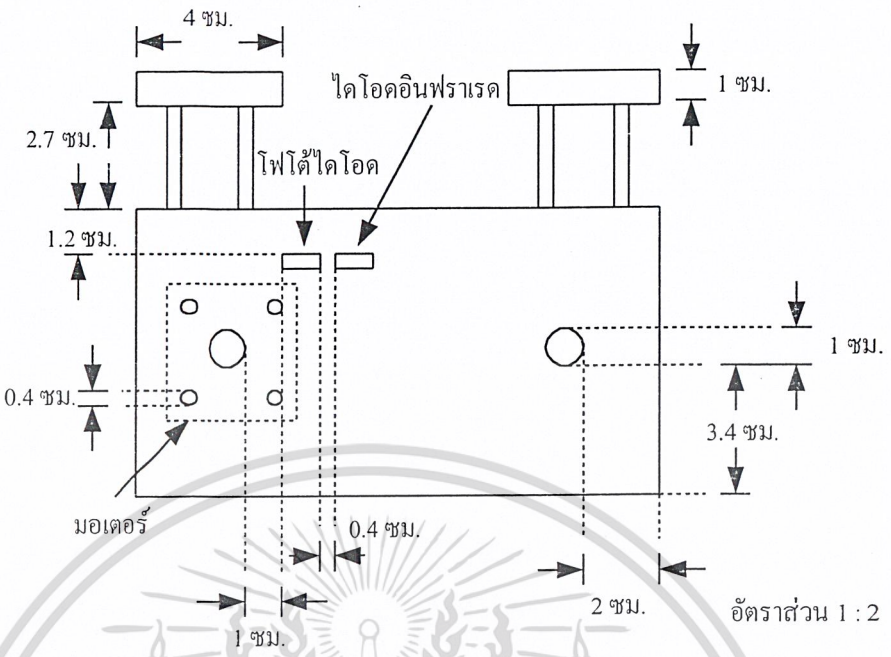
(ก) โครงสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของส่วนยกขึ้น – ยกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) โครงสร้างของส่วนยกขึ้น – ยกลงทางด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

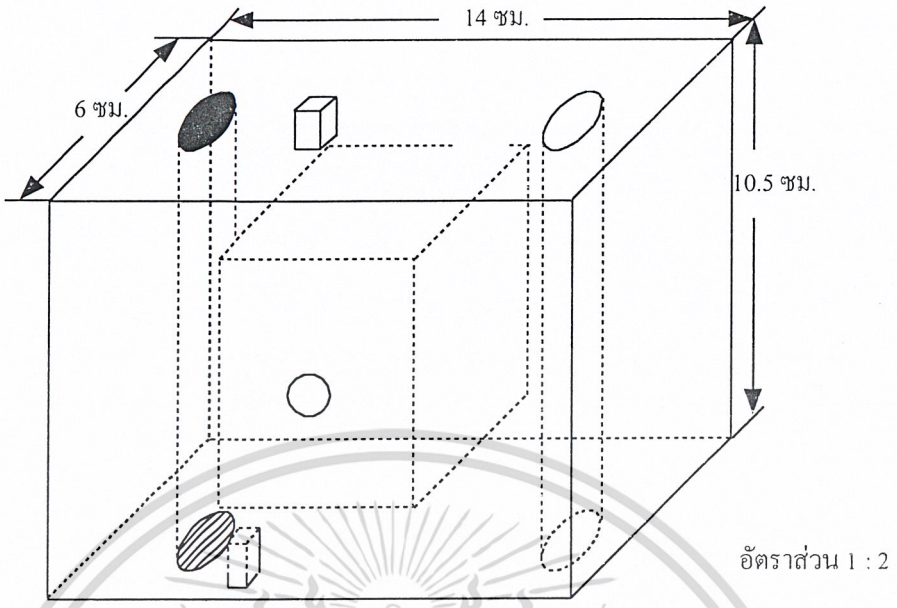


(ค) โครงสร้างของส่วนยกขึ้น – ยกลงทางด้านบน

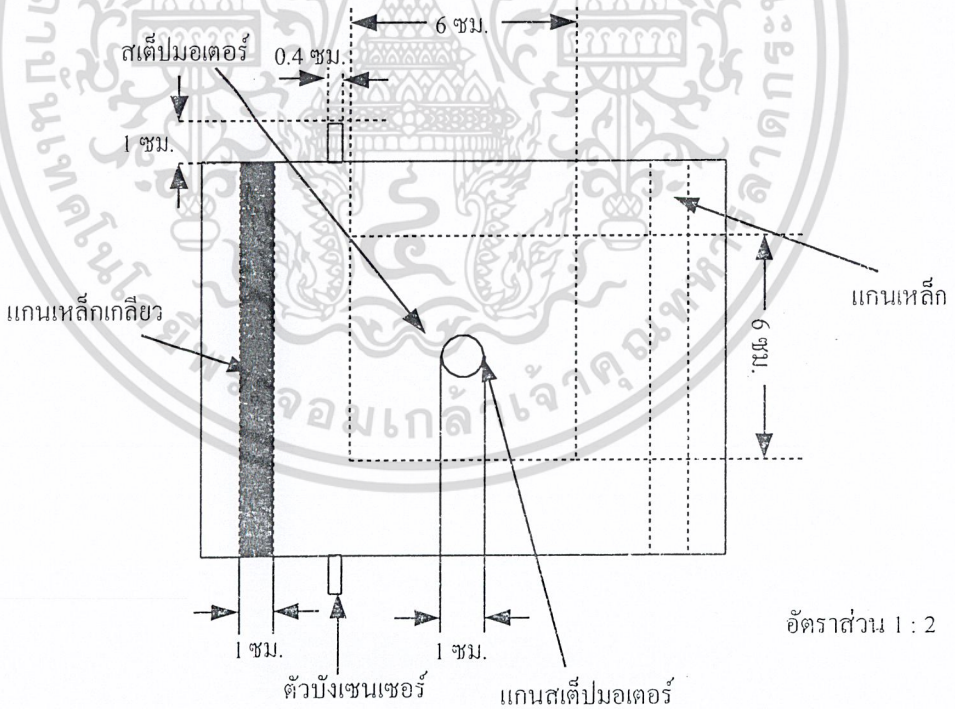
รูปที่ 3.10 โครงสร้างส่วนของการยกขึ้น – ยกลง

2) ส่วนของการการหมุน 180 องศา จากรูปที่ 3.11 แสดงวัสดุอุปกรณ์ภายใน ในส่วนของการหมุน 180 องศา โดยจะบอกถึงตำแหน่งของการวางสเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในการหมุน 180 องศา และในส่วนนี้ยังบอกถึงตำแหน่งในการเจาะรูเพื่อให้แกนเหล็กเกลียว และแกนเหล็กสามารถผ่านตัวสเต็ปมอเตอร์ และบอกถึงจุดที่ต้องติดตั้งตัวบังเซนเซอร์เพื่อให้ตัวบังเซนเซอร์สามารถทำงานโดยไปบังเซนเซอร์ได้ถูกตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

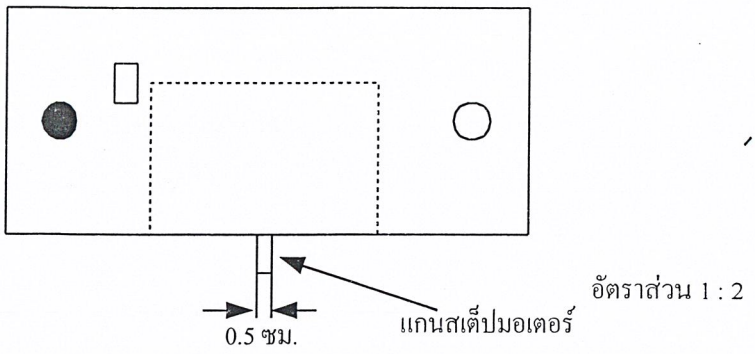


(ก) โครงสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของการหมุน 180 องศา



(ข) โครงสร้างส่วนของการหมุน 180 องศาทางด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



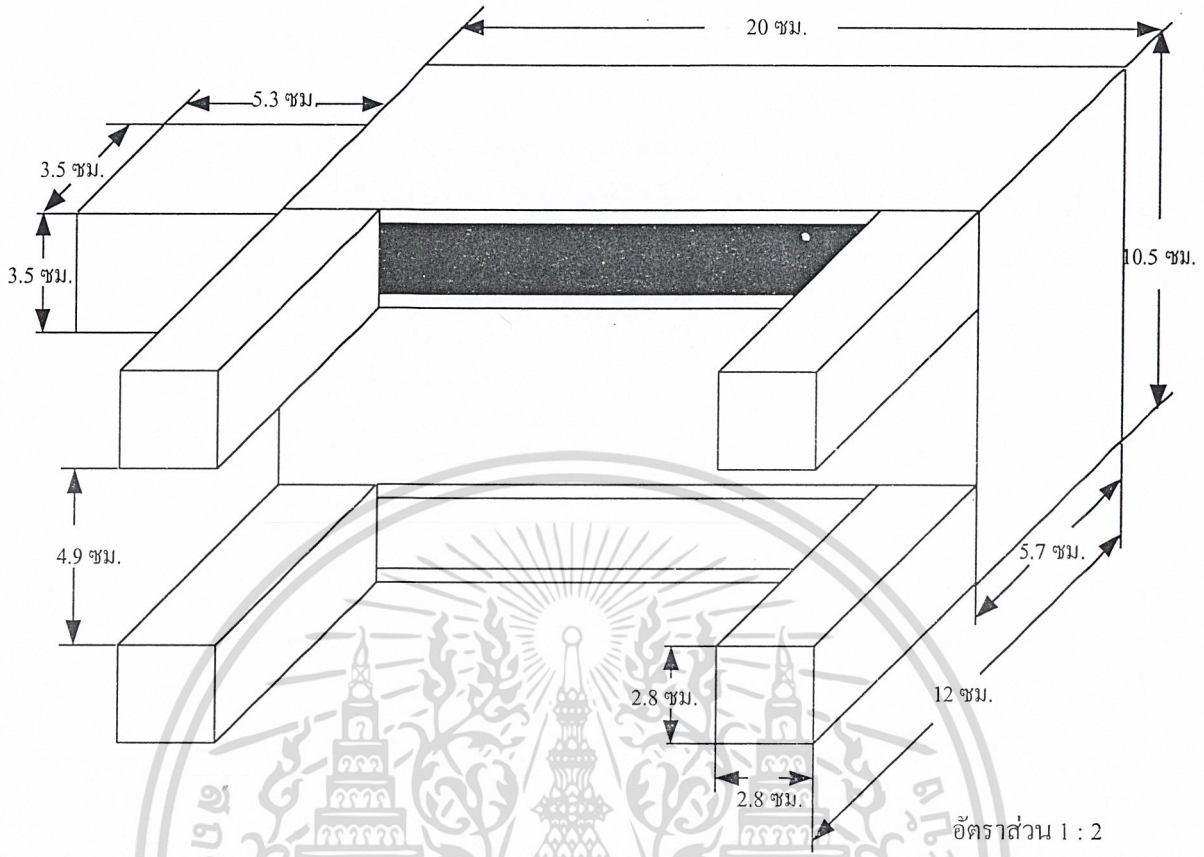
(ค) โครงสร้างส่วนของการหมุน 180 องศาทางด้านบน

รูปที่ 3.11 โครงสร้างส่วนของการหมุน 180 องศา

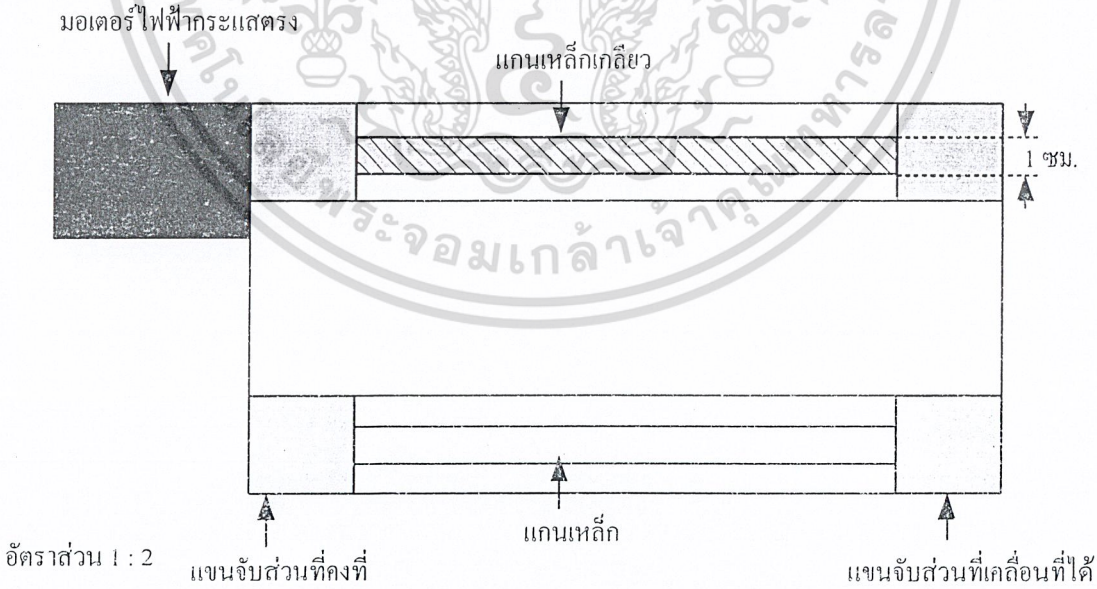
3) ส่วนของการจับ – ปล่อยวัตถุ จากรูปที่ 3.12 แสดงวัสดุอุปกรณ์ภายใน ในส่วนของการจับ – ปล่อย โดยในส่วนนี้จะบอกถึงแขนกลส่วนที่เคลื่อนที่ สามารถเคลื่อนที่ได้เพราะมอเตอร์ที่ถูกต่อเข้ากับแกนเหล็กเกลียว และมีแกนเหล็กเป็นตัวช่วยพยุงให้ส่วนที่เคลื่อนที่สามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างพร้อมกัน

จากรูปที่ 3.12 (ค) จะบอกถึงตำแหน่งของการติดตั้งมอเตอร์ที่ใช้ในการจับ – ปล่อยของแขนกล โดยจะบอกถึงตำแหน่งของการเจาะรูของแกนเหล็กเกลียว และแกนเหล็ก โดยที่แกนเหล็กเกลียวจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ถูกยึดไม่ให้เคลื่อนที่หลุดออกจากแกนเหล็กด้วยน็อต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

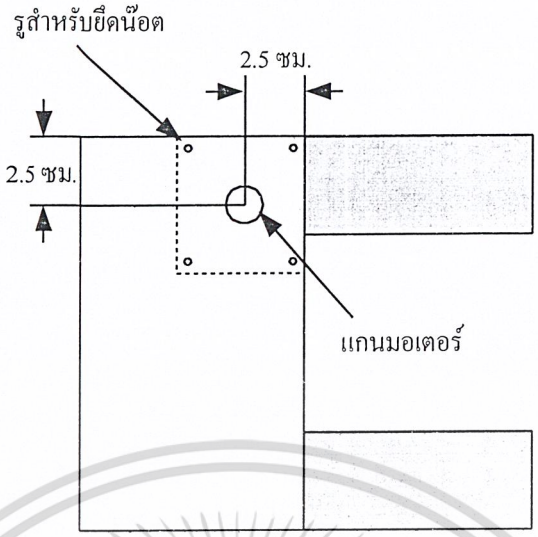


(ก) โครงสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของการจับ – ปล่อยวัตถุ



(ข) โครงสร้างส่วนการจับ – ปล่อยวัตถุ ทางด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อัตราส่วน 1 : 2

(ค) โครงสร้างส่วนการจับ – ปล่อยวัตถุ ทางด้านข้าง

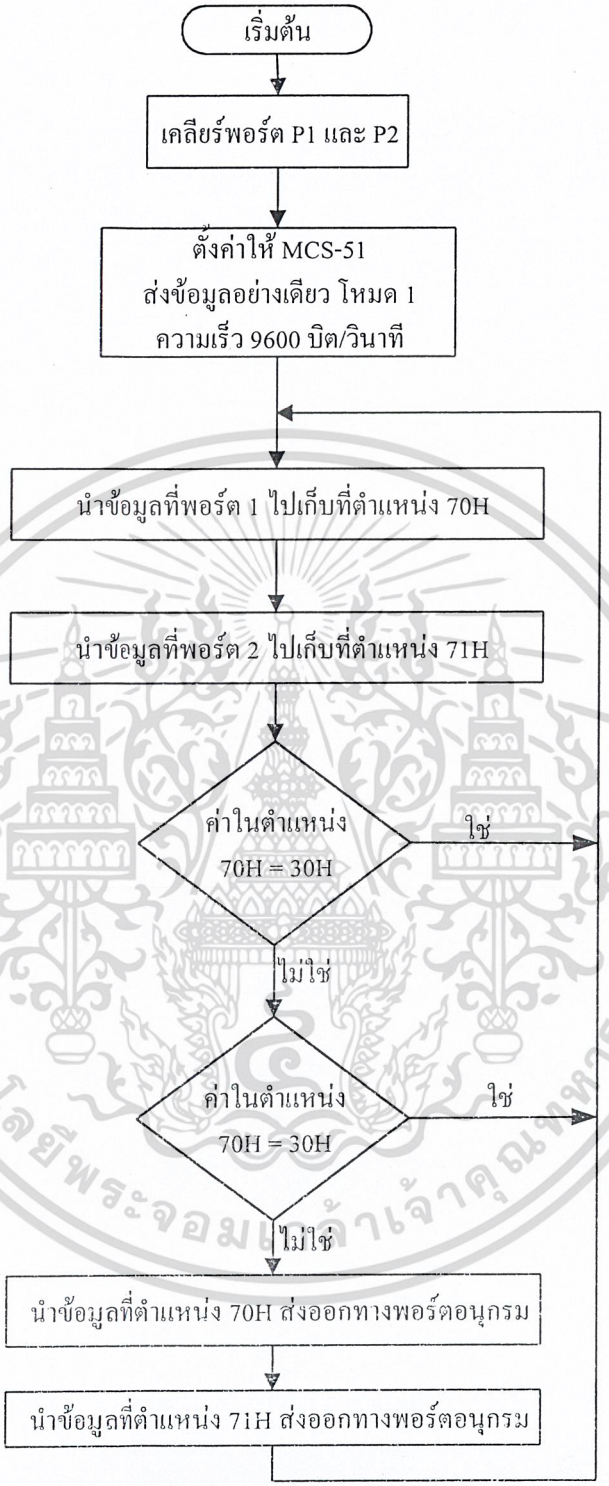
รูปที่ 3.12 โครงสร้างส่วนของการจับ – ปล่อยวัตถุ

3.3 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

3.3.1 การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการส่งสัญญาณ

เริ่มต้นจากต้องให้พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นลอจิก 0 ก่อนเพื่อให้คอยตรวจสอบว่าเมื่อไรที่สวิตช์ถูกกดก็จะทำให้ได้ลอจิก 1 ส่งออกไปได้ทางพอร์ตอนุกรมเพื่อที่จะได้นำไปใช้บังคับให้วงจรทำงานตามที่ต้องการ เมื่อทำการเคลียร์พอร์ตเรียบร้อยแล้วก็ให้ทำการตั้งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยใช้ที่โหมด 1 ที่มีความเร็วในการส่งที่ 9,600 บิต/วินาที จากนั้นก็ให้นำค่าจากพอร์ต P1 ไปเก็บที่ตำแหน่ง 70H แล้วให้นำค่าจากพอร์ต P2 ไปเก็บที่ตำแหน่ง 71H หลังจากนั้นจึงให้ทำการส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ตอนุกรมโดยที่จะทำการส่งข้อมูลที่ตำแหน่ง 70H ออกไปก่อน แล้วจึงได้ทำการส่งข้อมูลที่ตำแหน่ง 71H ออกไปทีหลัง เมื่อส่งข้อมูลเสร็จแล้วก็จะทำการไปนำค่าจากพอร์ต 1 มาเก็บอีกครั้งหนึ่ง และจะเป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการรับสัญญาณ

ในส่วนของตัวรับข้อมูลจะต้องเริ่มต้นจากการที่ให้ทำการเคลียร์พอร์ต P1 และ P2 ก่อน เพื่อป้องกันไม่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานผิดพลาดในตอนเริ่มต้นทำงานใหม่ หลังจากนั้นก็ให้ตั้งค่าของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานในรูปแบบของรับข้อมูลเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมอย่างเดียว โดยที่ทำงานที่โหมด 1 ความเร็วในการรับข้อมูลเท่ากับตัวส่งก็คือ 9,600 บิต/วินาที เมื่อทำการตั้งค่าเสร็จแล้วก็ให้รอรับข้อมูลต่างๆ ได้เมื่อมีการส่งข้อมูลมาก็จะทำการรับได้ทันทีแล้วจึงนำข้อมูลไบต์แรกไปเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 7AH และไบต์ที่สองก็ไปเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 7BH หลังจากนั้นจึงได้ทำการตรวจสอบว่าให้รถมีการเคลื่อนที่หรือไม่ (ตรวจสอบบิต 1 ของตำแหน่ง 7BH เป็นลอจิก 1 หรือไม่)

ถ้าบิต 1 ของตำแหน่ง 7BH เป็นลอจิก 0 ก็ให้นำค่าที่ตำแหน่ง 7BH ออกทางพอร์ต 1 และนำค่าที่ตำแหน่ง 7AH ออกทางพอร์ต P2 จากนั้นจะกลับไปรอรับข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ถ้ามีการเคลื่อนที่ บิต 1 ของตำแหน่ง 7BH เป็นลอจิก 1 จากนั้นจะทำการตรวจสอบ บิต 0 ของตำแหน่ง 7BH เป็นลอจิก 1 หรือไม่ ถ้าเป็นลอจิก 1 แสดงว่าให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่ถ้าเป็นลอจิก 0 ก็ให้รถถอยหลัง

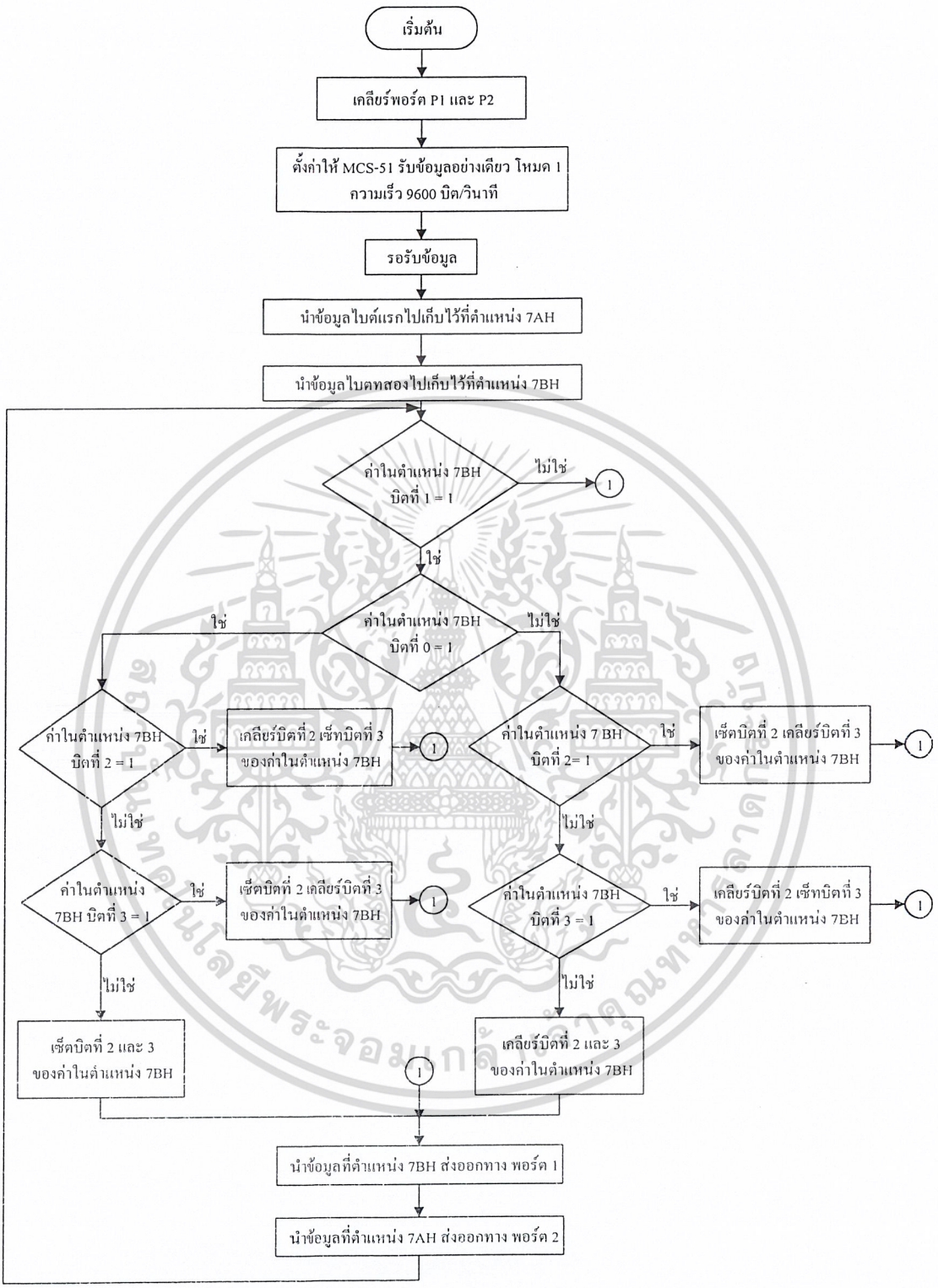
(ในกรณีที่บิต 0 เป็นลอจิก 1) จากนั้นให้ทำการตรวจสอบให้เลี้ยวซ้ายหรือไม่ (ตรวจสอบบิต 2 ของตำแหน่ง 7BH เป็นลอจิก 1 หรือไม่) ถ้าเป็นลอจิก 1 ก็จะให้ทำการเคลียร์บิต 2 และเซ็ตบิต 3 ที่ตำแหน่ง 7BH แล้วนำค่าที่ตำแหน่ง 7BH ออกทางพอร์ต P1 และนำค่าที่ตำแหน่ง 7AH ออกทางพอร์ต P2 จากนั้นจะกลับไปรอรับข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าบิต 2 ที่เป็นลอจิก 0 ก็ให้ทำการตรวจสอบให้เลี้ยวขวาหรือไม่ (ตรวจสอบบิต 3 ของตำแหน่ง 7BH เป็นลอจิก 1 หรือไม่) ถ้าให้เลี้ยวขวาก็จะไปทำการเซ็ตบิต 2 และเคลียร์บิต 3 ที่ตำแหน่ง 7BH แล้วนำค่าที่ตำแหน่ง 7BH ออกทางพอร์ต P1 และนำค่าที่ตำแหน่ง 7AH ออกทางพอร์ต P2 จากนั้นจะกลับไปรอรับข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าบิต 3 เป็นลอจิก 0 ก็จะให้ทำการเซ็ตบิต 2 และ 3 ที่ตำแหน่ง 7BH แล้วนำค่าที่ตำแหน่ง 7BH ออกทางพอร์ต P1 และนำค่าที่ตำแหน่ง 7AH ออกทางพอร์ต P2 จากนั้นจะกลับไปรอรับ ข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง

(ในกรณีที่บิต 0 เป็นลอจิก 0) จากนั้นให้ทำการตรวจสอบให้เลี้ยวซ้ายหรือไม่ (ตรวจสอบบิต 2 ของตำแหน่ง 7BH เป็นลอจิก 1 หรือไม่) ถ้าเป็นลอจิก 1 ก็จะให้ทำการเซ็ตบิต 2 และเคลียร์บิต 3 ที่ตำแหน่ง 7BH แล้วนำค่าที่ตำแหน่ง 7BH ออกทางพอร์ต P1 และนำค่าที่ตำแหน่ง 7AH ออกทางพอร์ต P2 จากนั้นจะกลับไปรอรับข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าบิต 2 ที่เป็นลอจิก 0 ก็ให้ทำการตรวจสอบให้เลี้ยวขวาหรือไม่ (ตรวจสอบบิต 3 ของตำแหน่ง 7BH เป็นลอจิก 1 หรือไม่) ถ้าให้เลี้ยวขวาก็จะไปทำการเคลียร์บิต 2 และเซ็ตบิต 3 ที่ตำแหน่ง 7BH แล้วนำค่าที่ตำแหน่ง 7BH ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางพอร์ต P1 และนำค่าที่ตำแหน่ง 7AH ออกทางพอร์ต P2 จากนั้นจะกลับไปรอรับข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าบิต 3 เป็นลอจิก 0 ก็จะให้ทำการเคลียร์บิต 2 และ 3 ที่ตำแหน่ง 7BH แล้วนำค่าที่ตำแหน่ง 7BH ออกทางพอร์ต P1 และนำค่าที่ตำแหน่ง 7AH ออกทางพอร์ต P2 จากนั้นจะกลับไปรอรับข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ผังการทำงานของโปรแกรมรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่ใช้ในการควบคุมการหมุน 180 องศา

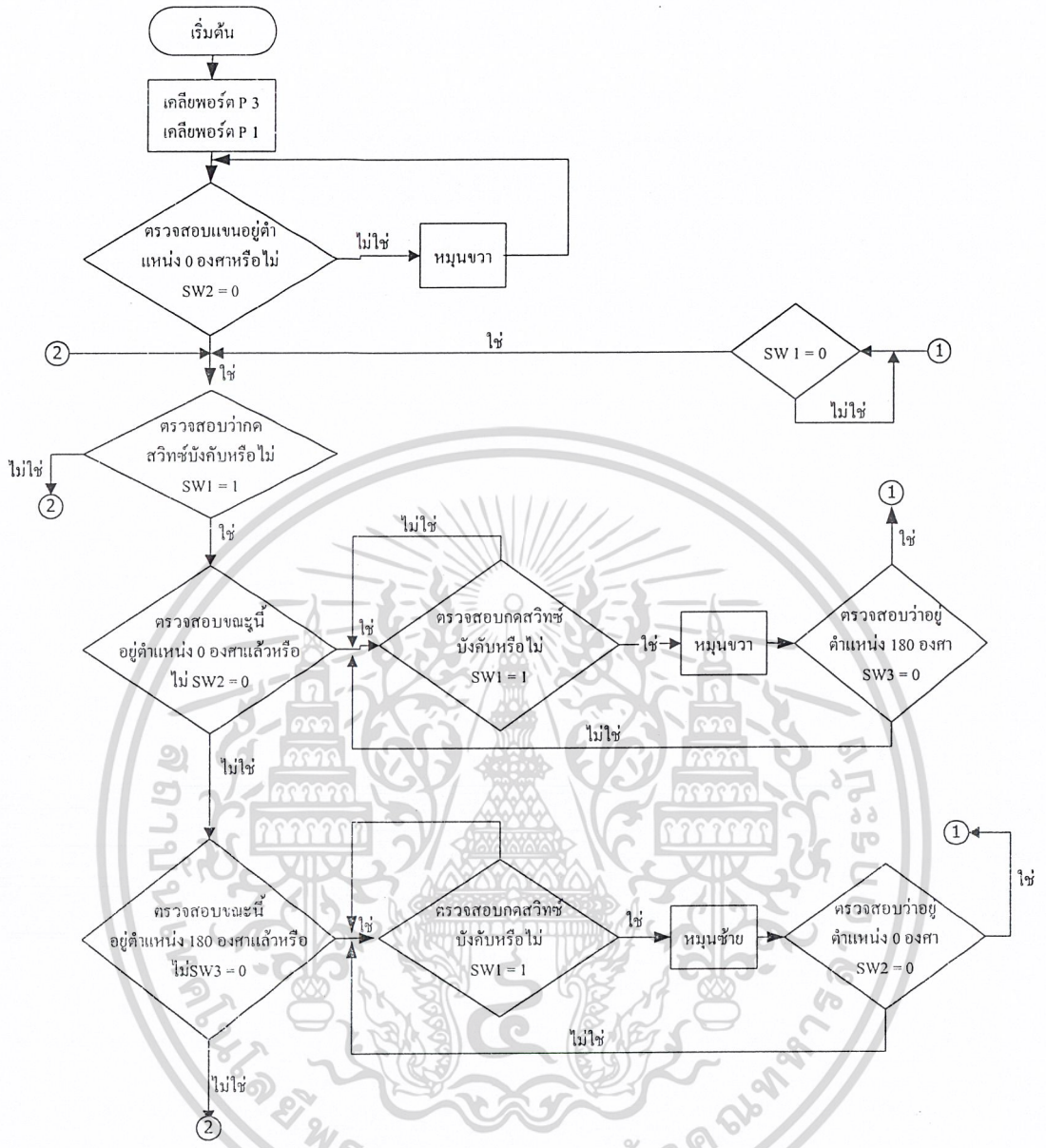
การออกแบบทางวงจรจะใช้ พอร์ต P3.0 เป็นตัวควบคุมการหมุน พอร์ต P3.1 เป็นตัวเซนเซอร์บอกตำแหน่ง 0 องศา และใช้พอร์ต P3.2 เป็นตัวเซนเซอร์บอกตำแหน่ง 180 องศา

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการหมุน 180 องศา นั้น เริ่มต้นโดยการให้ทำการเคลียร์พอร์ต P1 และ P3 เพื่อป้องกันการทำงานผิดพลาดของการหมุนของแขน จากนั้นทำการตรวจสอบว่าตอนนี้แขนอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา หรือไม่ ถ้าไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา ก็ให้ทำการหมุนแขนกลับมาที่ตำแหน่ง 0 องศา (หมุนทวนเข็มนาฬิกา) เมื่อแขนหมุนกลับมาถึงตำแหน่ง 0 องศา แล้วจะรอจนกว่าพอร์ต P3.0 จะได้รับลอจิก 1 (มีการกดสวิตช์หมุนจากรีโมต) ก็จะทำให้แขนหมุนไปตามเข็มนาฬิกาไปเรื่อยๆ จนกว่าที่พอร์ต P3.0 เป็นลอจิก 0 (ปล่อยสวิตช์หมุนแขนของรีโมต) หรือถึงตำแหน่ง 180 องศา (พอร์ต P3.2 มีลอจิกเป็น 0) แล้วจึงจะหยุดหมุน แต่ถ้าในกรณีที่พอร์ต P3.0 เป็นลอจิก 0 แล้วกลับมาเป็นลอจิก 1 อีกครั้งแต่ที่พอร์ต P3.2 ยังไม่เป็นลอจิก 0 (ปล่อยสวิตช์หมุนแขนของรีโมตแล้วกดสวิตช์หมุนปแขนอีกครั้งหนึ่ง) ก็จะทำให้หมุนไปตามเข็มเรื่อยๆ จะกว่าจะทำให้ลอจิกที่พอร์ต P3.2 เป็น 0 ก็จะหยุดหมุนเนื่องจากถึงตำแหน่ง 180 องศา

ถ้าหากกดปุ่มให้หมุนอีกครั้งหนึ่งโดยที่พอร์ต P3.2 มีลอจิกเป็น 0 (ขณะนี้แขนอยู่ที่ตำแหน่ง 180 องศา) ก็จะทำให้แขนหมุนทวนเข็มกลับมาเรื่อยๆ จนกว่าจะพอร์ต P3.0 มีลอจิกเป็น 0 (ปล่อยสวิตช์หมุนแขนของรีโมต) หรือ ที่พอร์ต P3.1 เป็นลอจิก 0 (แขนหมุนกลับมาถึงตำแหน่ง 0 องศาแล้ว) แต่ถ้าเป็นในกรณีของพอร์ต P3.0 เป็นลอจิก 0 แล้วกลับมาเป็นลอจิก 1 (กดสวิตช์หมุนแขนใหม่) โดยที่พอร์ต P3.1 ยังไม่เป็นลอจิก 0 ก็จะทำให้หมุนทวนเข็มนาฬิกามาเรื่อยๆ จนกว่าที่พอร์ต P3.1 เป็นลอจิก0 (ขณะนี้แขนกลับมาอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา)

ถ้าหากมีการกดปุ่มให้แขนหมุนอีกครั้งหนึ่งจะทำให้แขนหมุนตามเข็มนาฬิกาอีกครั้งหนึ่งและจะเป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ผังการทำงานของการควบคุมการหมุน 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เกี่ยวกับการสร้าง และการออกแบบ ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ในบทนี้จะเป็นการทดลอง และผลการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ในแต่ละวงจรของการทดลองนั้นมีผลของการทดลองที่ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นในการทดลองจึงแยกย่อยออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

4.2 การทดลอง และผลการทดลอง

4.2.1 การทดลอง และผลการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เป็นการทดลองเกี่ยวกับการหมุนซ้าย, การหมุนขวา และความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแต่ละตัว

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ทำการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อดูว่ามอเตอร์หมุนซ้ายหมุนขวาได้หรือไม่

1.2) ทำการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แล้วดูความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2) ผลการทดลอง

2.1) เมื่อทำการป้อนแรงดันให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแล้ว สังเกตว่ามอเตอร์มีการเคลื่อนที่ (แกนมอเตอร์มีการหมุน) และเมื่อทำการกลับขั้วศักย์ไฟฟ้าแล้วมอเตอร์จะหมุนกลับทางได้อย่างปกติ

2.2) เมื่อทำการป้อนแรงดันให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แล้วความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้ง 2 ตัว มีความเร็วในการหมุนไม่เท่ากัน

4.2.2 การทดลอง และผลการทดลองชุดวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) เมื่อได้ประกอบวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นเสร็จแล้ว การทดลองวงจรโดยให้ทำการนำแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์มาต่อที่ขั้วของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) จะสังเกตเห็นว่ามีความต้านปรับค่าได้อยู่ 1 ตัวให้นำมิเตอร์ไปวัดคร่อมโดย ขา 1 และขา 2 ติดกัน โดยให้สายมิเตอร์สีแดงต่อกับทั้ง 2 ขา ส่วนสายสีดำให้ต่อกับขา 3 ของตัว ต้านทานปรับค่าได้

1.3) หลังจากนั้นให้นำมิเตอร์อีกตัวหนึ่งมาต่อที่เอาต์พุตโดยตั้งที่ย่านดีซีโวลต์ และเริ่มทำการทดลอง โดยการปรับค่าความต้านทานโดยการหมุนตามเข็มนาฬิกาแล้วสังเกตว่ามีแรงดันที่เอาต์พุตเพิ่มขึ้นหรือลดลง

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองจากข้างต้นเมื่อทำการปรับค่าความต้านทานเพิ่มมากหมุนไปตามเข็มนาฬิกาแล้วจะทำให้ระดับแรงดันที่เอาต์พุตลดลงไปเรื่อยๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองชุดวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	เอาต์พุต (โวลต์)
0	11.5
1K	10
2k	9.6
3k	8.1
4k	7.3
5k	6.1
6k	4.7
7k	4.1
8k	3.6
9k	1.5
10k	0.3

4.2.3 การทดลอง และผลการทดลองชุดขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) การทดลองชุดขับมอเตอร์ ทำได้โดยการปล่อยแรงดันไฟเข้าไปที่อินพุตที่ 1 ให้สังเกตการหมุนของมอเตอร์ว่าเป็นอย่างไร

1.2) ให้นำแรงดันเข้าที่อินพุตที่ 2 ให้สังเกตการหมุนของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดลอง

2.1) จากทดลองได้ว่า เมื่อป้อนอินพุตเข้าที่อินพุตที่ 1 จะได้ว่ามอเตอร์หมุนตาม เข็มนาฬิกา

2.2) เมื่อได้ป้อนอินพุทเข้าที่อินพุตที่ 2 จะได้ว่ามอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

4.2.4 การทดลอง และผลการทดลองวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณ

เป็นการทดลองวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยมีลำดับขั้นการทดลองดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) นำเอาสายสัญญาณของเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์มาต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่พอร์ตอนุกรม

1.2) จ่ายไฟ 5 โวลต์ให้กับเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วเข้า DOS โหมด และเข้าสู่โปรแกรม UNIPROG โดยการพิมพ์ C:\> UNIPROG แล้วกดปุ่ม Enter

1.4) ถอดไมโครคอนโทรลเลอร์ออกจากวงจรรีโมต และนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใส่ในช่องสำหรับใส่ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

1.5) กดปุ่ม A (Autodetect) ที่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้โปรแกรมทำการตรวจสอบเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6) กดปุ่ม H (Hexfile) จากนั้นให้พิมพ์ Tranmitt.Hex แล้วกด Enter (คอมพิวเตอร์จะเลือกโปรแกรมที่ต้องการเพื่อทำการดาวน์โหลดให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์)

1.7) กดปุ่ม E (Erase) เพื่อทำการลบโปรแกรมเดิมที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วกดปุ่ม Enter

1.8) กดปุ่ม P (Program) เพื่อทำการดาวน์โหลดให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นให้กดปุ่ม Enter

1.9) กดปุ่ม V เพื่อทำการตรวจสอบโปรแกรมที่ทำการดาวน์โหลดว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วกดปุ่ม Enter

1.10) ถอดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ออกจากเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วนำไปใส่ให้กับวงจรรีโมต

1.11) ถอดไมโครคอนโทรลเลอร์ของวงจรรับสัญญาณออกมาแล้วนำไปใส่ในช่องสำหรับใส่ไมโครคอนโทรลเลอร์ของเครื่องโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.12) ให้ทำตามขั้นตอนที่ 6 - 11 ซ้ำโดยในขั้นตอนที่ 7 ให้เปลี่ยนชื่อโปรแกรมจาก Tranmitt.Hex เป็น Recive.Hex แทน และในขั้นตอนที่ 11 ให้นำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปใส่ในวงจรรับสัญญาณแทน

1.13) นำวงจรแสดงผล (เป็นวงจร LED จำนวน 16 ตัว) มาต่อที่พอร์ต P1 และ P2 ของ U2

1.14) นำแบตเตอรี่รี่แห้งขนาด 12 โวลต์ ต่อผ่านวงจรรักษาระดับแรงดัน ที่ 5 โวลต์ ไปต่อให้กับวงจรต่างๆ

1.15) ทำการจ่ายไฟให้กับบอร์ดวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณ ซึ่งจะเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติ

1.16) จากนั้นให้ทำการกดสวิตซ์ทีละปุ่ม โดยกดตามลำดับสวิตซ์สังเกตผลจาก LED แล้วบันทึกผลการทดลอง

1.17) ทำการกดสวิตซ์พร้อมกันทั้งหมด สังเกตผลจาก LED แล้วบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

การทดลองวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณให้ผลถูกต้อง โดยจากโปรแกรมที่ดาวน์โหลดลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ของวงจรส่งสัญญาณจะทำหน้าที่นำข้อมูลจากพอร์ต P1 และ P2 ส่งออกไปทางพอร์ตอนุกรม จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ของวงจรรับสัญญาณจะรับสัญญาณเข้าที่พอร์ตอนุกรม และจะส่งออกไปที่พอร์ต P1 และ P2 ตามลำดับ สามารถแสดงผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณ

ตำแหน่งสวิตซ์ที่กด	ผลของ LED สว่างตำแหน่งที่
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรส่งสัญญาณ และวงจรรับสัญญาณ

ตำแหน่งสวิตซ์ที่กด	ผลของ LED สว่างตำแหน่งที่
10	10
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10

4.2.5 การทดลอง และผลการทดลองการจับ – ปล่อยวัตถุ

การทดลองนี้จะทำให้ทราบว่าแขนกลที่ออกแบบไว้สามารถจับ – ปล่อยวัตถุในรูปแบบใดได้บ้าง ซึ่งในการทดลองนี้จะประกอบไปด้วยวงจรส่งสัญญาณ วงจรรับสัญญาณ และวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) เตรียมวัตถุในรูปทรงต่างๆ เช่น ทรงกระบอก ทรงกรวย ทรงกลม เป็นต้น

1.2) ทำการเชื่อมโยงวงจรส่งสัญญาณ วงจรรับสัญญาณและวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1.3) จ่ายไฟ 5 โวลต์ให้กับวงจรส่งสัญญาณ, วงจรรับสัญญาณ และจ่ายไฟ 12 โวลต์ วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1.4) ทำการกดปุ่มจับ – ปล่อยที่รีโมต โดยทำการจับ – ปล่อยวัตถุในรูปทรงต่างๆ บันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองการจับ – ปล่อยวัตถุได้ผลคือ จะสามารถจับ – ปล่อยวัตถุที่มีความกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 17 เซนติเมตร และสามารถที่จะจับสิ่งของในรูปทรงต่างๆ ซึ่งจะสรุปผลการทดลองการหนีบ – จับวัตถุได้จากตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการจับ – ปล่อยวัตถุ

รูปทรงของวัตถุ	ผลของการจับ -- ปล่อย
1. ทรงกระบอก	ได้
2. ทรงกลม	ได้
3. ทรงกรวย	ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลการทดลองการจับ – ปล่อยสิ่งของ

รูปทรงของวัตถุ	ผลของการจับ – ปล่อย
4. ทรงปิระมิด	ไม่ได้
5. ทรงลูกบาศก์	ได้

4.2.6 การทดลอง และผลการทดลองการหมุน 180 องศา

การหมุนแขน 180 องศา ของรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมตใช้เพื่อยกวัตถุแล้วสามารถกลับวัตถุที่ยกได้ 180 องศา โดยในการหมุนจะใช้วงจรในการควบคุมดังนี้ วงจรควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์วงจรขับสเต็ปมอเตอร์ และวงจรเซนเซอร์

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ทำการถอดไมโครคอนโทรลเลอร์ออกจากบอร์ดควบคุมการหมุน ของสเต็ปมอเตอร์มาใส่บนเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2) ต่อสายสัญญาณของเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่พอร์ตอนุกรม RS-232 (COM2)

1.3) จ่ายแรงดันไฟ 5 โวลต์ ให้กับเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วเข้าโปรแกรมสำหรับโปรแกรมชื่อว่า "UNIPROG" โดยการพิมพ์ C:\> UNIPROG แล้วกดปุ่ม Enter

1.5) จากนั้นจะเข้าสู่โปรแกรม ที่ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้กดปุ่ม A (Autodetect) ที่เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้โปรแกรมได้ทำการตรวจสอบหาเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วกดปุ่ม Enter

1.6) กดปุ่ม H (Hexfile) จากนั้นให้พิมพ์ Ctrl7.Hex แล้วกด Enter (คอมพิวเตอร์จะเลือกโปรแกรมที่ต้องการเพื่อทำการดาวน์โหลดให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์)

1.7) กดปุ่ม E (Erase) เพื่อทำการลบโปรแกรมเดิมที่มีอยู่แล้ว ในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว กดปุ่ม Enter

1.8) กดปุ่ม P (Program) เพื่อทำการดาวน์โหลดให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์รอจนกว่าตัวเลขที่บอกตำแหน่งการดาวน์โหลดจะหยุด จากนั้นให้กดปุ่ม Enter

1.9) กดปุ่ม V เพื่อทำการตรวจสอบโปรแกรมที่ทำการดาวน์โหลดว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วกดปุ่ม Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.10) ถอดไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ทำการดาวน์โหลดเรียบร้อยแล้ว ออกจากเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วนำไปใส่ที่บอร์ดวงจรควบคุมการหมุน 180 องศา

1.11) ทำการจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ให้กับบอร์ดวงจรขับสเต็ปมอเตอร์ บอร์ดวงจรควบคุมการหมุน 180 องศา และวงจรเซนเซอร์

1.12) ทำการต่อวงจรเซนเซอร์ที่ตำแหน่ง 0 องศา โดยต่อโฟโต้ไดโอดที่ D1 และต่ออินฟราเรดไดโอดที่ตำแหน่ง D5 ของบอร์ดวงจรเซนเซอร์

1.13) ทำการต่อเซนเซอร์เข้าที่ตำแหน่ง 180 องศา โดยต่อโฟโต้ไดโอดเข้าที่ D2 และต่ออินฟราเรดไดโอดเข้าที่ตำแหน่ง D6

1.14) นำสายสัญญาณเอาต์พุต O1 และ O2 ต่อเข้ากับพอร์ต P3.1 และ P3.2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่บอร์ดวงจรควบคุมการหมุน 180 องศา

1.15) นำสายที่ต่อ P3.0 ของบอร์ดวงจรควบคุมการหมุนสเต็ปมอเตอร์ต่อกับพอร์ต P2.7 ที่บอร์ดวงจรรับสัญญาณผ่านวงจรรีซิสเตอร์พูลอัพ

1.16) จากนั้นทำการเปิดสวิตซ์ของตัวรถ แล้วสังเกตผล

1.17) กดสวิตซ์หมุน 180 องศา แล้วกดสวิตซ์หมุน องศา สังเกตผล

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองการหมุนแขน 180 องศา ให้ผลการทำงานได้ถูกต้อง คือ เมื่อเปิดสวิตซ์รถเริ่มทำงานแขนกลจะหมุนกลับไปอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา เสมอไม่ว่าก่อนหน้าจะอยู่ที่ตำแหน่งใดก็ตาม จากนั้นเมื่อกดสวิตซ์หมุน 180 องศา แขนกลก็จะหมุนไปอีกด้าน โดยสามารถควบคุม การหมุนได้ว่าจะให้อยู่ในตำแหน่ง 0 องศา หรือ 180 องศา

4.2.7 การทดลอง และผลการทดลองการยกวัตถุขึ้น – ลง

การยกวัตถุขึ้น -- ลงของรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมตนั้นจะมีวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน โดยจะใช้วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2 และวงจรเซนเซอร์ โดยวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2 จะได้รับสัญญาณควบคุมจากวงจรรับสัญญาณโดยจะได้รับสัญญาณจากพอร์ต P1.6 และพอร์ต P1.7 ซึ่งจะมีวงจรเซนเซอร์คอยตรวจจับว่าอยู่ที่ตำแหน่งที่สูงสุดหรือต่ำสุด

การทดลองการยกวัตถุขึ้น – ลงนั้นจะทำการทดลองในเรื่องของน้ำหนักที่สามารถจะยกได้ ซึ่งมีการทดลองดังนี้

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ทำการจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ เลี้ยงบอร์ดวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และต่อสายไฟ 24 โวลต์ สำหรับจ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) ต่อไฟ 5 โวลต์ ให้กับวงจรเซนเซอร์

1.3) ทำการต่อเซนเซอร์ด้านบนเข้าที่บอร์ดเซนเซอร์ โดยต่อโฟโต้ไดโอดเข้าที่ D3 และต่ออินฟราเรดไดโอดเข้าที่ D7

1.4) ทำการเชื่อมต่อเซนเซอร์ด้านล่างเข้าที่บอร์ดเซนเซอร์โดยต่อโฟโต้ไดโอดเข้าที่ D4 และต่ออินฟราเรดไดโอดเข้าที่ D8

1.5) ทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณเอาต์พุต O3 ไปที่วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2 ที่ตำแหน่ง G ทำการเชื่อมโยงสายสัญญาณเอาต์พุต O4 ไปที่วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2 ที่ตำแหน่ง R

1.6) ทำการต่อสายไฟของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเข้าที่ OUT1 และ OUT2

1.7) ทำการต่อสายไฟจากพอร์ต P1.6 และ P1.7 เข้ามาที่ตำแหน่ง V และ G

1.8) ทำการเชื่อมต่อวงจรต่างๆ

1.9) ทำการจับ – ปล่อยวัตถุน้ำหนักต่างๆ ดังนี้ คือ 100 กรัม, 200 กรัม, 300 กรัม, 400 กรัม, 500 กรัม, 600 กรัม, 700 กรัม, 800 กรัม, 900 กรัม, 1000 กรัม, 1250 กรัม และ1500 กรัม จากนั้นให้กดสวิตซ์ยกขึ้นจนกว่าแขนของรถจะยกขึ้นจนสุดแล้วกดลงจนต่ำสุด

2) ผลการทดลอง

จากการทดลองการยกวัตถุขึ้น – ลงตามขนาดน้ำหนักต่างๆ ของวัตถุนั้น สามารถที่จะยกน้ำหนักวัตถุได้มากกว่าที่กำหนดเอาไว้คือ 500 กรัม ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองขนาดของน้ำหนักที่สามารถยกขึ้น – ลงได้

น้ำหนักของวัตถุ (กรัม)	ผลการยกขึ้น-ลงของวัตถุ
100	ได้
200	ได้
300	ได้
400	ได้
500	ได้
600	ได้
700	ได้
800	ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ผลการทดลองขนาดของน้ำหนักที่สามารถยกขึ้น – ลงได้

น้ำหนักของวัตถุ (กรัม)	ผลการยกขึ้น-ลงของวัตถุ
900	ไม่ได้
1000	ไม่ได้
1250	ไม่ได้
1500	ไม่ได้

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าการยกขึ้น – ลงของรถสามารถยกน้ำหนักได้ประมาณ 800 กรัม และที่น้ำหนัก 900 กรัมขึ้นไปรถไม่สามารถที่จะยกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และการพัฒนา

5.1 บทสรุป

การศึกษา และการทดลองสร้างรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมตเป็นแนวคิดที่จะศึกษาระบบที่มีส่วนในการใช้งานด้านอุตสาหกรรม เพื่อพัฒนามาใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งการจัดสร้างโครงสร้างจะต้องศึกษาถึงความเป็นไปได้ของโครงงาน โดยศึกษาจากการสอบถามผู้มีความชำนาญในเรื่องที่เกี่ยวกับโครงงาน ตลอดจนการศึกษาการทำงานของระบบต่างๆ ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในโครงงาน

โดยการสร้างโครงงานนี้ ได้ใช้แนวความคิด เพื่อใช้ในงานออกแบบ และส่วนประกอบของการทำงาน จากการศึกษาการทำงานของรถที่ใช้งานจริง เป็นการดัดแปลง และพัฒนาวงจรเพื่อสามารถนำโครงงานที่ทำสำเร็จไปประยุกต์ใช้งานได้ต่อไป

สำหรับการศึกษาการเขียนโปรแกรมโดยจะศึกษาในเรื่องของไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51 โดยละเอียดเพื่อสามารถนำมาควบคุมการทำงานของวงจรด้านฮาร์ดแวร์ และส่วนสำคัญของการควบคุมมอเตอร์คือ การสร้างมอดูเลตความกว้างของพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นโดยใช้ไอซีเบอร์ LM3241 ซึ่งเป็นส่วนในการควบคุมการทำงานของการขับเคลื่อนของตัวรถ

การศึกษา และจัดสร้างโครงงานนี้สำเร็จ ทำให้สามารถเข้าใจหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เข้าใจการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้ทำงานตามต้องการ และตลอดจนเข้าใจหลักการทำงานของวงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่นแอมปลิไฟเออร์

การจัดสร้างโครงงานได้เครื่องต้นแบบที่สมบูรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ความสามารถของโครงงาน คือ สามารถจับวัตถุสิ่งของขนาดความกว้างไม่เกิน 8 เซนติเมตร และวัตถุที่มีน้ำหนักได้ไม่เกิน 500 กรัม และยังควบคุมการใช้ด้วยรีโมตแบบใช้สายสามารถควบคุมการเดินรถได้ด้วยรีโมตแบบใช้สาย สามารถใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของชุดแขนกล และใช้ในการ ควบคุมการหมุนแขนกล 180 องศา สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ให้หมุนช้าหรือเร็วได้ตามกำหนด สามารถควบคุมตำแหน่งการหยุดรถได้ และสามารถหมุนวัตถุได้ 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบทางด้านฮาร์ดแวร์

1) การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีรอบการทำงานที่ไม่เท่ากันจึงทำให้ตัวรถเคลื่อนย้ายวัตถุไม่สามารถเคลื่อนที่ไปในแนวทางตรงได้

2) การหยิบจับสิ่งของมีความฝืดมากในการหนีบจับวัตถุ ซึ่งจะทำให้สเต็ปมอเตอร์มีการใช้กำลังไฟสูงในการที่จะขับรางในการหยิบจับวัตถุ

3) สเต็ปมอเตอร์มีการใช้เฟืองชนิดพิเศษ ซึ่งจะต้องทำการถอดเฟืองเก่า ที่ติดมาของสเต็ปมอเตอร์แล้วทำการใส่เฟืองใหม่เข้าไป ซึ่งจะต้องไปทำการเจาะเฟืองเพื่อขันน็อต ให้ยึดติดกับแกนของสเต็ปมอเตอร์

4) การยกวัตถุขึ้น และยกวัตถุลง มีความฝืดมากเกินไปเกิดขึ้นที่แกนของการยกขึ้น และยกลง ทำให้สเต็ปมอเตอร์ต้องใช้กำลังไฟที่สูงมากจนเกินไป

5) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ให้ทำเป็นล้อรถ สังเกตเห็นว่ามอเตอร์มีแรงในการขับเคลื่อนไม่พอไม่สามารถพาให้รถวิ่งได้เมื่อได้ลงอุปกรณ์ครบแล้ว

6) น้ำหนักของรถเมื่อรวมแล้วมีน้ำหนักมาก ทำให้รถนั้นไม่สามารถวิ่งได้เร็วตามต้องการที่ได้

7) มอเตอร์แต่ละตัวต้องการกระแสมากทำให้แบตเตอรี่ที่ต้องใช้ไม่เพียงพอ

8) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้เลือกมา เมื่อนำมาใช้งานจริงกลับมีแรงในการขับเคลื่อนไม่เหมือนกันซึ่งทำให้รถไม่สามารถเคลื่อนที่ในทิศทางที่ต้องการได้

9) เมื่อได้วงจรแล้วก็จะต้องทำเป็นลายทองแดง สำหรับวางอุปกรณ์เพราะว่าไม่มีแบบในการกัดปริ๊นซ์

10) เมื่อจัดทำลายวงจรแล้ว และลงอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ปรากฏว่าไม่สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

11) วงจรเมื่อมีการทำงานไปได้ซักระยะมีอาการทำงานได้บ้างไม่ได้บ้าง

5.2.2 แนวทางการแก้ไขทางด้านฮาร์ดแวร์

1) นำวงจรของพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น มาต่อเพิ่มจึงสามารถปรับความเร็วรอบ ในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้ง 2 ตัว มีความเร็วรอบที่เท่ากัน

2) ใช้ไขควงคลายน็อต ที่ตัวแขนกลให้มีความหลวมมากขึ้นจึงมีผลทำให้แขนกลมีความฝืดน้อยลง และสเต็ปมอเตอร์มีการใช้กำลังไฟต่ำลง แต่ต้องมีความระวังอย่างมาก มิเช่นนั้นจะทำให้ตัวแขนกลมีความหลวมมากเกินความจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ในการถอดเฟืองเก่าที่ติดมาของสเต็ปมอเตอร์ใช้ปากกาจับงานจับที่แกนเก่าของสเต็ปมอเตอร์ และใช้ค้อนกับตะปูตอกไปที่แกนของสเต็ปมอเตอร์

4) ในการใส่เฟืองใหม่ของสเต็ปมอเตอร์ให้ทำการเจาะเฟือง เพื่อใส่ตัวน๊อตยึดจับแกนของสเต็ปมอเตอร์ และทำการขันน๊อตให้แน่น

5) ในส่วนของการยกขึ้น และยกลง นำแกนกลางในการยกขึ้น และยกลง ไปทำการตีปลอกเพื่อลดความฝืดลง และสเต็ปมอเตอร์ลดกำลังในการขับรางลง

6) วิธีการแก้ปัญหา โดยการเปลี่ยนมอเตอร์ซึ่งเลือก ให้เลือกที่มีแรงมากขึ้นกว่าตัวเก่าที่ได้ใช้มาก่อนหน้านี้

7) น้ำหนักของรถ เมื่อมากขึ้นจำเป็นต้องลดอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็น หรือหาเปลี่ยนได้ที่มีขนาดเบากว่า

8) เมื่อมอเตอร์กินกระแสมาก ต้องเพิ่มแอมป์ของแบตเตอรี่ ให้สูงขึ้นให้เพียงพอกับที่มอเตอร์ต้องการ

9) การออกแบบลายทองแดงของวงจรแต่ละวงจรได้ใช้โปรแกรม Protel 99se ในการออกแบบซึ่งผู้ออกแบบไม่เคยศึกษากันก่อนจึงต้องศึกษาโปรแกรมกันก่อน

10) เมื่อลงอุปกรณ์แล้วไม่สามารถทำงานได้ก็จะต้องไล่วงจรใหม่ หรือ ออกแบบใหม่

11) เมื่อทำงานได้แต่ยังมีอาการทำงานบ้าง ไม่ทำงานบ้าง ก็จะต้องตรวจสอบวงจรใหม่หรืออาจจะเป็นที่โปรแกรมที่เขียนขึ้นต้องมีการตรวจสอบ

5.2.3 ปัญหาที่พบทางด้านซอฟต์แวร์

1) เนื่องจากประสบการณ์ ด้านการเขียนโปรแกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ยังมีน้อย การเขียนโปรแกรมจึงมีความผิดพลาดบ่อยครั้ง

2) ในการเขียนโปรแกรมไม่สามารถใช้คำสั่ง JB ในการกระโดดไปยังจุดที่ต้องการ

3) เมื่อทำการสั่งให้โปรแกรมเริ่มการทำงานแล้วมอเตอร์ไม่ทำการหมุนตามที่ต้องการ

5.2.4 แนวทางการแก้ไขทางด้านซอฟต์แวร์

1) ต้องศึกษาเพิ่มเติมให้มากยิ่งขึ้น

2) ให้ใช้คำสั่งกระโดดไปที่อื่นก่อนแล้วจึงใช้คำสั่ง LJMP ไปยังจุดที่ต้องการ

3) ทำการเพิ่มค่าการหน่วงเวลาในวงจรให้มีค่าเพิ่มมากขึ้น และทำการตรวจสอบวงจร

5.3 แนวทางพัฒนา

1) ทำการเพิ่มตัว MCS-51 ขนาด 20 ขา ในส่วนของการควบคุมตัวรถเคลื่อนย้ายวัตถุ เพื่อที่จะทำให้ตัวรถสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอัตโนมัติ หรือเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทำการเพิ่มตัว MCS-51 ขนาด 20 ขา ในส่วนของการรับส่งข้อมูลเพื่อที่จะทำการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ให้สั่งการควบคุมการทำงานต่างๆ ของรถเคลื่อนย้ายวัตถุได้

3) ทำการเปลี่ยนรูปแบบหรือโครงสร้างของแขนกลเพื่อใช้ในจับวัตถุในรูปทรงอื่นๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น

4) ทำการเปลี่ยนระบบของการยกขึ้น และยกลง ให้เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบไฮดอริกเพื่อที่เพิ่มระดับความสูงในการยกวัตถุให้มีความสูงมากขึ้น

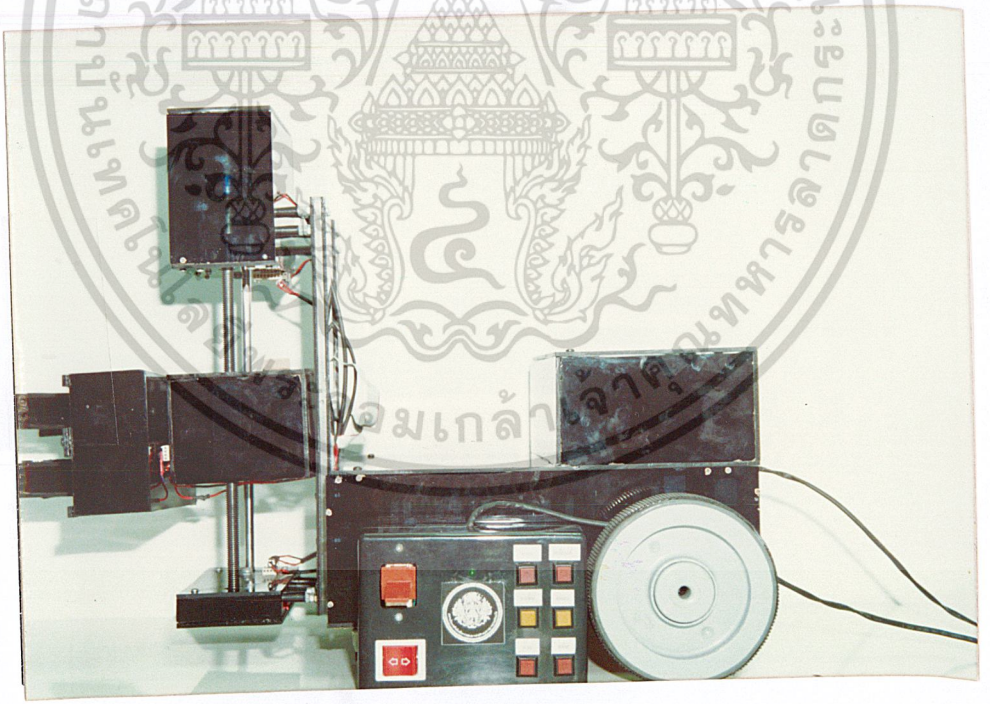
5) ทำการเปลี่ยนระบบการขับเคลื่อนของรถเคลื่อนย้ายวัตถุ จากที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มาเป็นระบบที่ใช้สเต็ปมอเตอร์เพื่อที่จะง่ายต่อการควบคุมในการกำหนดจุดในการเคลื่อนย้ายวัตถุ และสะดวกในการขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

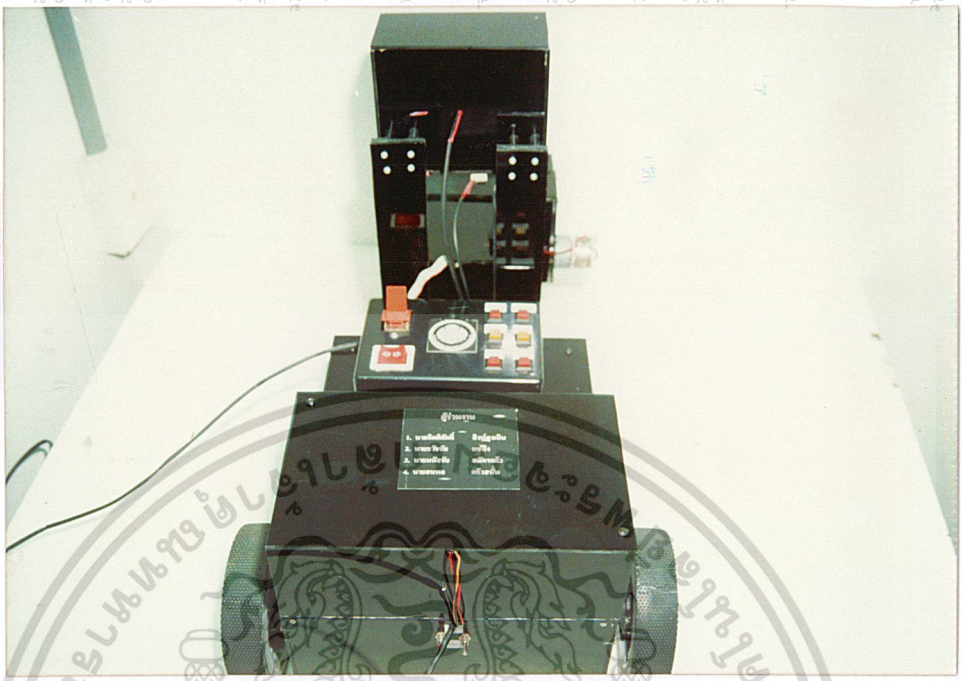
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 เครื่องต้นแบบด้านหน้า

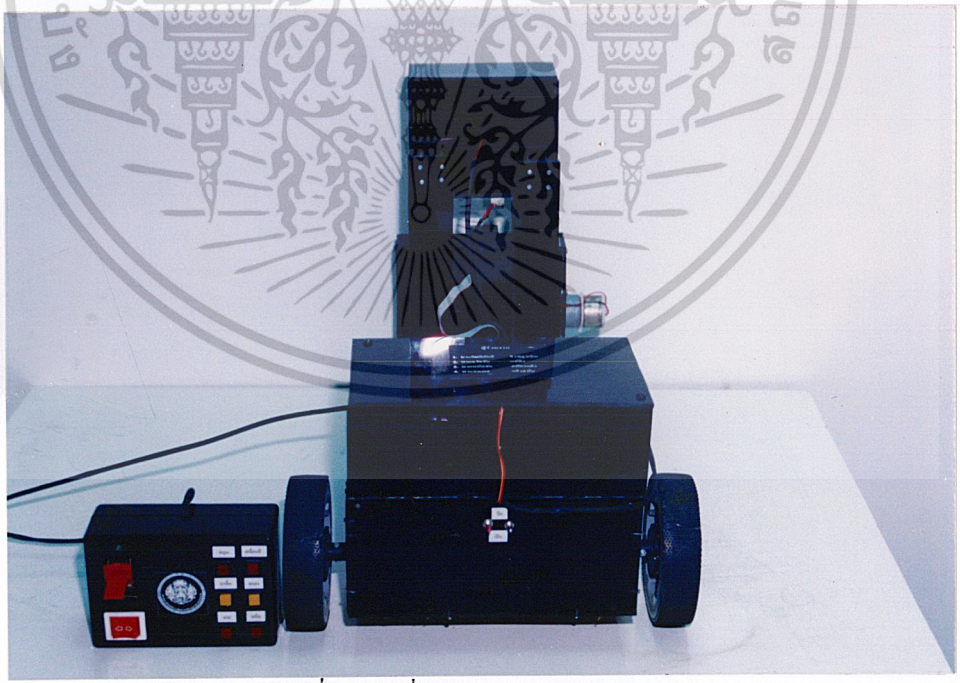


รูปที่ ก.2 เครื่องต้นแบบด้านข้าง

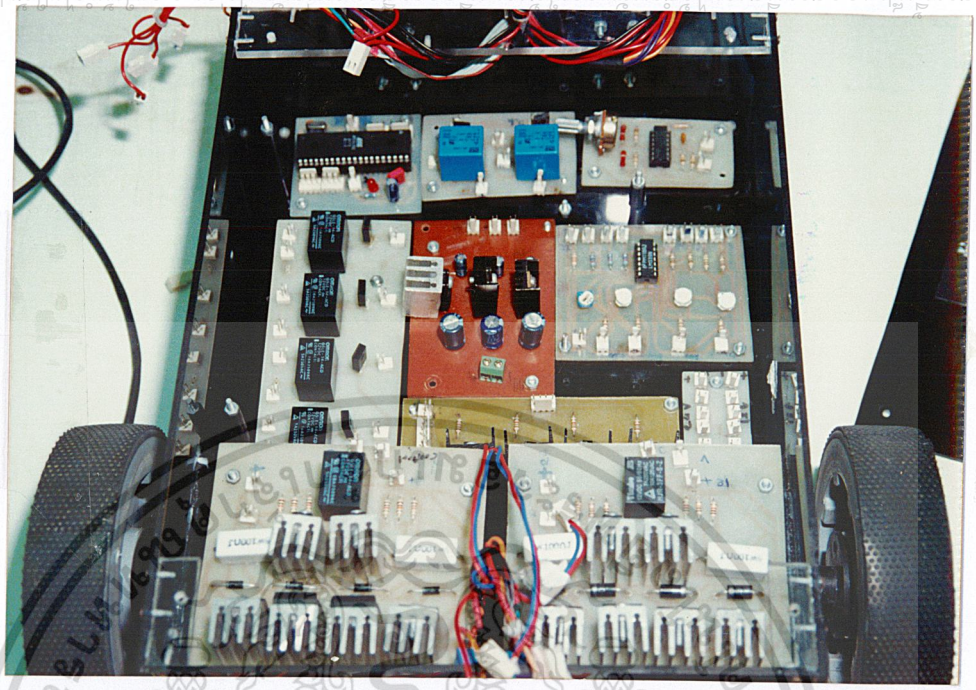
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



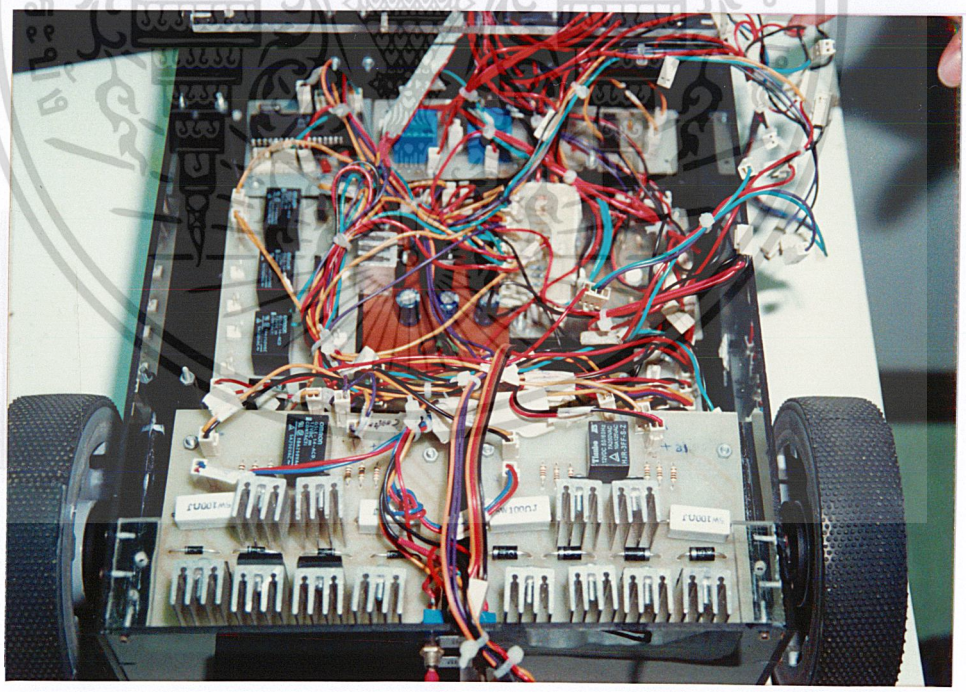
รูปที่ ก.3 เครื่องต้นแบบด้านบน



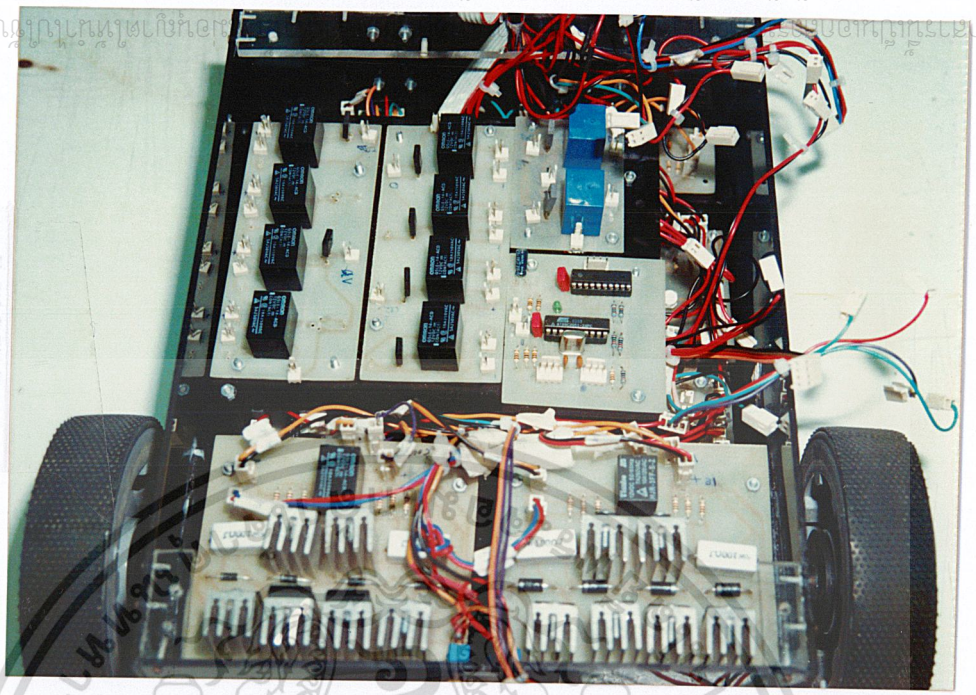
รูปที่ ก.4 เครื่องต้นแบบด้านหลัง



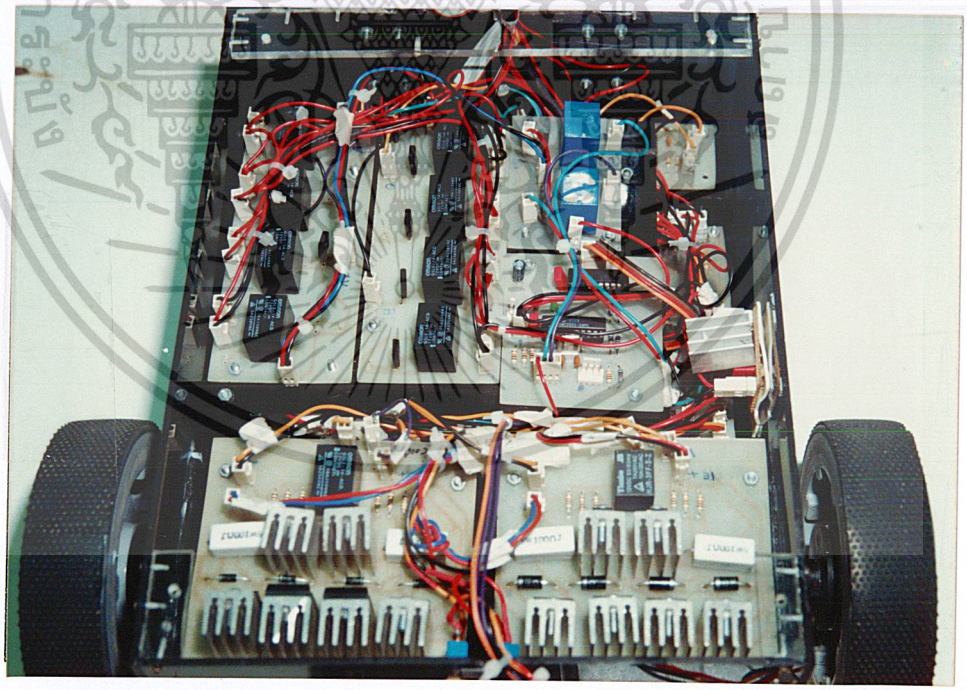
รูปที่ ก.5 การวางแผงวงจรชั้นล่าง



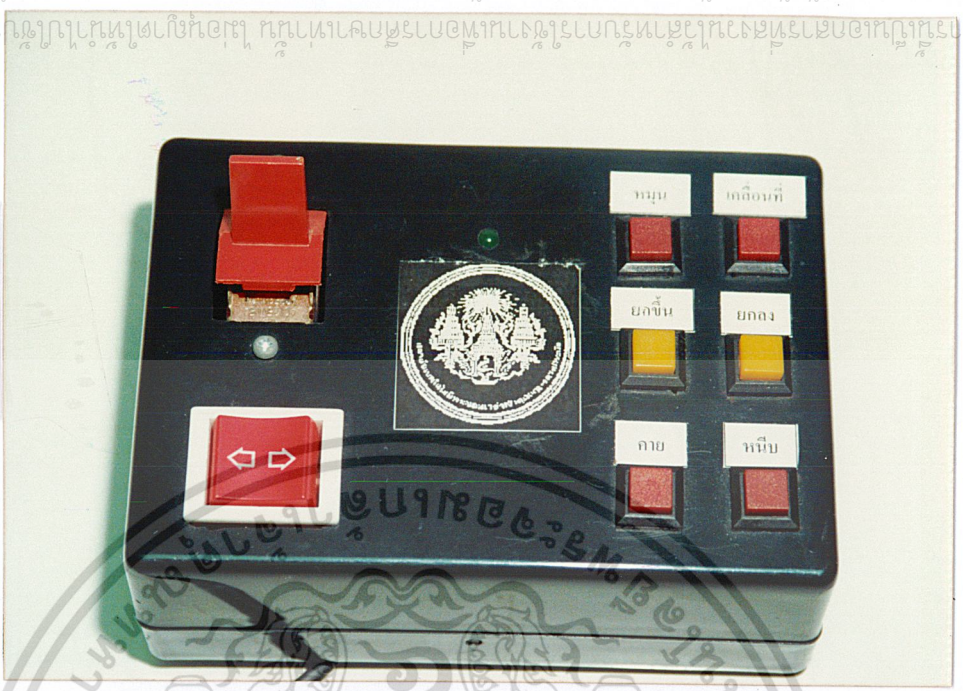
รูปที่ ก.6 การต่อวงจรระหว่างแผงวงจรชั้นล่าง



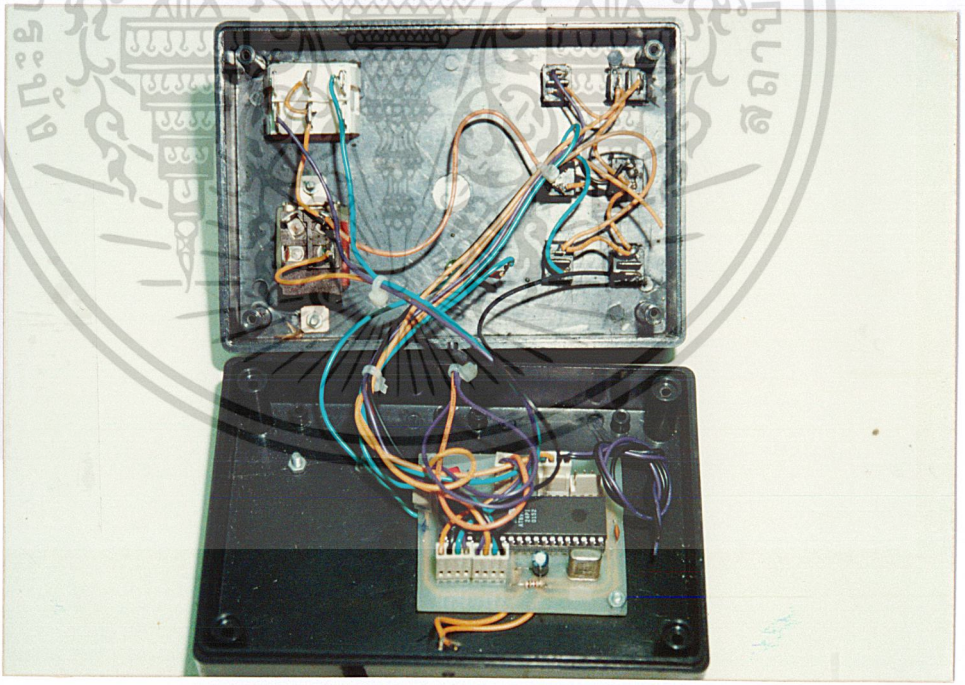
รูปที่ ก.7 การวางแผงวงจรชั้นบน



รูปที่ ก.8 การต่อแผงวงจรต่างๆ ที่เสร็จสมบูรณ์ทั้งแผงวงจรด้านล่าง และด้านบน



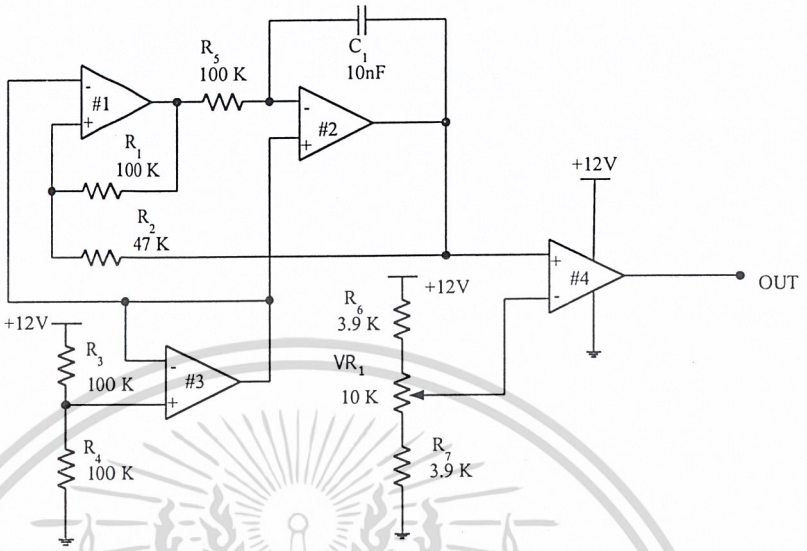
รูปที่ ก.9 ด้านหน้าของรีโมตคอนโทรล



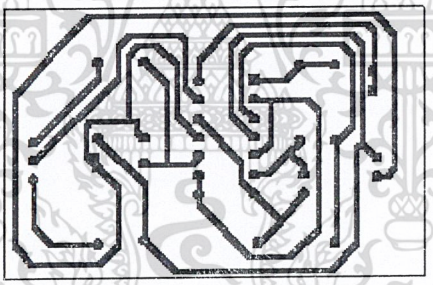
รูปที่ ก.10 วงจรภายในของรีโมตคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

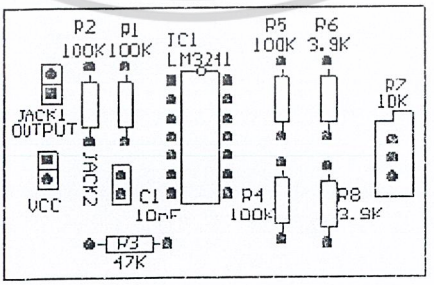
วงจรควบคุมรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต



รูปที่ ข.1 วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

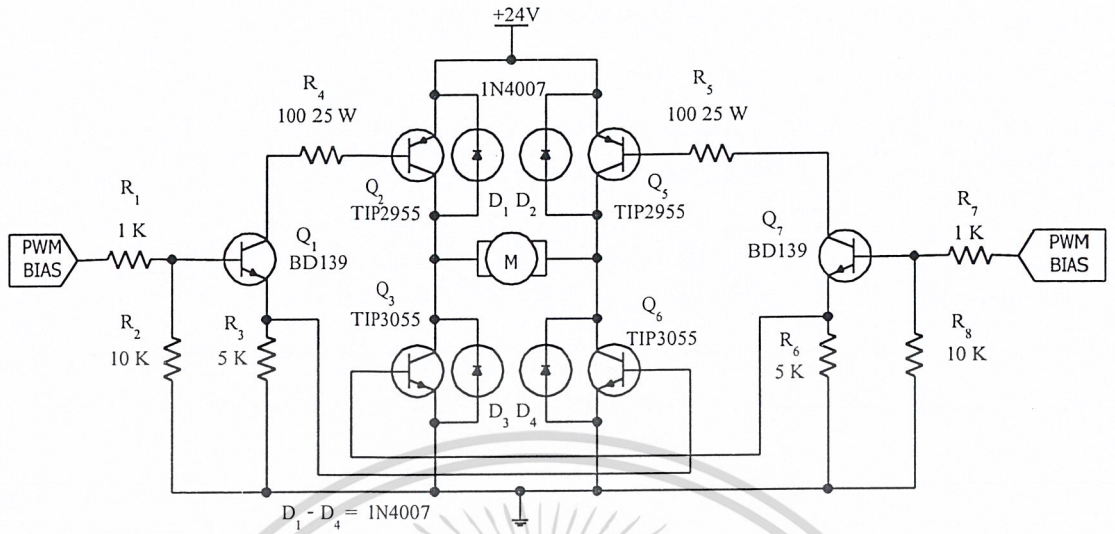


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

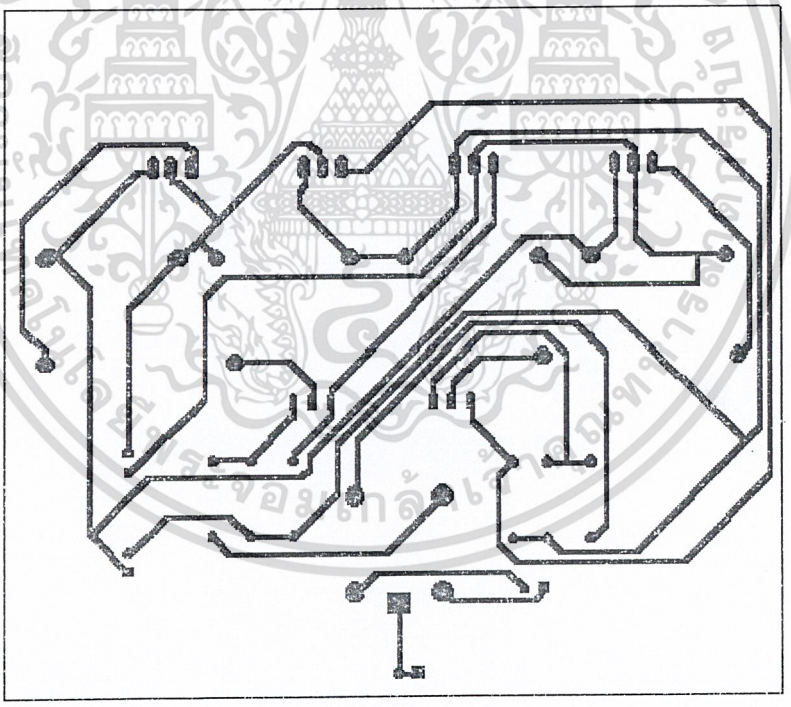


รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์วงจรพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

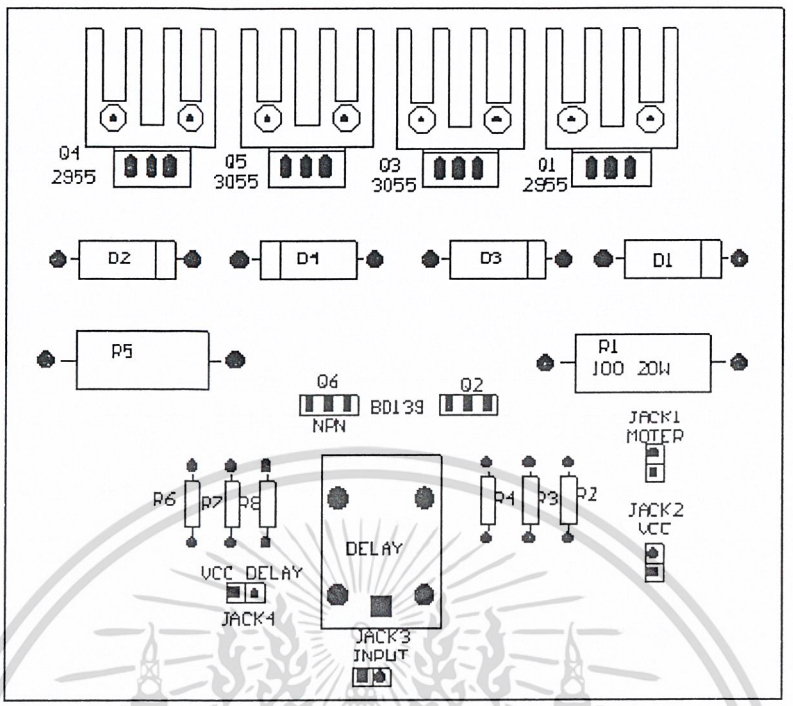


รูปที่ ข.4 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



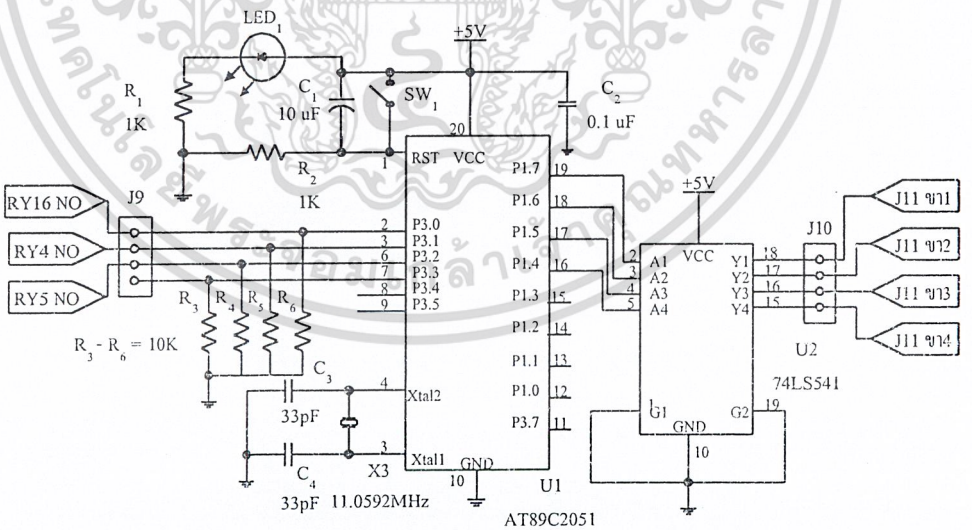
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



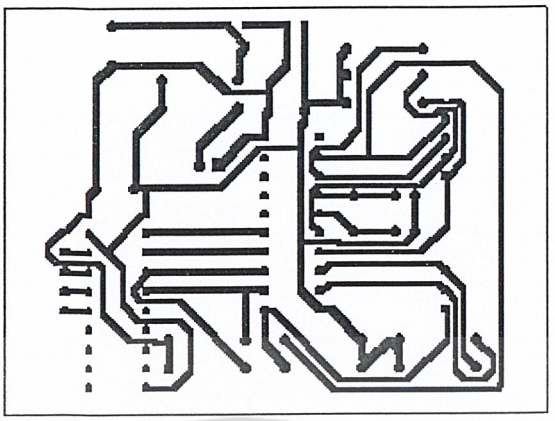
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรควบคุมแขนกล

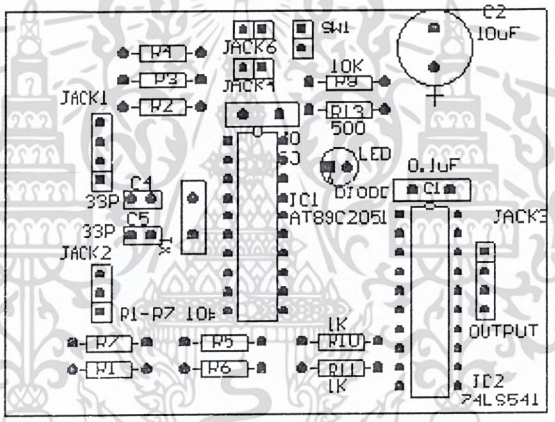


รูปที่ ข.7 วงจรควบคุมการหมุน 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

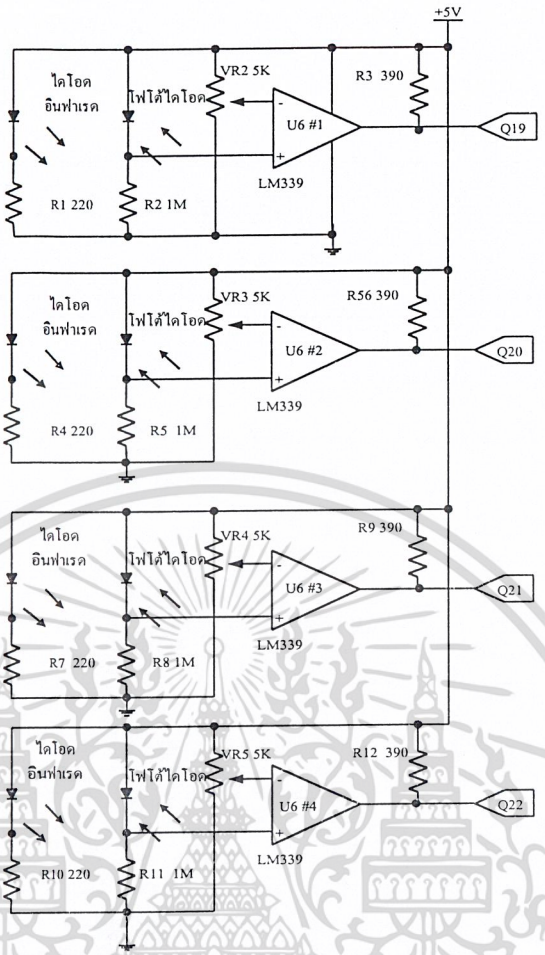


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการหมุน 180 องศา

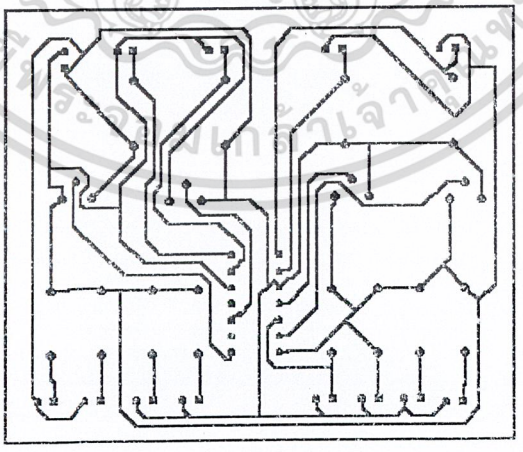


รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมการหมุน 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

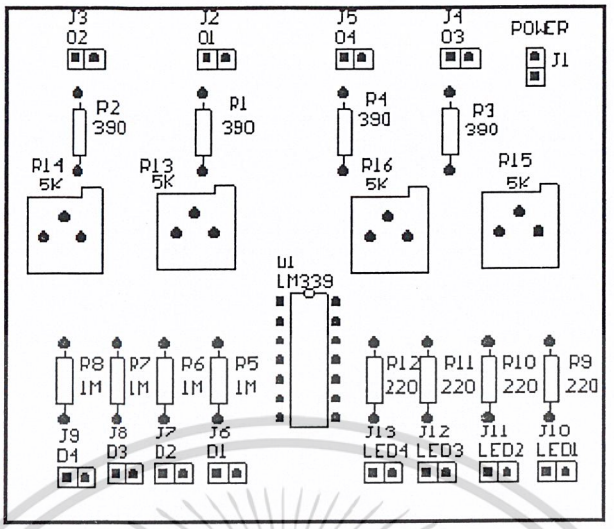


รูปที่ ข.10 วงจรเซนเซอร์

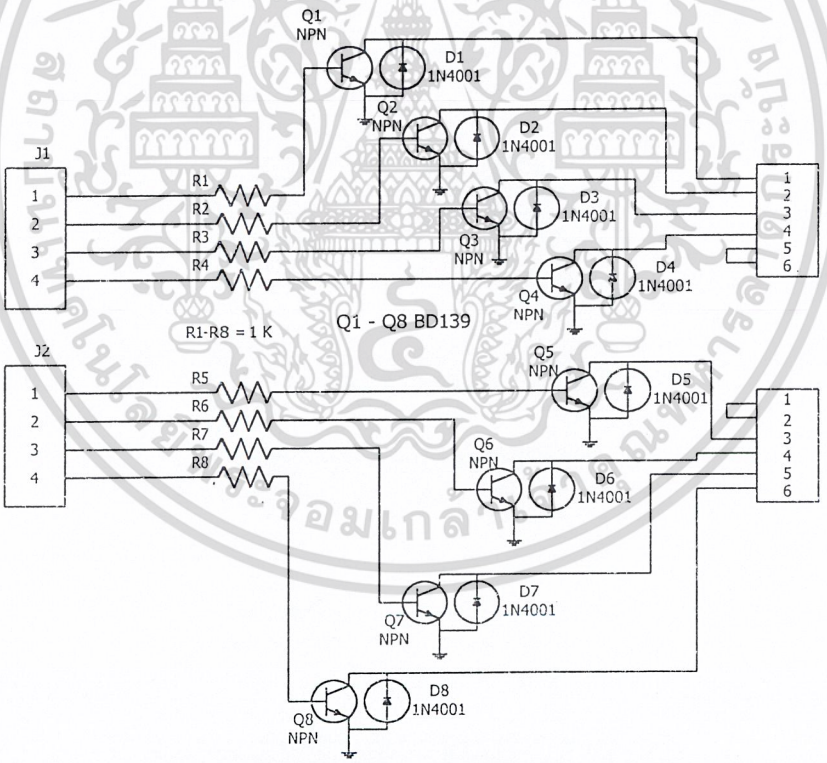


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

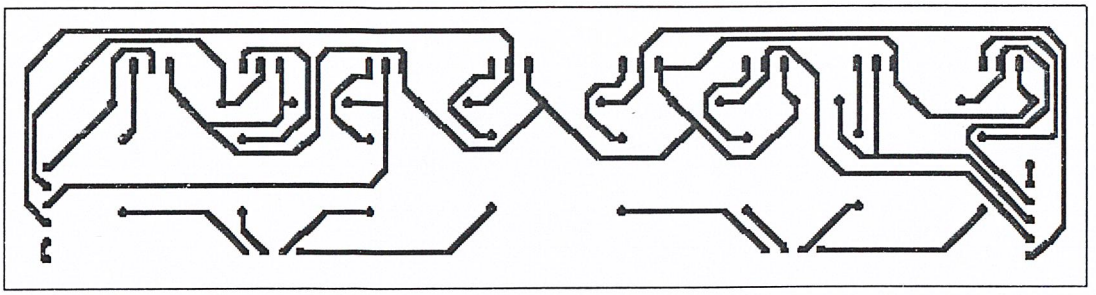


รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์วงจรเซนเซอร์

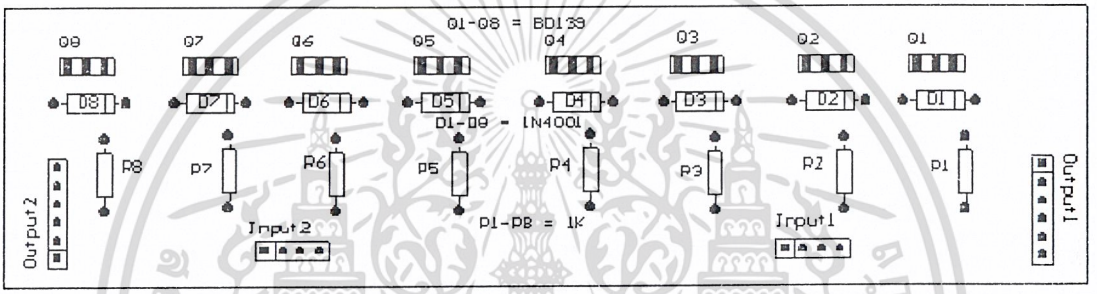


รูปที่ ข.13 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



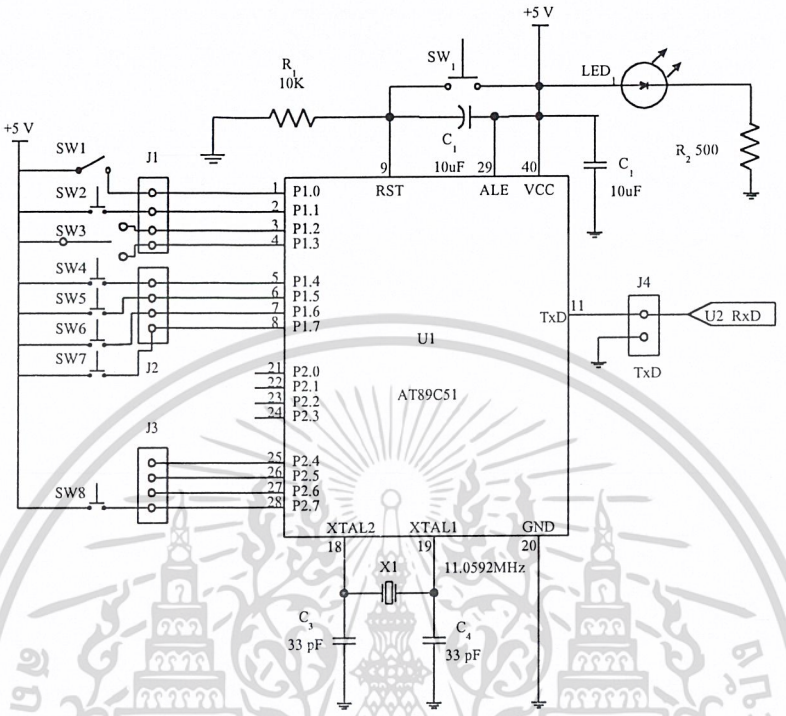
รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับสเต็ปมอเตอร์



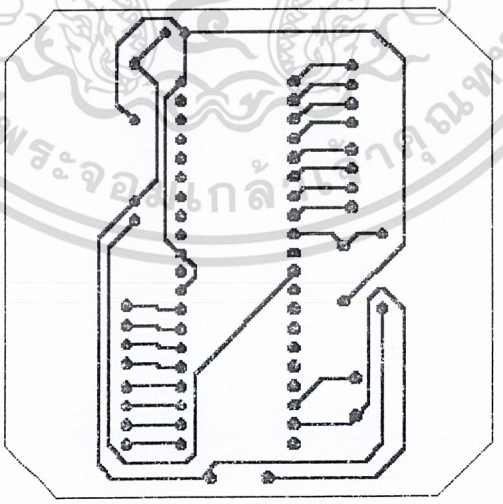
รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์วงจรขับสเต็ปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรส่งสัญญาณและรับสัญญาณจากรีโมต

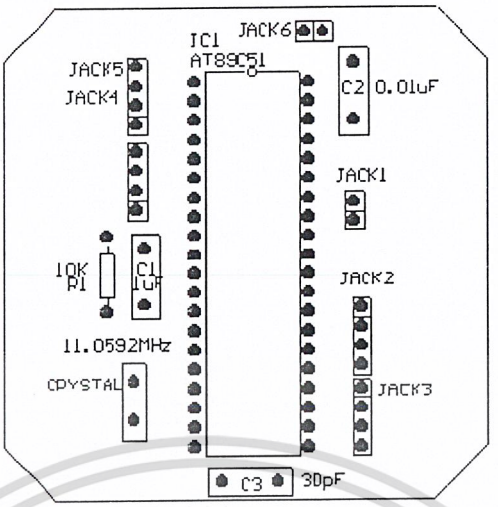


รูปที่ ข.16 วงจรส่งสัญญาณ

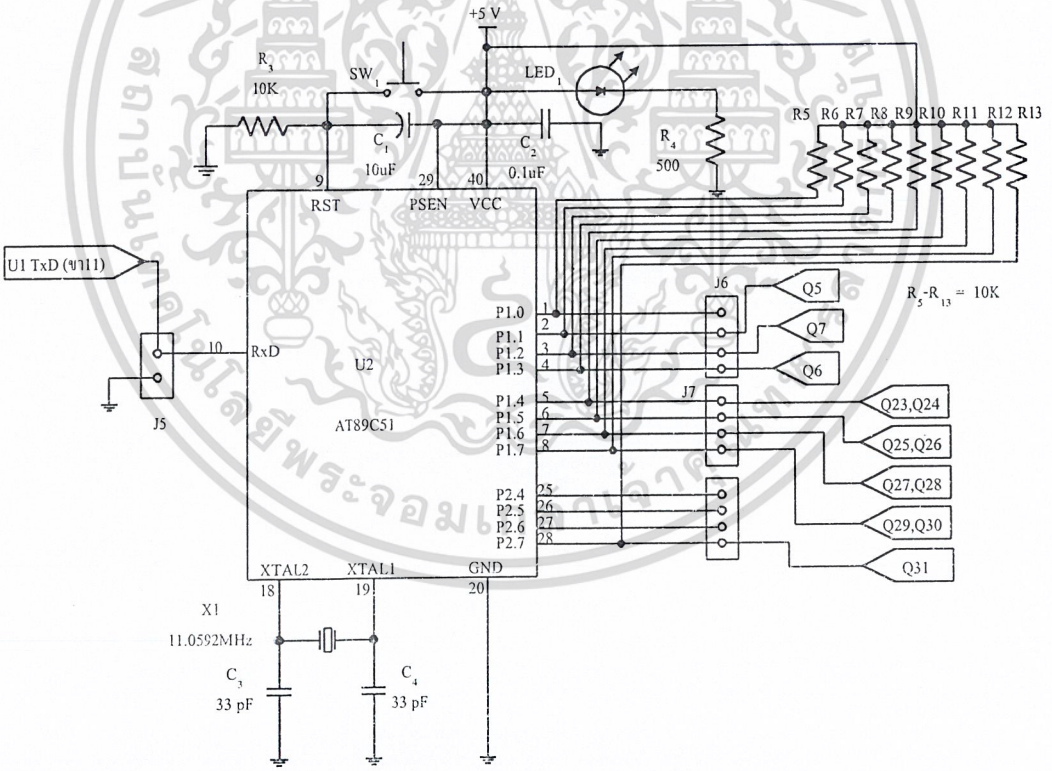


รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

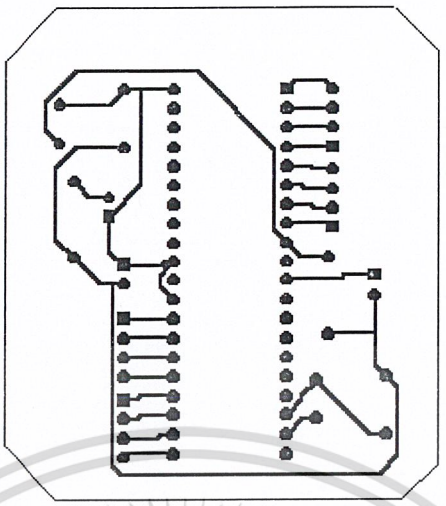


รูปที่ ข.18 การวางอุปกรณ์วงจรส่งสัญญาณ

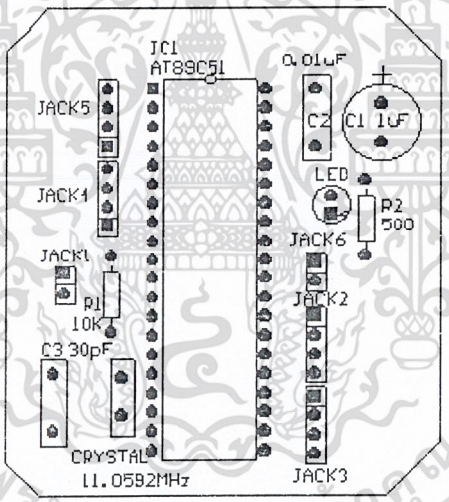


รูปที่ ข.19 วงจรรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



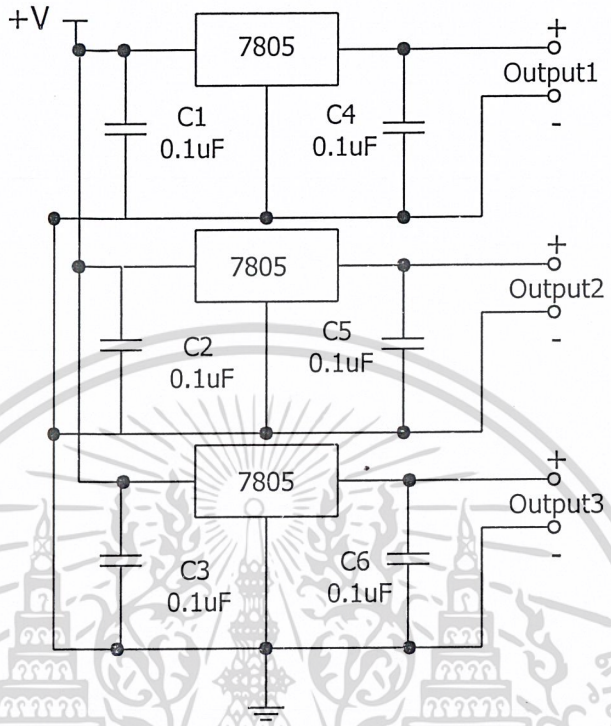
รูปที่ ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรรับสัญญาณ



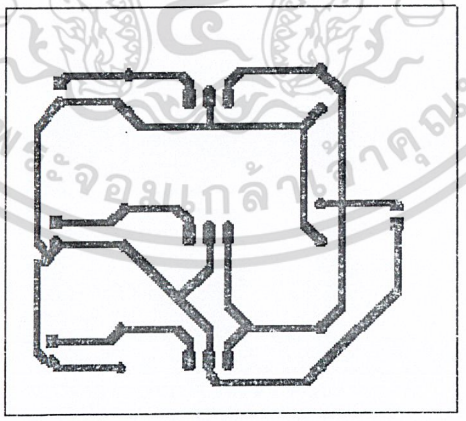
รูปที่ ข.21 การวางอุปกรณ์วงจรรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

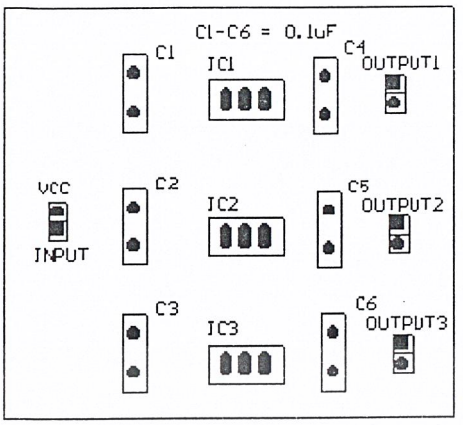


รูปที่ ข.22 วงจรแหล่งจ่ายไฟ



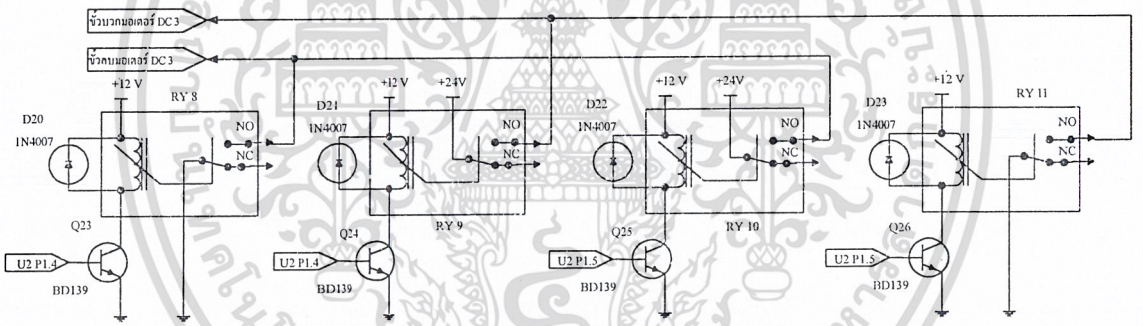
รูปที่ ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



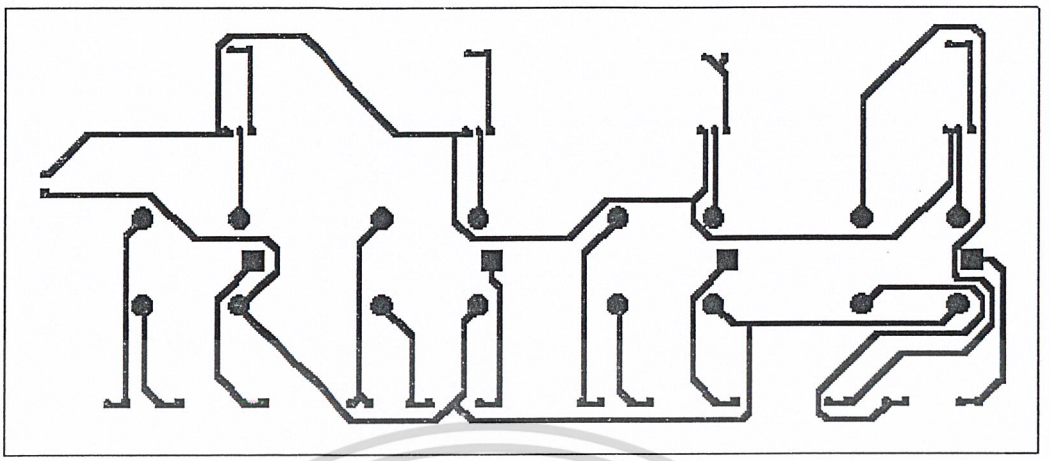
รูปที่ ข.24 การวางอุปกรณ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

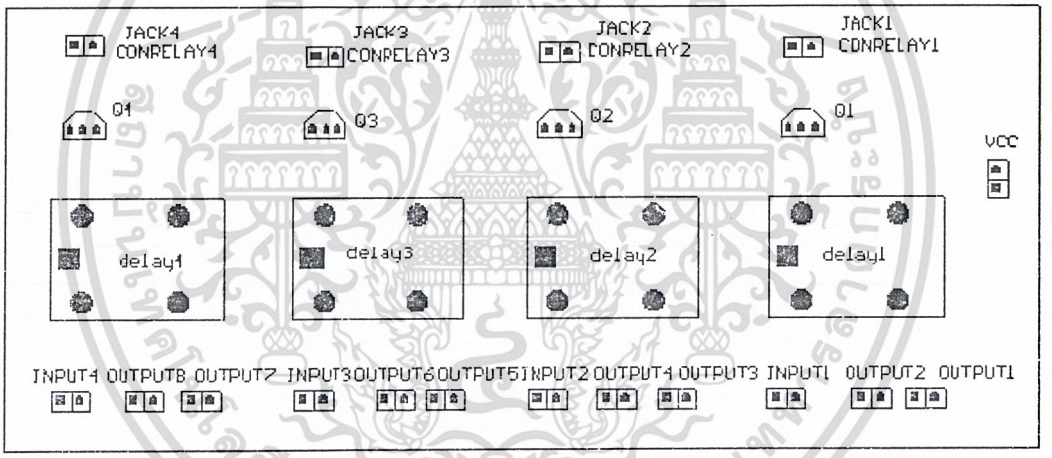


รูปที่ ข.25 วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

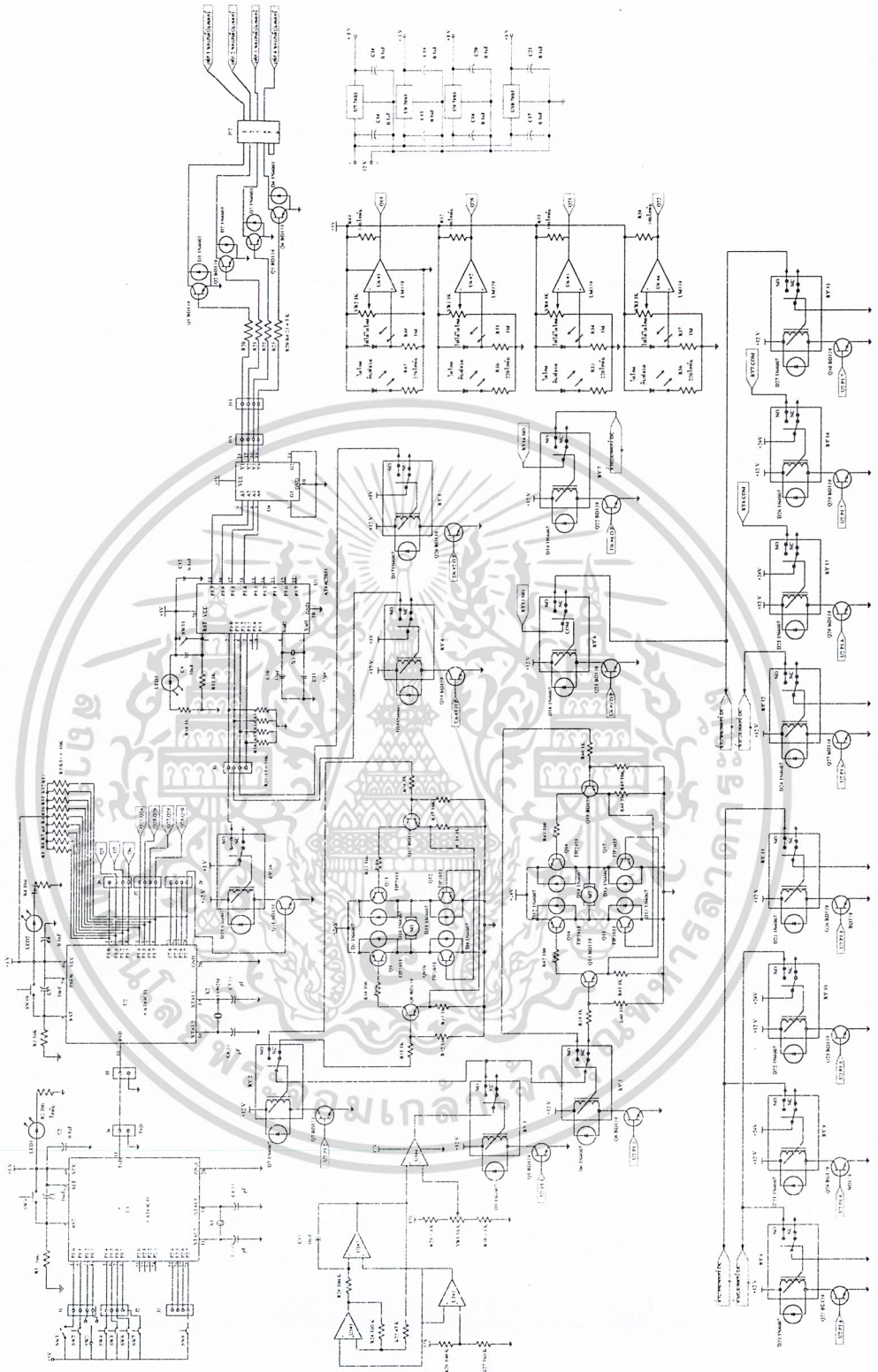


รูปที่ ข.26 ลายวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ ข.27 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.28 รูปวงจรรวม

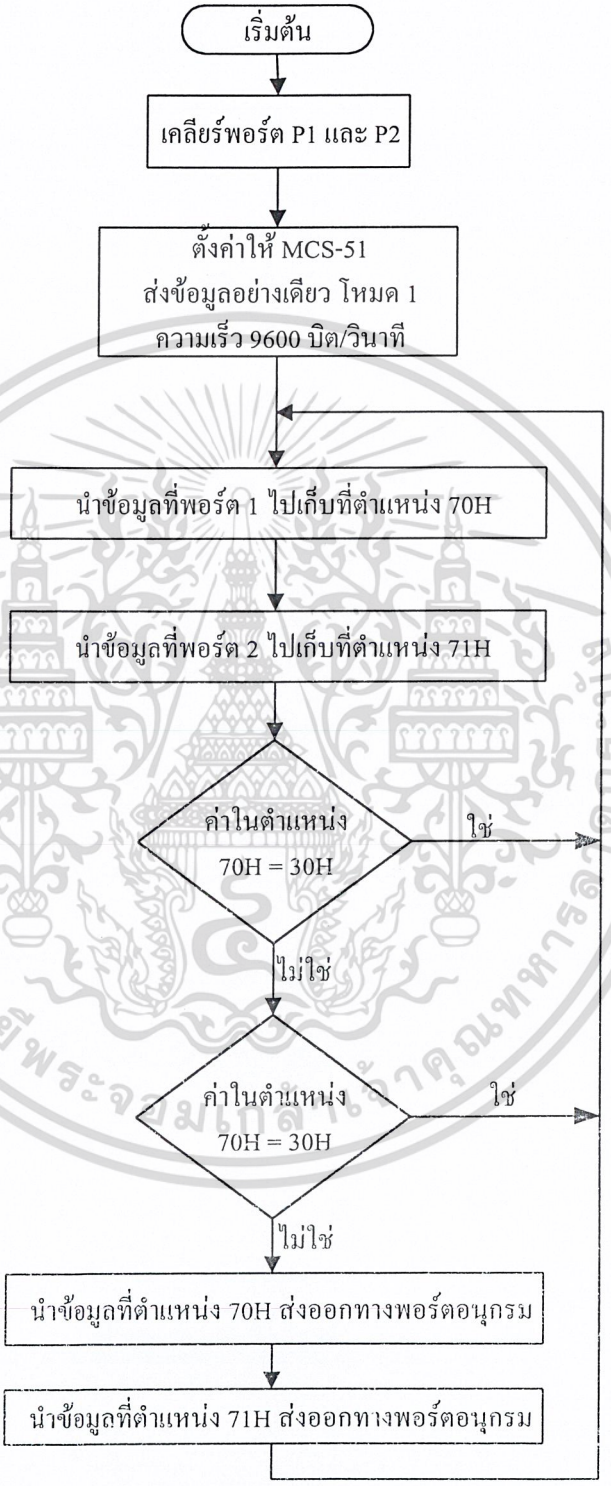
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผังการทำงานและโปรแกรมควบคุม

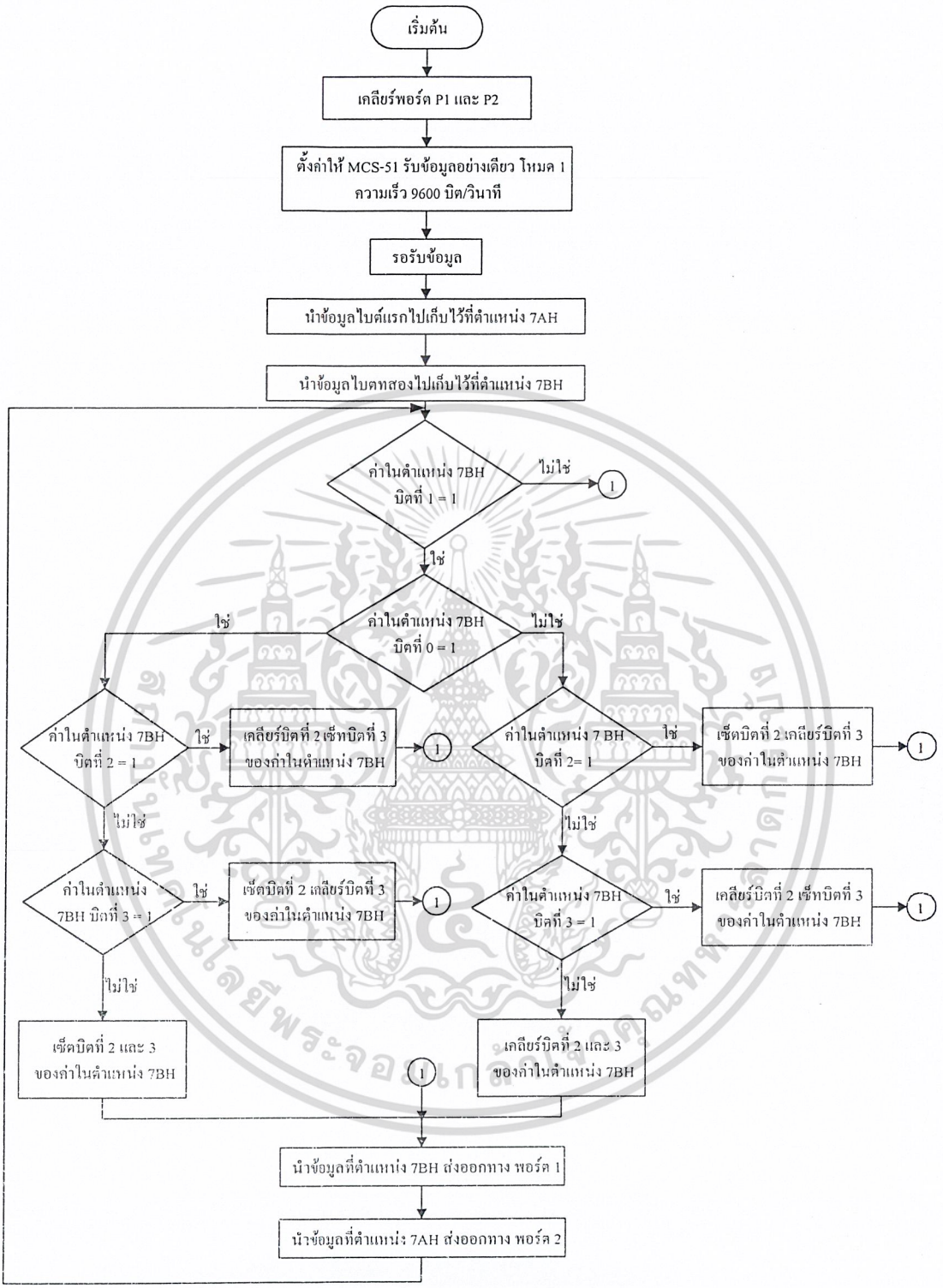
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังงานของโปรแกรม



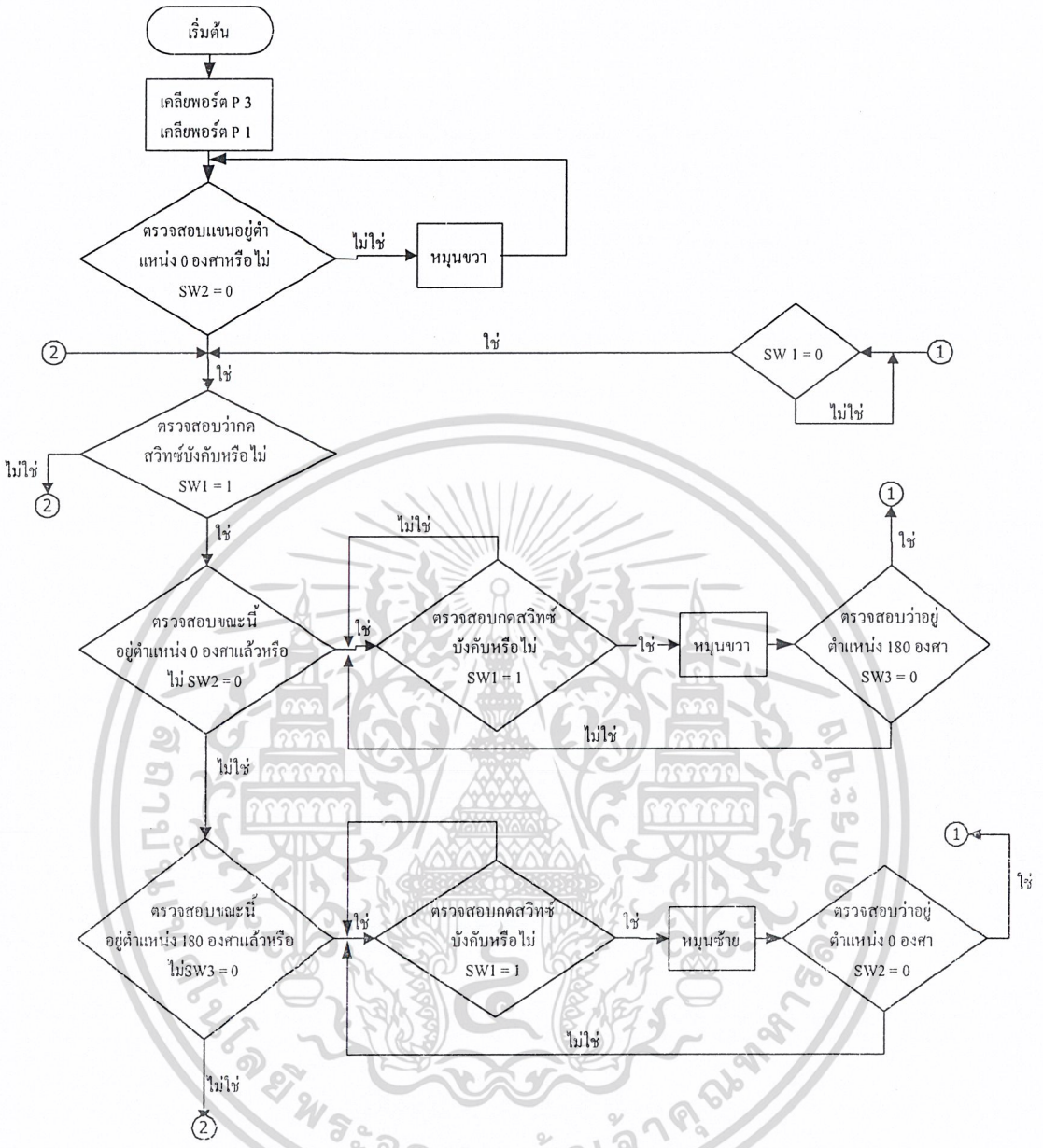
รูปที่ ค.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 ผังการทำงานของโปรแกรมรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.3 ผังการทำงานของการควบคุมการหมุน 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

```
                ORG     0000H
                MOV     P0,#00H
                MOV     P1,#00H
                MOV     P2,#00H
                MOV     70,#00H
                MOV     71,#00H
                MOV     PCON,#00H
                MOV     SCON,#40H
                MOV     TMOD,#20H
                MOV     TH1,#0FDH
                SETB    TR1

MAIN:           MOV     R1,#70H
                MOV     70H,P1
                MOV     71H,P2
                MOV     A,70H
                ANL     A,#30H
                CJNE    A,#30H,CHECK
                JMP     MAIN

CHECK:          MOV     A,70H
                ANL     A,#0C0H
                CJNE    A,#0C0H,SEND
                JMP     MAIN

SEND:           MOV     SBUF,@R1
                JNB     TI,$
                CLR     TI
                INC     R1
                CJNE    R1,#72H,SEND
                JMP     MAIN
                END
```

รูปที่ ค.4 โปรแกรมส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ORG     0000H
                MOV     P1,#00H
                MOV     P2,#00H
                MOV     7AH,#00H
                MOV     7BH,#00H
                MOV     PCON,#00H
                MOV     SCON,#50H
                MOV     TMOD,#20H
                MOV     TH1,#0FDH
                SETB    TR1

MAIN:           MOV     R1,#7AH
REC:            MOV     @R1,SBUF
                JNB     RI,$
                CLR     RI
                INC     R1
                CJNE    R1,#7CH,REC
                MOV     ACC,7BH
                JB      ACC.1,MOTION
COME:           MOV     P2,7AH
                MOV     P1,7BH
                JMP     MAIN
MOTION:         JNB     ACC.0,BACKWARD
                JB      ACC.2,FLEFT
                JB      ACC.3,FRIGHT
                MOV     ACC,7BH
                SETB    ACC.2
                SETB    ACC.3
                MOV     7BH,ACC
                JMP     COME
BACKWARD:       JB      ACC.2,FRIGHT
                JB      ACC.3,FLEFT
                MOV     ACC,7BH
                CLR     ACC.2
                CLR     ACC.3
                MOV     7BH,ACC
                JMP     COME
FLEFT:          MOV     ACC,7BH
                SETB    ACC.3
                CLR     ACC.2
                MOV     7BH,ACC
                JMP     COME
FRIGHT:         MOV     ACC,7BH
                CLR     ACC.3
                SETB    ACC.2
                MOV     7BH,ACC
                JMP     COME

                END
```

รูปที่ ค.5 โปรแกรมรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ORG     0000H
                SW1     BIT P3.0    ;SWITCH   CONTROL
                SW2     BIT P3.1    ;SENSOR   0 DEEGREE
                SW3     BIT P3.2    ;SENSOR   180 DEEGREE
                MOV     P1,#00H     ;CLEAR    PORT1
                MOV     P3,#00H     ;CLEAR    PORT3
                CALL    TURN0       ;TURN     ARM TO 0 DEEGREE

MAIN:           JB      SW1,CH_SW   ;CHECK    PRESS SWITCH CONTROL
                JMP     MAIN

CH_SW:          JNB     SW2,LEFT    ;CHECK    ARM AT 0 DEEGREE
                JNB     SW3,RIGHT   ;CHECK    ARM AT 180 DEEGREE
                JMP     MAIN

LEFT:           JNB     SW1,LEFT    ;TURN     LEFT 180 DEEGREE
                JNB     SW3,SW_CH
                MOV     P1,#08H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#0CH
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#04H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#06H

                CALL    DELAY
                MOV     P1,#02H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#03H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#01H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#09H
                CALL    DELAY
                JMP     LEFT

SW_CH:          JNB     SW1,MAIN
                JMP     SW_CH

RIGHT:          JNB     SW1,RIGHT   ;TURN     RIGHT 180 DEEGREE
                JNB     SW2,SW_CH
                MOV     P1,#01H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#03H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#02H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#06H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#04H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#0CH
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#08H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#09H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    DELAY
                JMP     RIGHT

M_MAIN:         RET

DELAY:          MOV     R7,#01

LOOP2:          MOV     R6,#0E6H

LOOP1:          NOP
                NOP
                DJNZ    R6,LOOP1
                DJNZ    R7,LOOP2
                RET

TURN0:          JNB     SW2,M_MAIN
                MOV     P1,#01H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#03H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#02H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#06H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#04H

                CALL    DELAY
                MOV     P1,#0CH
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#08H
                CALL    DELAY
                MOV     P1,#09H
                CALL    DELAY
                JMP     TURN0
                END
```

รูปที่ ค.6 โปรแกรมการหมุนแขนกล 180 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 2K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2.7V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Two-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 15 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial UART Channel
- Direct LED Drive Outputs
- On-chip Analog Comparator
- Low-power Idle and Power-down Modes

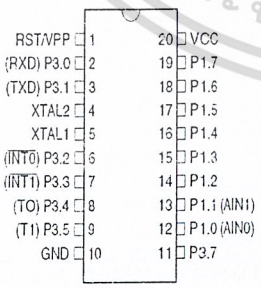
Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 2K 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. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89C2051 provides the following standard features: 2K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C2051 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Configuration

PDIP/SOIC



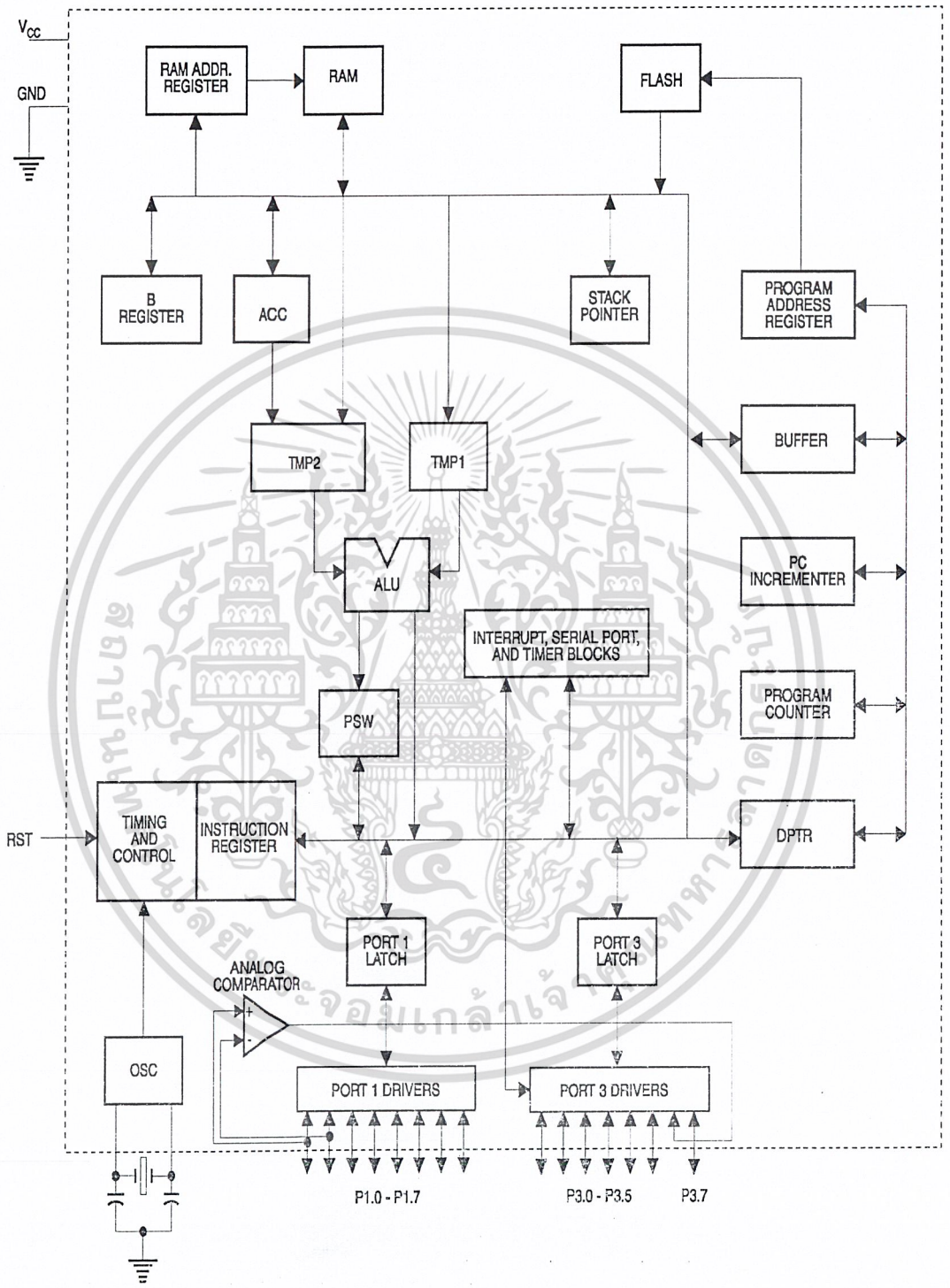
8-bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

AT89C2051

Rev. 0368E–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-irectional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 provide internal pullups. P1.0 and P1.1 require external pullups. P1.0 and P1.1 also serve as the positive input (AIN0) and the negative input (AIN1), respectively, of the on-chip precision analog comparator. The Port 1 output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When 1s are written to Port 1 pins, they can be used as inputs. When pins P1.2 to P1.7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives code data during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bi-irectional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the output of the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C2051 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. All I/O pins are reset to 1s as soon as RST goes high. Holding the RST pin high for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

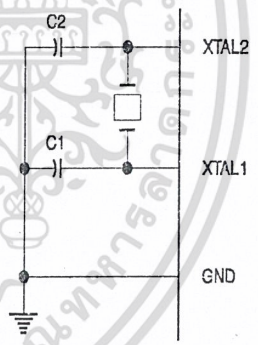
XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

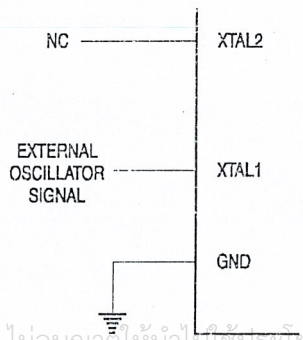
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in the table below.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Table 1. AT89C2051 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H									0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XXX00000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0XX00000								0AFH
0A0H									0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
80H		SP 00000111	DPL 00000000	DPH 00000000				PCON 0XXX0000	87H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Restrictions on Certain Instructions

The AT89C2051 and is an economical and cost-effective member of Atmel's growing family of microcontrollers. It contains 2K bytes of flash program memory. It is fully compatible with the MCS-51 architecture, and can be programmed using the MCS-51 instruction set. However, there are a few considerations one must keep in mind when utilizing certain instructions to program this device.

All the instructions related to jumping or branching should be restricted such that the destination address falls within the physical program memory space of the device, which is 2K for the AT89C2051. This should be the responsibility of the software programmer. For example, LJMP 7E0H would be a valid instruction for the AT89C2051 (with 2K of memory), whereas LJMP 900H would not.

1. Branching instructions:

LCALL, LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

These unconditional branching instructions will execute correctly as long as the programmer keeps in mind that the destination branching address must fall within the physical boundaries of the program memory size (locations 00H to 7FFH for the 89C2051). Violating the physical space limits may cause unknown program behavior.

CJNE [...], DJNZ [...], JB, JNB, JC, JNC, JBC, JZ, JNZ With these conditional branching instructions the same rule above applies. Again, violating the memory boundaries may cause erratic execution.

For applications involving interrupts the normal interrupt service routine address locations of the 80C51 family architecture have been preserved.

2. MOVX-related instructions, Data Memory:

The AT89C2051 contains 128 bytes of internal data memory. Thus, in the AT89C2051 the stack depth is limited to 128 bytes, the amount of available RAM. External DATA memory access is not supported in this device, nor is external PROGRAM memory execution. Therefore, no MOVX [...] instructions should be included in the program.

A typical 80C51 assembler will still assemble instructions, even if they are written in violation of the restrictions mentioned above. It is the responsibility of the controller user to know the physical features and limitations of the device being used and adjust the instructions used correspondingly.

Program Memory Lock Bits

On the chip are two lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

Lock Bit Protection Modes[1]

Program Lock Bits			
	LB1	LB2	Protection Type
1	U	U	No program lock features.
2	P	U	Further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	Same as mode 2, also verify is disabled.

Note: 1. The Lock Bits can only be erased with the Chip Erase operation.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pullups are used, or set to "1" if external pullups are used.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Power-down Mode

In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pullups are used, or set to "1" if external pullups are used.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programming The Flash

The AT89C2051 is shipped with the 2K bytes of on-chip PEROM code memory array in the erased state (i.e., contents = FFH) and ready to be programmed. The code memory array is programmed one byte at a time. *Once the array is programmed, to re-program any non-blank byte, the entire memory array needs to be erased electrically.*

Internal Address Counter: The AT89C2051 contains an internal PEROM address counter which is always reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by applying a positive going pulse to pin XTAL1.

Programming Algorithm: To program the AT89C2051, the following sequence is recommended.

1. Power-up sequence:
   Apply power between V_{CC} and GND pins
   Set RST and XTAL1 to GND
2. Set pin RST to "H"
   Set pin P3.2 to "H"
3. Apply the appropriate combination of "H" or "L" logic levels to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.

To Program and Verify the Array:

4. Apply data for Code byte at location 000H to P1.0 to P1.7.
5. Raise RST to 12V to enable programming.
6. Pulse P3.2 once to program a byte in the PEROM array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.2 ms.
7. To verify the programmed data, lower RST from 12V to logic "H" level and set pins P3.3 to P3.7 to the appropiate levels. Output data can be read at the port P1 pins.
8. To program a byte at the next address location, pulse XTAL1 pin once to advance the internal address counter. Apply new data to the port P1 pins.
9. Repeat steps 5 through 8, changing data and advancing the address counter for the entire 2K bytes array or until the end of the object file is reached.
10. Power-off sequence:
    set XTAL1 to "L"
    set RST to "L"
    Turn V_{CC} power off

$\overline{\text{Data}}$ Polling: The AT89C2051 features $\overline{\text{Data}}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P1.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{\text{Data}}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{\text{Busy}}$: The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/$\overline{\text{BSY}}$ output signal. Pin P3.1 is pulled low after P3.2 goes High during programming to indicate BUSY. P3.1 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed code data can be read back via the data lines for verification:

1. Reset the internal address counter to 000H by bringing RST from "L" to "H".
2. Apply the appropriate control signals for Read Code data and read the output data at the port P1 pins.
3. Pulse pin XTAL1 once to advance the internal address counter.
4. Read the next code data byte at the port P1 pins.
5. Repeat steps 3 and 4 until the entire array is read.

The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire PEROM array (2K bytes) and the two Lock Bits are erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding P3.2 low for 10 ms. The code array is written with all "1"s in the Chip Erase operation and must be executed before any non-blank memory byte can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 001H, and 002H, except that P3.5 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(001H) = 21H indicates 89C2051

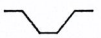
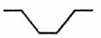
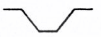
Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming Modes

Mode		RST/VPP	P3.2/$\overline{PROG}$	P3.3	P3.4	P3.5	P3.7
Write Code Data[1][3]		12V		L	H	H	H
Read Code Data[1]		H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	12V		H	H	H	H
	Bit - 2	12V		H	H	L	L
Chip Erase		12V	(2)	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	H	L	L	L	L

Notes:
1. The internal PEROM address counter is reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by a positive pulse at XTAL 1 pin.
2. Chip Erase requires a 10 ms $\overline{PROG}$ pulse.
3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate RDY/$\overline{BSY}$.

Figure 3. Programming the Flash Memory

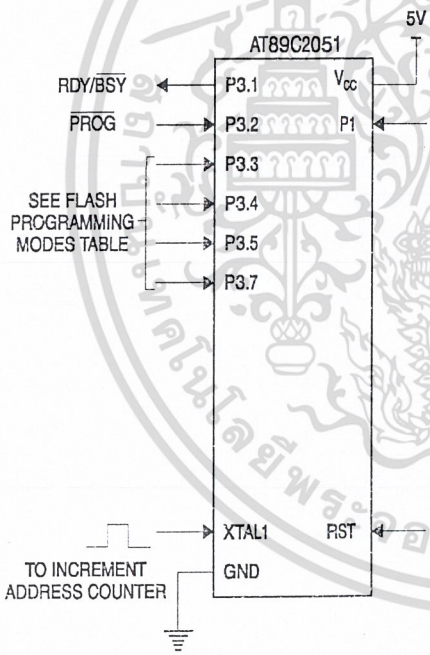
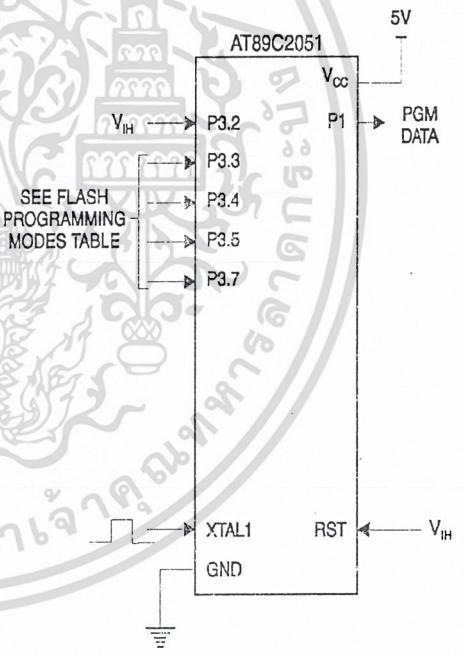


Figure 4. Verifying the Flash Memory



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

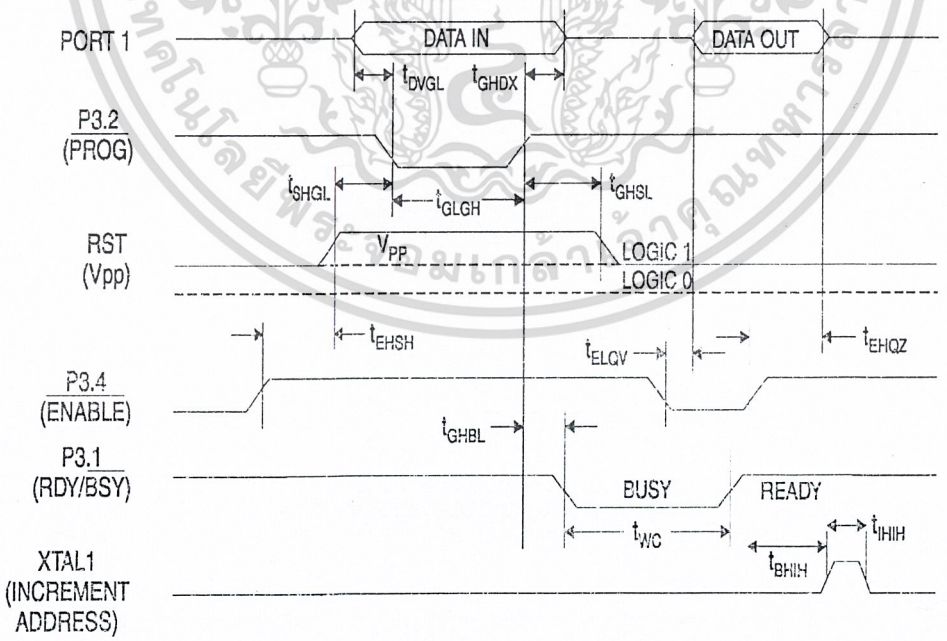
Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Enable Current		250	µA
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	1.0		µs
t_{GHDX}	Data Hold after $\overline{PROG}$	1.0		µs
t_{EHSH}	P3.4 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	1.0		µs
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold after $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		1.0	µs
t_{EHQZ}	Data Float after $\overline{ENABLE}$	0	1.0	µs
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		50	ns
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms
t_{BHIH}	RDY/$\overline{BSY}$\ to Increment Clock Delay	1.0		µs
t_{IHIL}	Increment Clock High	200		ns

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

Flash Programming and Verification Waveforms



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	25.0 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

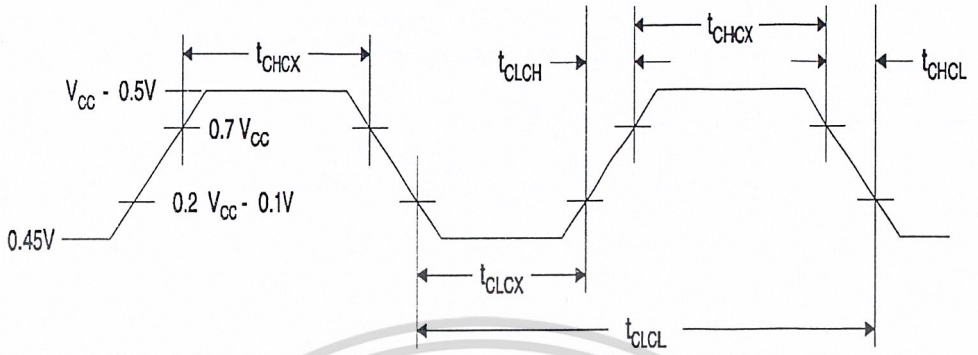
T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 2.0V to 6.0V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage		-0.5	0.2 V_{CC} - 0.1	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, 3)	I_{OL} = 20 mA, V_{CC} = 5V I_{OL} = 10 mA, V_{CC} = 2.7V		0.5	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1, 3)	I_{OH} = -80 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -30 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -12 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1, 3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ± 10%		-750	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1)	0 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
V_{OS}	Comparator Input Offset Voltage	V_{CC} = 5V		20	mV
V_{CM}	Comparator Input Common Mode Voltage		0	V_{CC}	V
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, V_{CC} = 6V/3V		15/5.5	mA
		Idle Mode, 12 MHz, V_{CC} = 6V/3V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		5/1	mA
	Power-down Mode[2]	V_{CC} = 6V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		100	µA
		V_{CC} = 3V P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		20	µA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 20 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 80 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

External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	V_{CC} = 2.7V to 6.0V Min	Max	V_{CC} = 4.0V to 6.0V Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	12	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	83.3		41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	30		15		ns
t_{CLCX}	Low Time	30		15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20		20	ns

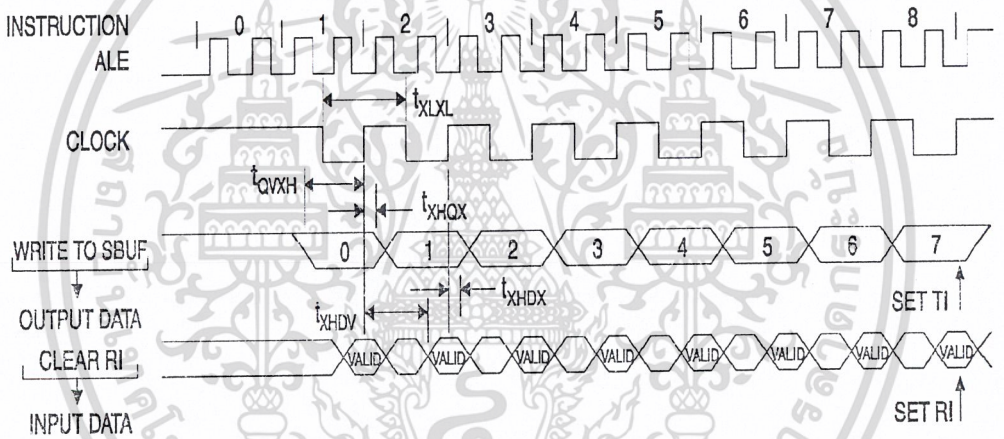
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

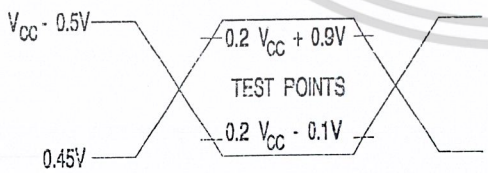
V_{CC} = 5.0V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-117		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

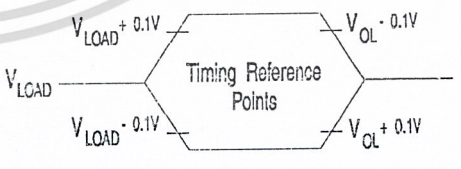


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]

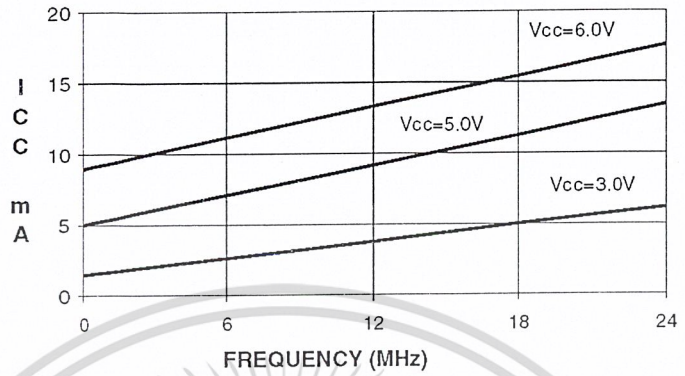


Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change frothe loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

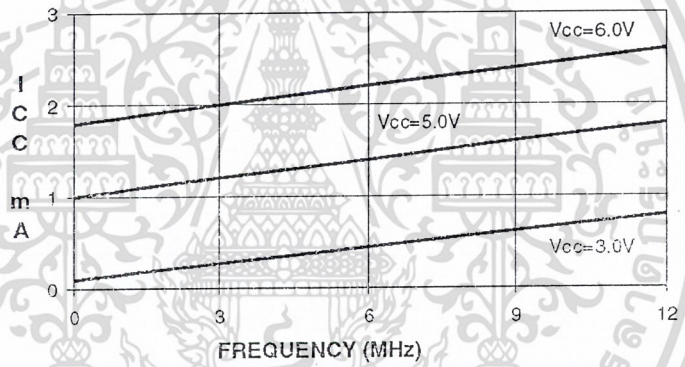
AT89C2051

TYPICAL ICC - ACTIVE (85°C)



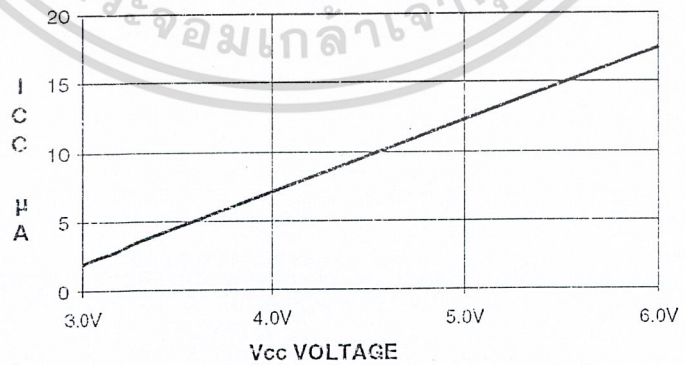
AT89C2051

TYPICAL ICC - IDLE (85°C)



AT89C2051

TYPICAL ICC vs. VOLTAGE- POWER DOWN (85°C)



Notes:
1. XTAL1 tied to GND for I_{CC} (power-down)
2. P1.0 and P1.1 = V_{CC} or GND
3. Lock bits programmed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

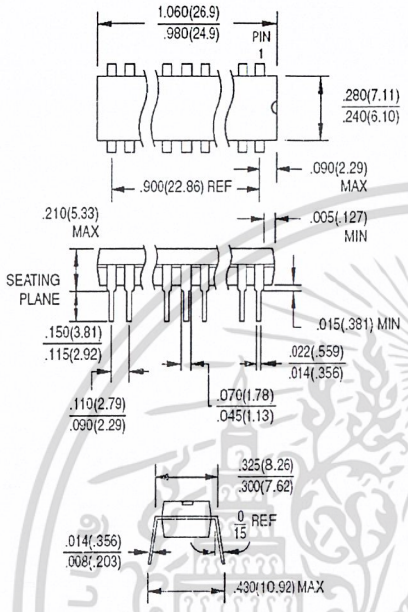
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	2.7V to 6.0V	AT89C2051-12PC AT89C2051-12SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-12PI AT89C2051-12SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)
24	4.0V to 6.0V	AT89C2051-24PC AT89C2051-24SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-24PI AT89C2051-24SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type	
20P3	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
20S	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)

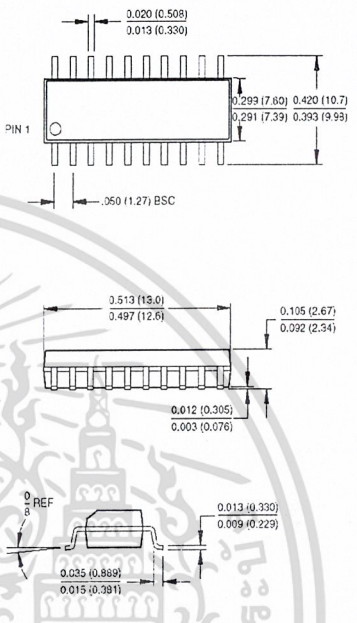
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Packaging Information

20P3, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-001 AD



20S, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull WIng Small Outline (SOIC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe
Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia
Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Japan
Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs
1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Rousset
Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

Fax-on-Demand
North America:
1-(800) 292-8635

International:
1-(408) 441-0732

e-mail
literature@atmel.com

Web Site
http://www.atmel.com

BBS
1-(408) 436-4309

© Atmel Corporation 2000.
Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

Terms and product names in this document may be trademarks of others.

Printed on recycled paper.

0368E–02/00/xM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

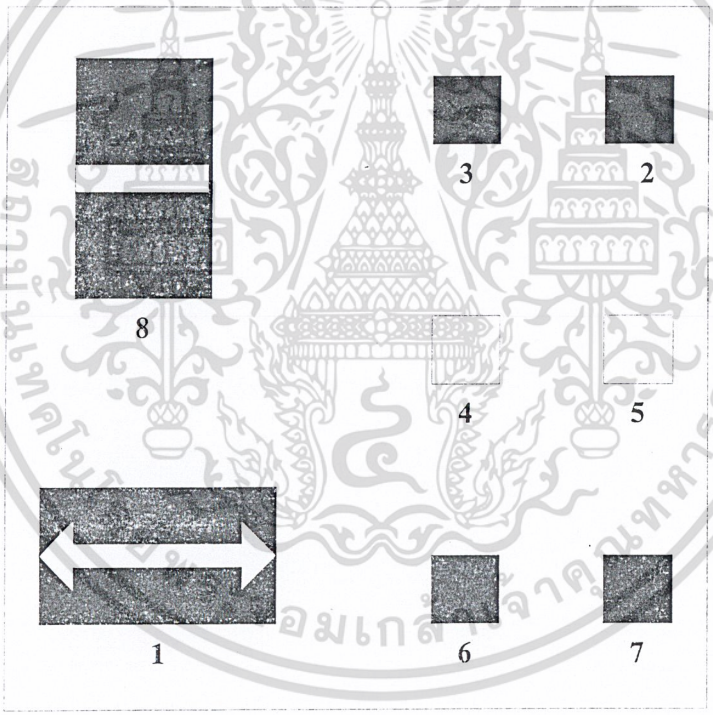
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต

รถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมตได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยที่วัตถุมีขนาดกว้างไม่เกิน 8 ซม. ยาวไม่เกิน 17 ซม. และน้ำหนักไม่เกิน 500 กรัม ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกในการเคลื่อนย้ายวัตถุ และทำให้ประหยัดเวลาในการทำงานด้วย การใช้งานรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมตมีการใช้งานดังนี้

1 การใช้งานรีโมต

รถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมตจะถูกควบคุมด้วยรีโมต ซึ่งบนตัวรีโมตจะประกอบด้วยปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมตดังแสดงในรูปที่ จ.1 โดยแต่ละปุ่มมีการทำงาน และการใช้งานดังนี้



รูปที่ จ.1 ปุ่มสวิตซ์แสดงการทำงานบนตัวรีโมต

1) หมายเลข 1

หมายเลข 1 คือ สวิตซ์เลี้ยวซ้าย – เลี้ยวขวาเป็นสวิตซ์ที่ใช้ควบคุมการเลี้ยวซ้าย – เลี้ยวขวาของรถ โดยจะเป็นสวิตซ์ที่สามารถทำงานได้ 4 สถานะ คือ เมื่อต้องการเลี้ยวซ้ายก็กดสวิตซ์ที่ลูกศรทางซ้าย และปล่อยเมื่อต้องการหยุดเลี้ยว แต่ถ้าต้องการเลี้ยวขวาก็กดสวิตซ์ที่ลูกศรทางขวา และ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลง เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่อยเมื่อต้องการหยุดเลี้ยว ซึ่งสวิตซ์เลี้ยวซ้าย – เลี้ยวขวานี้จะมีการทำงานสัมพันธ์กับ และสวิตซ์เคลื่อนที่ โดยสวิตซ์เลี้ยวซ้าย – เลี้ยวขวาจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อสวิตซ์เคลื่อนที่ทำงาน เท่านั้น

2) หมายลง 2

หมายเลข 2 คือ สวิตซ์เคลื่อนที่เป็นสวิตซ์ที่ใช้ควบคุมการเดินรถให้เคลื่อนที่หรือหยุดโดยมีการใช้งานคือ เมื่อกดสวิตซ์ทำให้รถสามารถเคลื่อนที่ได้ และเมื่อปล่อยสวิตซ์รถก็จะหยุดการเคลื่อนที่

3) หมายเลข 3

หมายเลข 3 คือ สวิตซ์การหมุนแขนกลเป็นสวิตซ์ในการควบคุมการหมุนของแขนกล โดยมีทิศทางในการหมุนแขนกลจาก 0 องศา ถึง 180 องศา สวิตซ์การหมุนแขนกลจะเป็นสวิตซ์แบบกดติดปล่อยดับ ซึ่งมีลักษณะการใช้งานคือ เมื่อกดสวิตซ์จะทำให้แขนกลสามารถหมุนไปทางขวาจาก 0 องศา ไปยัง 180 องศา (โดยเมื่อทำการเปิดสวิตซ์รถแขนกลจะหมุนไปทางซ้ายจนถึงจุด 0 องศา) ซึ่งสามารถควบคุมการหมุนได้ว่าจะให้หยุดหมุนหรือหมุนต่อไป โดยเมื่อปล่อยสวิตซ์แขนกลก็จะหยุดหมุน และเมื่อกดสวิตซ์รถก็จะหมุนต่อไปจนไปเจอเซนเซอร์ก็จะหมุนต่อไปไม่ได้นอกจากจะหมุนกลับ

4) หมายเลข 4

หมายเลข 4 คือ สวิตซ์ยกขึ้นเป็นปุ่มสวิตซ์การควบคุมการยกแขนกลขึ้น โดยจะเป็นสวิตซ์แบบกดติดปล่อยดับ และมีการใช้งานดังนี้ เมื่อกดสวิตซ์รถก็จะยกแขนกลขึ้นจนกว่าจะเจอเซนเซอร์ แต่สามารถควบคุมการยกได้คือเมื่อกดสวิตซ์รถก็จะยกแขนกลขึ้น และเมื่อปล่อยสวิตซ์รถก็จะหยุดการยกแขนกลซึ่งจะยกแขนกลให้อยู่ในระดับใดก็ได้แต่เมื่อเจอเซนเซอร์รถจะหยุดการยกแขนกลทันที

5) หมายเลข 5

หมายเลข 5 คือ สวิตซ์ยกลงเป็นปุ่มสวิตซ์การควบคุมการยกแขนกลลง โดยจะเป็นสวิตซ์แบบกดติดปล่อยดับ และมีการใช้งานดังนี้ เมื่อกดสวิตซ์รถก็จะยกแขนกลลงจนกว่าจะเจอเซนเซอร์ แต่สามารถควบคุมการยกได้คือเมื่อกดสวิตซ์รถก็จะยกแขนกลลง และเมื่อปล่อยสวิตซ์รถก็จะหยุดการยกแขนกลซึ่งจะยกแขนกลให้อยู่ในระดับใดก็ได้แต่เมื่อเจอเซนเซอร์รถจะหยุดการยกแขนกลทันที

6) หมายเลข 7

หมายเลข 7 คือ สวิตซ์หนีบเป็นปุ่มสวิตซ์ที่ใช้ในการควบคุมการหนีบวัตถุของแขนกล โดยจะเป็นสวิตซ์แบบกดติดปล่อยดับ และมีการใช้งานดังนี้ เมื่อทำการกดสวิตซ์แขนกลก็จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหนีบวัตถุ โดยสามารถควบคุมการหนีบได้คือ เมื่อกดสวิตซ์แขนกลก็จะหนีบวัตถุที่ต้องการหนีบ และเมื่อปล่อยสวิตซ์แขนกลก็จะหยุดการหนีบทันที

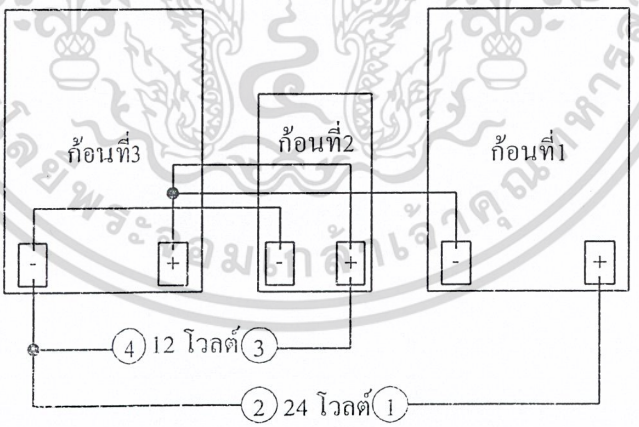
7) หมายเลข 6

หมายเลข 6 คือ สวิตซ์คายเป็นปุ่มสวิตซ์ที่ใช้ในการควบคุมการคายวัตถุของแขนกล ซึ่งจะสืบเนื่องมาจากสวิตซ์หนีบ โดยจะมีการทำงานที่ตรงกันข้ามกัน คือ เมื่อทำการกดสวิตซ์แขนกลก็จะคายวัตถุที่หนีบไว้อยู่ ซึ่งจะใช้สวิตซ์แบบกดติดปล่อยดับเหมือนกัน และสามารถควบคุมการคายได้ว่าให้อยู่ในตำแหน่งใดคือเมื่อกดสวิตซ์แขนกลก็จะคายวัตถุที่ต้องการหนีบ และเมื่อปล่อยสวิตซ์แขนกลก็จะหยุดการคายทันทีไม่ว่าจะอยู่ที่ตำแหน่งใดก็ตาม

8) หมายเลข 8

หมายเลข 8 คือ สวิตซ์เดินหน้า – ถอยหลังเป็นสวิตซ์ที่ใช้ควบคุมการเดินหน้า – ถอยหลังของรถเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยรีโมต โดยจะใช้สวิตซ์แบบโยก และมีการใช้งานดังนี้ เมื่อโยกสวิตซ์ไปข้างหน้าคือการควบคุมรถให้เคลื่อนที่ไปด้านหน้า และถ้าโยกสวิตซ์มาด้านหลังคือ การควบคุมรถให้เคลื่อนที่ไปด้านหลัง ซึ่งสวิตซ์เดินหน้า – ถอยหลังนี้จะมีการทำงานสัมพันธ์กับสวิตซ์เคลื่อนที่ – หยุด และสวิตซ์เคลื่อนที่ โดยสวิตซ์เดินหน้า – ถอยหลังจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อสวิตซ์เคลื่อนที่ – หยุดหรือสวิตซ์เคลื่อนที่ทำงานเท่านั้น

2 การต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง



รูปที่ จ.2 การต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

การต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงใช้ แบตเตอรี่แห้ง จำนวน 3 ก้อน ด้วย โดยแบ่งออกเป็น 12 โวลต์ 3.3 แอมป์ จำนวน 2 ก้อน และ12โวลต์ 1.3แอมป์ นำมาต่อกันแสดงดังรูปที่ จ.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.2 แบตเตอรี่ ก้อนที่ 1 กับก้อนที่ 2 จะต่ออนุกรมกัน และจะแรงที่ 24 โวลต์ ออกมา และแบตเตอรี่ ก้อนที่ 2 กับก้อนที่ 3 จะต่อขนานกัน จะแรงดันที่ 12 โวลต์ จากรูปสามารถแยกจุดต่างๆ ของแหล่งจ่ายได้ดังนี้

จุดที่ 1 เป็น ไฟบวก 24 โวลต์ สายสีส้ม

จุดที่ 2 เป็น กราวด์ 24 โวลต์ สายสีดำ

จุดที่ 3 เป็น ไฟบวก 12 โวลต์ สายสีแดง

จุดที่ 4 เป็น กราวด์ 12 โวลต์ สายสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน

ไอซี (IC)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัว)
1	LM 3241	1
2	AT89C2051	1
3	74LX541	1
4	AT89C51	2
5	LM 339	1
6	7805	4

ทรานซิสเตอร์ (Transistor)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัว)
1	BD 139	20

ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัว)
1	10 nF	1
2	3.3 pF	6
3	0.1 µF	7
4	1 µF	2
5	10 µF	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวต้านทาน (Resistor)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัว)
1	100 โอห์ม	4
2	220 โอห์ม	4
3	390 โอห์ม	4
4	500 โอห์ม	2
5	1 กิโลโอห์ม	13
6	3.9 กิโลโอห์ม	2
7	5 กิโลโอห์ม	4
8	10 กิโลโอห์ม	9
9	47 กิโลโอห์ม	1
10	100 กิโลโอห์ม	4
11	1 เมกะโอห์ม	4
12	ปรับค่าได้ 5 กิโลโอห์ม	4

ไดโอด (Diode)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัว)
1	1N 4001	8
2	1N 4007	8

ไดโอดเปล่งแสง (LED)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัว)
1	LED กลมขนาด 3 ม.ม. (แดง)	1
2	LED กลมขนาด 3 ม.ม. (เหลือง)	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คริสตอล (Crystal)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัว)
1	ความถี่ 11.059 เมกะเฮิรตซ์	3

คอนเนคเตอร์ (Connector)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ตัว)
1	2 ขา	43
2	3 ขา	1
3	4 ขา	12
4	6 ขา	2

รายการอื่นๆ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน
1	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์	4 ตัว
2	สเต็ปมอเตอร์	1 ตัว
3	สวิตซ์แบบโยก	4 ตัว
4	สวิตซ์แบบกด	7 ตัว
5	โฟโตไดโอด	4 ตัว
6	อินฟาเรด	4 ตัว
7	ล้อยางใหญ่	1 คู่
8	ล้อยางเล็ก	1 คู่
9	แกนเหล็กยาว	1 อัน
10	แกนเหล็กสั้น	1 อัน
11	แกนเหล็กด๊าปเกลียวยาว	1 อัน
12	แกนเหล็กด๊าป่เกลียวสั้น	1 อัน
13	แผ่นอะคริริก	1 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สมยศ จุณณะปิยะ. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

อรรณนพ พีรชาติ. “ปรับความเร็วให้มอเตอร์ตัวเก่ง.” HOBBY ELECTRONICS. 38(46): หน้า 44-47.2538

กฤษดา ใจเย็น. ”บอร์ดขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ควบคุมด้วยไมโครคอลโทรลเลอร์” รวมโครงงานอิเล็กทรอนิกส์. 43(9) :หน้า 131-139.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายกิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
ภูมิลำเนาเดิม	33/14 ตลาดหนองคล้า ต.ทุ่งเบญจา อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	33/14 ตลาดหนองคล้า ต.ทุ่งเบญจา อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี
โทรศัพท์	039-395011
ประวัติการศึกษา	
ประถม	โรงเรียนประดิษฐ์ศึกษา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนท่าใหม่พูลสวัสดิ์ราษนุกูล
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
คติพจน์	อยากทำอะไรก็ทำ แต่ต้องไม่เดือดร้อนใคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายธวัชชัย แซ่ปึง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	พนัสนิคม
ภูมิลำเนาเดิม	50/4 หมู่ 4 ต.ท่าบุญมี อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	50/4 หมู่ 4 ต.ท่าบุญมี อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี
โทรศัพท์	038-208721

ประวัติการศึกษา

ประถม	โรงเรียนบ้านสามแยก
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเกาะโพธิ์ถ้วยงามวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยการอาชีพพนัสนิคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายมนัสชัย สมัครแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	นครศรีธรรมราช
ภูมิลำเนาเดิม	389 หมู่ 7 ต.ถ้ำใหญ่ อ.ทุ่งสง จ. นครศรีธรรมราช
ที่อยู่ปัจจุบัน	58/529 หมู่ 7 ซอยรามอินทรา 68 แขวงคันนายาว เขตคันนายาว กรุงเทพฯ
โทรศัพท์	02-5403339

ประวัติการศึกษา

ประถม	โรงเรียนเทศบาลวัดโคกสะท้อน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนทุ่งสง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงานที่ได้รับรางวัล -

คติพจน์ ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสมพล แก้วสนั่น
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	พัทลุง
ภูมิลำเนาเดิม	7 หมู่ 8 ต.ควนมะพร้าว อ.เมือง จ.พัทลุง 93000
ที่อยู่ปัจจุบัน	7 หมู่ 8 ต.ควนมะพร้าว อ.เมือง จ.พัทลุง 93000
โทรศัพท์	074-626446
ประวัติการศึกษา	
ประถม	โรงเรียนวัดนิโครธาราม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพัทลุงพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
คติพจน์	ความสำเร็จเป็นรางวัลที่ยิ่งใหญ่และความผิดพลาดก็เป็นบทเรียนที่ดีด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้