



หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

AUTOMATED STORAGE ROBOT



นายชนากร ลาดแก้ว รหัส 50361132

นายธีรศักดิ์ อินแก้ว รหัส 50364614

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์
วันที่รับ.....๕.4.S.A. 2555.....
เลขทะเบียน..... 1606939x.....
เลขเรียกหนังสือ..... นร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๕231๗ 255๗

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553




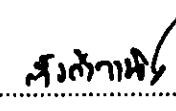
ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ
ผู้ดำเนินโครงการ นายชนนกร ลาดแก้ว รหัส 50361132
 นายธีรศักดิ์ อินแก้ว รหัส 50364614
ที่ปรึกษาโครงการ ดร.มุกิตา สงฆ์จันทร์
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า


.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร.มุกิตา สงฆ์จันทร์)


.....กรรมการ
(ดร.สุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)


.....กรรมการ
(อาจารย์เศรษฐา ตั้งคำวานิช)

ชื่อหัวข้อโครงการ	หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ
ผู้ดำเนินโครงการ	นายชนนกร ลาดแก้ว รหัส 50361132
	นายธีรศักดิ์ อินแก้ว รหัส 50364614
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.มุกิตา สงฆ์จันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ นำความรู้ที่ได้ศึกษา มาประยุกต์สร้างหุ่นยนต์เก็บลูกบิงปองแบบอัตโนมัติ ซึ่งทำการควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะทำการแบ่งการเคลื่อนที่ออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการเคลื่อนที่ เพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง และส่วนของการเคลื่อนที่เพื่อตรวจสอบวัตถุ โดยติดตั้งเซ็นเซอร์ อินฟราเรดเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้านหน้าสามจุด และตรวจสอบลูกบิงปองหนึ่งจุด จากนั้นให้ สัญญาณกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำไปประมวลผล โดยเซ็นเซอร์ตัวที่4(ด้านหน้า-ซ้าย) จะทำให้เกิดการเลี้ยวขวาหลบหลีกสิ่งกีดขวางแล้วเดินหน้าต่อ เซ็นเซอร์ตัวที่ 3(ด้านหน้า) แบ่งการ ทำงานเป็นสองช่วงคือ เมื่อพบสิ่งกีดขวางครั้งที่ 1 จะทำการถอยหลังแล้วหลบไปทางขวา และเมื่อ พบสิ่งกีดขวางครั้งที่ 2 จะทำการถอยหลังแล้วหลบไปทางด้านซ้าย เซ็นเซอร์ตัวที่ 2(ด้านหน้า-ขวา) จะทำให้เกิดการเลี้ยวซ้ายแล้วเดินหน้า และเมื่อเซ็นเซอร์ตัวที่ 1(ด้านหน้า-ล่าง)ตรวจพบลูกบิงปอง จะทำให้ระบบลำเลียงสายพานที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าทำงานและทำการเก็บลูกบิงปอง การทดลอง แสดงให้เห็นว่าหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางและเก็บลูกบิงปองตาม ที่ ต้องการได้ โดยเก็บลูกบิงปองได้สูงสุดครั้งละ 4 ลูก

Project title Automated Storage Robot
Name Mr. Tanakorn Ladkaew ID. 50361132
Mr. Terasak Inkaew ID. 50364614
Project advisor Dr. Mutita Songjan
Major Electrical Engineering
Department Electrical and Computer Engineering
Academic year 2010

Abstract

This thesis is concerned about automated storage robot. The purpose is to use the construct automated storage robot. The motion controls with the microcontroller that will be divided into two parts are part of the movement for avoiding obstacles. Three sensor are installed for detecting obstacles in front of on the left, and on the right the robot. When the sensors are activated the process is as follow/ If sensor at on the top is activated the robot will stop to keep the balls and then move forward. If sensor at on the right is activated the robot will cause turn left to then move forward. If sensor under of the robot is activated, there are two conditions of movement, first the robot will reverse then turn right ,Second it will reverse then turn left. If sensor at on the left is activated will cause right turn and then move forward. The results show that the automated storage robot can work property and. also. avoid the obstacles as desired. It is also able to collect the ball at 4 balls maximum.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร.มูทิตา สงฆ์จันทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา โครงการ และให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญาานิพนธ์ของกลุ่มข้าพเจ้า คณะผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไป

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้ดำเนินงาน

นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดมาใช้งาน จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้มอบความรัก ความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงการที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายธนากร
นายธีรศักดิ์

ลาดแก้ว
อินแก้ว

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 งบประมาณที่ใช้.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	4
2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	5
2.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51.....	6
2.1.3 การใช้งานพอร์ตขนานของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51.....	6
2.1.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์.....	8
2.2 ส่วนตรวจจับสัญญาณ.....	9
2.2.1 เซ็นเซอร์กับการตรวจวัด.....	9
2.2.2 ไลต์โอดเปล่งแสง.....	10
2.2.3 ตัวต้านทานไวแสง.....	11
2.2.4 เซ็นเซอร์อินฟราเรด.....	13
2.3 แบตเตอรี่.....	13
2.3.1 ความสามารถในการจัดเก็บพลังงาน.....	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	14
2.4.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	14
2.4.2 การต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	15
2.4.3 การควบคุมความเร็วมอเตอร์.....	16
2.4.4 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	16
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ.....	18
3.1 วงจรที่ใช้ในหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ.....	18
3.1.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์.....	18
3.1.2 วงจรจ่ายไฟ.....	20
3.1.3 วงจรเซ็นเซอร์อินฟราเรด.....	21
3.1.4 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์.....	21
3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ.....	22
3.3 การสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ.....	25
3.4 ขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ.....	28
บทที่ 4 ผลการทดสอบ.....	31
4.1 ทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง.....	31
4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่.....	32
4.3 ทดสอบความสามารถในการเก็บลูกปิงปอง.....	33
4.4 ทิศทางการเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง.....	36
4.5 ความสามารถในการเก็บลูกปิงปองตามจำนวนที่กำหนด.....	36
4.6 ทดสอบความเร็วในการเก็บลูกปิงปองแบบอัตโนมัติ.....	38
4.7 ทดสอบระยะเวลาตรวจจับสูงสุดของเซ็นเซอร์.....	40
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	41
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ.....	41
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....	41
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป.....	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง.....	43
ภาคผนวก ก รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น P89V51RD2.....	44
ภาคผนวก ข รายละเอียดของวงจรรวมหมายเลข L298.....	54
ภาคผนวก ค รายละเอียดของไอซีหมายเลข 7805 และ 7808	61
ภาคผนวก ง รายละเอียดของ MAX232	65
ภาคผนวก จ รายละเอียดของโค้ดโปรแกรมภาษาซี	70
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	76



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	5
4.1 ตารางการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ.....	32
4.2 ตารางการทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่.....	33
4.3 ตารางผลการทดสอบความสามารถในการเก็บสิ่งของ.....	35
4.4 ตารางทิศทางการเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง.....	36
4.5 ตารางความสามารถในการเก็บลูกปิงปองตามจำนวนที่กำหนด.....	38
4.6 ตารางความเร็วในการเก็บลูกปิงปองตามจำนวนที่กำหนด.....	39
4.7 ตารางทดสอบระยะตรวจสูงสุดจับของเซ็นเซอร์.....	40



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์	4
2.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51	7
2.3 ไดโอดเปล่งแสงสีต่างๆ	10
2.4 ส่วนประกอบของไดโอดเปล่งแสง	11
2.5 ตัวต้านทานไวแสง (LDR).....	12
2.6 สัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรสมมูล ของโฟโตทรานซิสเตอร์.....	12
2.7 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์	16
2.8 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรถับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้า.....	17
3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2.....	19
3.2 วงจรปรับระดับสัญญาณ โดยใช้ไอซี MAX232	19
3.3 วงจรภาคจ่ายไฟ.....	20
3.4 วงจรเซ็นเซอร์อินฟราเรด	21
3.5 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์	21
3.6 โครงร่างฐานหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ	22
3.7 โครงร่างกล่องเก็บวัตถุและระบบลำเรียง	23
3.8 รูปแบบโครงสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ	23
3.9 โครงหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ	25
3.10 กล่องเก็บวัตถุและระบบลำเรียง.....	26
3.11 มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน.....	26
3.12 หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติมุมด้านข้าง	26
3.13 หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติด้านหลัง	27
3.14 หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติด้านหน้า	27
3.15 ทิศทางการเก็บวัตถุ.....	28
3.16 ผังงานการทำงานของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ.....	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 การทดสอบความเร็วระยะทาง 1 เมตร.....	31
4.2 แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์.....	32
4.3 การทดสอบแบตเตอรี่ในพื้นที่จำกัด.....	33
4.4 การเก็บลูกบึงปอง 1 ลูก.....	34
4.5 การเก็บลูกบึงปอง 2 ลูก.....	34
4.6 การเก็บลูกบึงปอง 3 ลูก.....	34
4.7 การเก็บลูกบึงปอง 4 ลูก.....	35
4.8 การเก็บลูกบึงปอง 5 ลูก.....	35
4.9 การเก็บลูกบึงปอง 1 ลูก.....	37
4.10 การเก็บลูกบึงปอง 10 ลูก เรียง 2.....	37
4.11 การเก็บลูกบึงปอง 15 ลูก เรียง 3.....	37
4.12 การเก็บลูกบึงปอง 20 ลูก เรียง 4.....	38
4.13 การทดสอบการเก็บลูกบึงปอง.....	39
4.14 ตำแหน่งเซ็นเซอร์แต่ละจุด.....	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

หุ่นยนต์ คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่มีลักษณะ โครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้งาน โดยทั่วไปหุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นสำหรับงานที่มีความยากลำบากและความเสี่ยงสูง เช่น งานสำรวจในพื้นที่บริเวณแคบหรืองานสำรวจดาวเคราะห์ที่ไม่มีสิ่งมีชีวิต เป็นต้น ระบบควบคุมต่างๆทำหน้าที่เปรียบเสมือนคำสั่งระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์ ซึ่งทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงมีการนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้มีบทบาทเพิ่มมากขึ้นเพื่อความสะดวกสบายของมนุษย์ ทั้งหุ่นยนต์ทางการแพทย์ หุ่นยนต์ที่ใช้ในอวกาศ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นของเล่นของมนุษย์ และมีการพัฒนามาจนกระทั่งหุ่นยนต์มีลักษณะคล้ายมนุษย์เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานแทนมนุษย์และอยู่ร่วมกันในสังคมได้ การพัฒนาประเภทและรูปแบบของหุ่นยนต์จะมีให้เห็นอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน

สำหรับ โครงการนี้ได้คิดค้นและออกแบบสร้างหุ่นยนต์ เพื่อใช้ในการเก็บสิ่งของอัตโนมัติ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีจำนวนมากหรืองานที่มีความเสี่ยงต่ออันตราย สำหรับการศึกษและพัฒนาให้หุ่นยนต์สามารถใช้ในการเก็บสิ่งของแทนมนุษย์ และจะเป็นแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของได้ในสถานการณ์จริงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อทำการศึกษาและออกแบบสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบ ที่ใช้ในการเก็บลูกปิงปองแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบสายพานลำเลียง เคลื่อนย้ายลูกปิงปองมาไว้ในภาชนะเก็บลูกปิงปอง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) เพื่อออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถใช้ในการเก็บลูกปิงปองได้
- 2) สามารถบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วย 3 ล้อ โดยใช้เซ็นเซอร์อินฟราเรด 3 ตัวเป็นตัวควบคุมทิศทาง
- 3) สามารถบังคับให้หุ่นยนต์เก็บลูกปิงปองได้โดยใช้มอเตอร์กระแสตรงควบคุม
- 4) ให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่โดยใช้มอเตอร์กระแสตรง 2 ตัว และเก็บลูกปิงปองมาไว้ในภาชนะเก็บลูกปิงปองโดยใช้ระบบสายพายลำเลียงได้
- 5) หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติตามคำสั่งของโปรแกรม

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2554				
	ม.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1. ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษาซีที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์					
2. ศึกษาและค้นคว้าทฤษฎีมอเตอร์กระแสตรง วงจรควบคุมมอเตอร์กระแสตรง และวงจรอินเตอร์เฟส					
3. ศึกษาและจำลองโครงสร้างของหุ่นยนต์เก็บของอัตโนมัติ					
4. เขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เก็บของอัตโนมัติ					
5. ทำการทดลองและปรับปรุงหุ่นยนต์เก็บของอัตโนมัติ					
6. สรุปผลการทดลองและจัดทำเล่มปริญญานิพนธ์					

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้หุ่นยนต์ต้นแบบในการเก็บลูกปิงปองและได้เรียนรู้การเขียนภาษาซีที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้หุ่นต้นแบบยังสามารถเก็บลูกปิงปองได้แบบอัตโนมัติ และนำไปพัฒนาต่อได้อีก

1.6 งบประมาณที่ใช้

มีรายละเอียดดังนี้

1) ค่าวัสดุไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	1,500 บาท
2) ค่าโครงสร้างตัวของหุ่นยนต์	500 บาท
3) ค่าจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์	1,000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สามพันบาทถ้วน)	<u>3,000 บาท</u>

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ



บทที่ 2

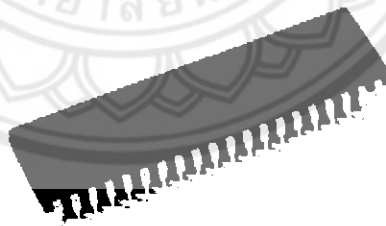
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอหลักการและทฤษฎีที่เป็นองค์ประกอบในหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ แต่ละองค์ประกอบมีความสำคัญต่อการทำงานของหุ่นยนต์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- 1) ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) ส่วนตรวจจับสัญญาณ
- 3) แบตเตอรี่
- 4) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายถึง อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่บรรจุความสามารถที่มีลักษณะการทำงานเสมือนกับระบบคอมพิวเตอร์ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งถือเป็นส่วนประกอบหลักของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน ที่นิยมใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นกระทำโดยผ่านกระบวนการควบคุมผ่านทางโปรแกรมที่เขียนขึ้น โดยมีภาษาเฉพาะ เพื่อบอกถึงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ [2, 7]



รูปที่ 2.1 ลักษณะภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ [11]

2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 หรืออินเทล 8051 พัฒนาขึ้นโดยบริษัทอินเทลเมื่อปีค.ศ. 1980 และได้รับความนิยมมาจนถึงในปัจจุบัน ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข 8051 ถือเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 8 บิต รุ่นที่สอง รุ่นแรกของอินเทลคือไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข 8048 และพัฒนาต่อมาให้เป็นหมายเลข 8049 โดยอินเทลพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข 8051 ในด้านสถาปัตยกรรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ชุดคำสั่งที่ทำงานได้ดีขึ้น และพอร์ตอนุกรมที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ส่วนใหญ่จะมีซีพียูขนาด 8 บิตโดยแต่ละหมายเลข จะมีหน่วยความจำ จำนวนพอร์ต จำนวนขาที่มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งานของแต่ละหมายเลข เช่นหมายเลข AT89C2051 จะมีขนาดหน่วยความจำแบบแฟลช 2 กิโลไบต์ หน่วยความจำข้อมูล 128 ไบต์ และมีขาจำนวน 20 ขา ส่วนหมายเลข AT89C51 มีขนาดหน่วยความจำแบบแฟลช 4 กิโลไบต์ หน่วยความจำข้อมูล 128 ไบต์ แต่มีขาจำนวน 40 ขา ทำให้มีพอร์ตอินพุต เอาท์พุตที่มากกว่า

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

หมายเลข	หน่วยความจำ ข้อมูล	หน่วยความจำ โปรแกรม	จำนวน I/O	ความเร็ว	จำนวนขา
AT89C2051	128 Ram	2 K flash	15	12 MHz	20
AT89C4051	128 Ram	4 K flash	15	24 MHz	20
AT89C51	128 Ram	4 K flash	32	24 MHz	40
AT89C52	256 Ram	8 K flash	32	24 MHz	40
AT89C55WD	256 Ram	20 K flash	32	24 MHz	40
AT89C51RC	512 Ram	32 K flash	32	24 MHz	40
AT89C51ED2	2 K Ram	64 K flash	34	60 MHz	40

2.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51

การเลือกใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์จำเป็นต้องเลือกให้มีความเหมาะสมกับงาน ในการเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ชุดหุ่น ซึ่งต้องการใช้พอร์ตอินพุต เอาท์พุต จำนวนมาก และต้องการใช้งานหลายฟังก์ชัน จึงควรเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 ขนาด 40 ขา ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ไม่มีความซับซ้อนมากนัก และยังสามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ง่ายอีกด้วย

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51

- 1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีซีพียูขนาด 8 บิต
- 2) มีหน่วยความจำข้อมูล (RAM) ขนาด 128 ไบต์
- 3) มีหน่วยความจำโปรแกรม (ROM) แบบแฟลชขนาด 4 กิโลไบต์ สามารถทนต่อการเขียนลบได้ 100 ครั้ง และคงค่าข้อมูลที่เขียนไว้ได้ 10 ปี
- 4) มีพอร์ตอินพุต/เอาท์พุตทั้งหมด 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต รวม 32 บิต โดยแต่ละบิตสามารถใช้ได้ทั้งเป็นอินพุตและเอาท์พุต
- 5) มีไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 2 ตัว คือ ไทม์เมอร์0 และไทม์เมอร์1
- 6) สามารถรับแหล่งกำเนิดอินเทอร์รัพต์ได้ 5 แหล่ง คือ อินเทอร์รัพต์ภายนอกที่ขา INTO และ INT1 อินเทอร์รัพต์จากไทม์เมอร์0 และไทม์เมอร์1 และอินเทอร์รัพต์จากพอร์ตสื่อสารอนุกรม
- 7) มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบสองทิศทาง
- 8) ทำงานที่สัญญาณนาฬิกา 0-24 เมกะเฮิรตซ์

2.1.3 การใช้งานพอร์ตขนานของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51

ตามมาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีพอร์ตขนาน 8 บิต อยู่ 4 พอร์ต คือ พอร์ต 0 พอร์ต1 พอร์ต2 และพอร์ต3 และไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 มีขาจำนวน 40 ขา ซึ่งแต่ละขามีหน้าที่การใช้งานที่แตกต่างกัน มีการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 ดังแสดงในรูปที่ 2.2

(8052) T2	P1.0	1	40	Vcc
only T2EX	P1.1	2	39	P0.0 AD0
	P1.2	3	38	P0.1 AD1
	P1.3	4	37	P0.2 AD2
	P1.4	5	36	P0.3 AD3
	P1.5	6	35	P0.4 AD4
	P1.6	7	34	P0.5 AD5
	P1.7	8	33	P0.6 AD6
	RST	9	32	P0.7 AD7
RXD	P3.0	10	31	EA' Vpp
TXD	P3.1	11	30	ALE PROG'
INT0'	P3.2	12	29	PSEN'
INT1'	P3.3	13	28	P2.7 A15
T0	P3.4	14	27	P2.6 A14
T1	P3.5	15	26	P2.5 A13
WR'	P3.6	16	25	P2.4 A12
RD'	P3.7	17	24	P2.3 A11
XTAL2		18	23	P2.2 A10
XTAL1		19	22	P2.1 A9
Vss		20	21	P2.0 A8

รูปที่ 2.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 [7]

หน้าที่และการใช้งานของแต่ละขา มีดังต่อไปนี้

- 1) VCC เป็นขาสำหรับต่อไฟเลี้ยง 5 โวลต์
- 2) GND เป็นขาสำหรับต่อลงกราวด์
- 3) XTAL 1/XTAL 2 เป็นขาทำหน้าที่ต่อกับตัวผลิตสัญญาณนาฬิกาให้กับไอซี ซึ่งโดยปกติจะอยู่ที่ 11.0592 MHz
- 4) RST (Reset) เป็นขาอินพุตเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการป้อนสัญญาณลอจิก 1 ให้โดยเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 แมกซ์อินไซเคิล
- 5) ALE/PROG (Address Latch Enable) เป็นขาสัญญาณเอาต์พุตเพื่อแลตซ์ค่าแอดเดรสตำแหน่งข้อมูล (Address Bus, A0-A7) ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก และเป็นขาสัญญาณเอาต์พุตเพื่อควบคุมการ โปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
- 6) PSEN (Program Store Enable) เป็นขาสัญญาณสไตรป (พัลส์ค่า) เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดยทำการส่งสัญญาณสไตรปนี้ 2 ครั้ง ใน 1 พัลส์สัญญาณนาฬิกา
- 7) EA/VPP (External Access) เป็นขาสัญญาณอินพุตเพื่อทำหน้าที่เลือกใช้งานได้โดยหน่วยความจำภายนอกหรือภายใน โดยการกำหนดสถานะลอจิก ถ้าให้เป็นลอจิก 1 จะเลือกใช้งานที่หน่วยความจำภายใน ถ้าให้เป็นลอจิก 0 จะเลือกใช้งานหน่วยความจำภายนอก ในกรณีมีการใช้งานโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ขานี้จะต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้า 12.75 โวลต์

- 8) Port 0 (P0.0-P0.7) เป็นขาทำหน้าที่อินพุตและเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก แบบ Open drain (ไม่มีตัวต้านทาน pull up ภายใน) ดังนั้นในการใช้งานพอร์ต 0 นี้จึงจำเป็นต้องต่อตัวต้านทาน pull up ด้วย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นขา Address Bus (A0-A7) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกและ Data Bus (D0-D7) ในการรับข้อมูลการโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์อีกด้วย
- 9) Port 1 (P1.0-P1.7) เป็นขาทำหน้าที่อินพุตและเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก แบบมีตัวต้านทาน pull up ภายใน
- 10) Port 2 (P2.0-P2.7) เป็นขาทำหน้าที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก แบบมีตัวต้านทาน pull up ภายใน และยังเป็นขา Address Bus (A8-A15) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกอีกด้วย
- 11) Port 3 (P3.0-P3.7) เป็นขาทำหน้าที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก แบบมีตัวต้านทาน pull up ภายใน และยังเป็นขาของฟังก์ชันพิเศษต่างๆ ดังต่อไปนี้
- P3.0/RXD รับข้อมูลแบบอนุกรม
 - P3.1/TXD ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
 - P3.2/INT0 อินเตอร์รัพต์ภายนอกหมายเลข 0
 - P3.3/INT1 อินเตอร์รัพต์ภายนอกหมายเลข 1
 - P3.4/T0 Timer/Counter ตัวที่ 1
 - P3.5/T1 Timer/Counter ตัวที่ 2
 - P3.6/WR สัญญาณในการเขียนข้อมูลหน่วยความจำภายนอก
 - P3.7/RD สัญญาณในการอ่านข้อมูลหน่วยความจำภายนอก

2.1.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

1) ภาษาเครื่อง

เป็นภาษาระดับต่ำสุด ประกอบไปด้วยรหัสเลขฐาน 2 ซึ่งเป็นภาษาที่มนุษย์เข้าใจได้ยาก เพราะจะต้องอาศัยการจดจำรหัสคำสั่งแต่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเข้าใจได้ง่าย รวมถึงต้องเข้าใจโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย ดังนั้นจึงมีการคิดค้น คอมไพเลอร์ ขึ้น เพื่อให้มนุษย์สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูงที่เข้าใจได้ โดยคอมไพเลอร์จะทำหน้าที่แปลงให้กลายเป็นภาษาเครื่อง

2) ภาษาแอสเซมบลี

เป็นภาษาที่ใช้รหัสคำสั่งเป็นอักษรภาษาอังกฤษแทนเลขฐาน 2 ทำให้มนุษย์สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ ยังเป็นภาษาที่ทำให้โปรแกรมทำงานได้อย่างรวดเร็ว เพราะมีการ

ส่งงานไปที่ฮาร์ดแวร์โดยตรง ข้อดีของภาษาแอสเซมบลีคือ ต้องมีความเข้าใจถึงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างละเอียด คอมไพเลอร์ที่ใช้แปลงภาษาแอสเซมบลีให้เป็นภาษาเครื่องเรียกว่า แอสเซมเบลอร์

3) ภาษา C

เป็นภาษาระดับสูงที่มีความใกล้เคียงกับภาษาของมนุษย์ ทำให้สามารถเข้าใจได้ง่าย นอกจากนี้ในการเขียนโปรแกรมภาษา C เรายังไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างละเอียดด้วย ภาษา C สามารถเข้าถึงโครงสร้างภายในของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ซึ่งทำให้โปรแกรมสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นภาษา C จึงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2 ส่วนตรวจจับสัญญาณ

เซ็นเซอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สำหรับตรวจจับปริมาณของตัวแปรต่างๆที่ต้องการทราบค่า เช่น อุณหภูมิ การเคลื่อนที่ แสงสว่าง เป็นต้น แต่เซ็นเซอร์เพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะบอกค่าที่ต้องการวัดได้ เพราะเซ็นเซอร์ไม่สามารถบอกปริมาณของตัวแปรที่วัดให้เข้าใจได้ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับมาจะเป็นปริมาณที่สามารถเข้าใจได้ ซึ่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ [3] นั้นเรียกว่า ทรานสดิวเซอร์

ทรานสดิวเซอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานจากรูปหนึ่งให้อยู่ในอีกรูปแบบหนึ่ง เช่น แปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงปริมาณตัวแปรที่ต้องการทราบจากการวัดค่าหรือเพื่อนำสัญญาณที่แปลงแล้วไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายขึ้น ส่วนประกอบของทรานสดิวเซอร์จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนรับรู้ และส่วนแปลงพลังงาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าทรานสดิวเซอร์จะรวมถึงเซ็นเซอร์ด้วย เพราะเซ็นเซอร์เป็นส่วนประกอบหนึ่งของทรานสดิวเซอร์นั่นเอง

2.2.1 เซ็นเซอร์กับการตรวจวัด

หากมีหลอดไฟที่บ้านเพียงไม่กี่ดวงก็สามารถเปิด-ปิดเองได้ แต่หากเป็นไฟรายทางที่มีจำนวนมาก ทำการเปิด-ปิดก็คงจะลำบาก มนุษย์จึงมีการพัฒนาอุปกรณ์ขึ้นเพื่อมาทำงานแทนอุปกรณ์เหล่านี้ คือ เซ็นเซอร์ตรวจวัดแสง เมื่อมีแสงน้อย เซ็นเซอร์จะรับรู้ และสั่งให้ระบบเปิดไฟอัตโนมัติ หรืองานอื่นๆ เช่น ระบบควบคุมความร้อนของกาดัมน้ำ ซึ่งไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสเพื่อตรวจสอบได้

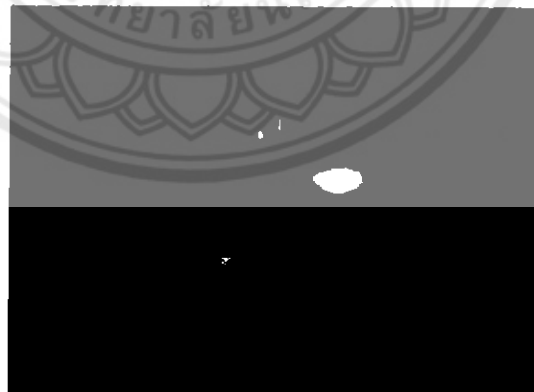
2.2.2 ไลโอคเปล่งแสง

ไลโอคเปล่งแสงเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำ ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N จัดอยู่ในจำพวกไลโอคที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบเมื่อถูกไบอัสทางไฟฟ้าในทิศทางไปข้างหน้า แสงที่เปล่งออกมาเป็นคลื่นความถี่เดียวและมีเฟสต่อเนื่อง สีของแสงที่เปล่งออกมาขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้ และเปล่งแสงเองได้ในช่วงแสงที่มองเห็นใกล้ช่วงอัลตราไวโอเลต และช่วงอินฟราเรด ปัจจุบันไลโอคเปล่งแสงนิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ในเครื่องคิดเลข ไฟท้ายของรถยนต์ ไฟฉาย เป็นต้น และผู้พัฒนาไลโอคเปล่งแสงขึ้นเป็นคนแรก คือ นิก โฮโลยัค (Nick Holonyak Jr.) โดยได้พัฒนาไลโอคเปล่งแสงในช่วงแสงที่มองเห็นและสามารถใช้งานได้ในเชิงปฏิบัติเป็นครั้งแรก เมื่อ ค.ศ. 1962 ด้วรับแสง

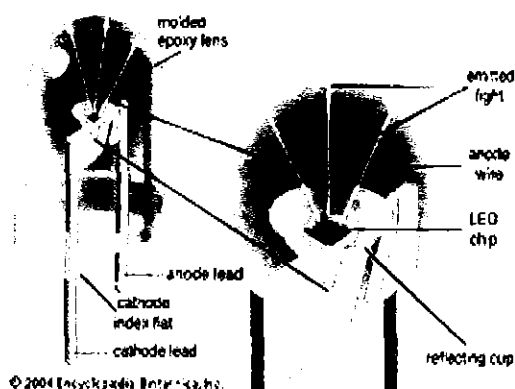
สีของไลโอคเปล่งแสงเป็นตัวบอกลถึงความยาวคลื่นที่ไลโอคเปล่งแสงออกมา แต่ละสีจะมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน ดังนี้

- สีฟ้า ความยาวคลื่นประมาณ 468 นาโนเมตร
- สีขาว ความยาวคลื่นประมาณ 462 นาโนเมตร
- สีเหลือง ความยาวคลื่นประมาณ 468 นาโนเมตร
- สีเขียว ความยาวคลื่นประมาณ 565 นาโนเมตร
- สีแดง ความยาวคลื่นประมาณ 630 นาโนเมตร

ในการเลือกใช้ไลโอคเปล่งแสง จำเป็นต้องทราบอัตราการทนแรงดันไฟฟ้า ที่ไลโอคสามารถรับได้โดยไม่เสียหายด้วย



รูปที่ 2.3 ไลโอคเปล่งแสงสีต่างๆ [10]



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของไดโอดเปล่งแสง [10]

2.2.3 ตัวต้านทานไวแสง

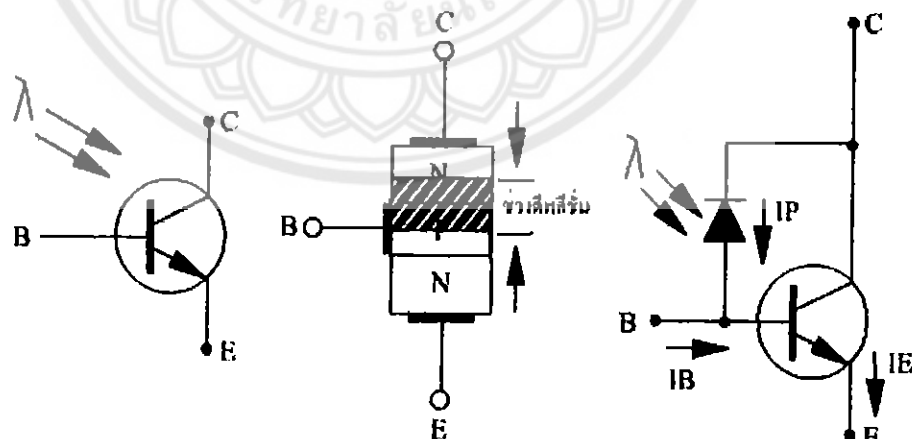
ตัวต้านทานไวแสง สามารถเปลี่ยนสภาพความนำไฟฟ้าได้จากแสงที่ตกกระทบ จึงนิยมเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โฟโตริซิสเตอร์ หรือ โฟโตคอนดักเตอร์ เนื่องจากเป็นตัวต้านทานที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำประเภทแคดเมียมซัลไฟด์ ซึ่งนำมาฉาบไว้บนแผ่นเซรามิกที่ทำเป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ เมื่อมีแสงตกกระทบจะก่อให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานให้กับสารที่ฉาบอยู่ ทำให้ไฮไลต์และอิเล็กตรอนวิ่ง ซึ่งส่งผลให้ความต้านทานทางไฟฟ้าลดลง

ความยาวคลื่นของแสงที่ตัวต้านทานไวแสงตอบสนอง อยู่ที่ 4,000-10,000 อังสตรอมหรือประมาณ 400-1,000 นาโนเมตร (แสงที่มองเห็นอยู่ในช่วง 400-700 นาโนเมตร) และเป็นแสงที่อยู่ในแสงอาทิตย์ หลอดไฟแบบไส้ และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ดังนั้นเมื่อต้องการนำตัวต้านทานไวแสงมาใช้จึงจำเป็นต้องคัดการรบกวนจากแสงเหล่านี้ให้มีความเข้มและการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงอย่างฉับพลันให้น้อยที่สุด



รูปที่ 2.5 ตัวต้านทานไวแสง (LDR) [10]

โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ประกอบด้วยโฟโตไดโอด ซึ่งต่ออยู่ระหว่างขาเบสและคอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ (Transistor) ในการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบสและอิมิตเตอร์ (Base-Emitter) จะทำการต่อแบบไบอัสกลับ (Reverse Bias) ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่ากระแส โดยขึ้นอยู่กับความเข้มแสง เมื่อทำการไบอัสกลับที่รอยต่อระหว่างเบสและคอลเลกเตอร์ (Base-Collector) จะทำให้กระแสอันเนื่องจากแสง (I_p) ถูกขยายด้วยอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ไปเป็นกระแสอิมิตเตอร์ (I_e) และเมื่อทำการไบอัสตรงที่ขาเบสด้วยกระแสเบส (I_b) จากภายนอก กระแสจะถูกขยายรวมกับกระแสเนื่องจากแสง



รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรสมมูล ของโฟโตทรานซิสเตอร์ [10]

2.2.4 เซ็นเซอร์อินฟราเรด

แสงอินฟราเรด เป็นแสงซึ่งมีความยาวคลื่นที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็น จึงเป็นข้อดีในการใช้งานยกตัวอย่างเช่น หากต้องการวัดระยะทาง หรือ ใช้เพื่อการนำทาง แสงอินฟราเรดสามารถทำได้โดยไม่รบกวนหรือดึงดูดความสนใจของคนทั่วไป ตัวอย่างการใช้งานทั่วไปได้แก่ รีโมทคอนโทรลของโทรทัศน์ หรือ ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว ซึ่งส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีวัตถุเคลื่อนผ่านลำแสงนั้น เนื่องจากแสงอินฟราเรดไม่สามารถทะลุผ่านวัตถุทึบแสงได้

เซ็นเซอร์อินฟราเรด (Infrared sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ตอบสนองต่อความเข้มของแสงที่ตกกระทบด้วยการเปลี่ยนค่าความต้านทาน กล่าวคือค่าความต้านทานจะมากที่สุดเมื่อความเข้มแสงเป็นศูนย์ และเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นความต้านทานจะลดลง ทำให้กระแสไหลผ่านได้มากขึ้น เซ็นเซอร์อินฟราเรดใช้ตรวจจับแสงในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรด (Infrared) เซ็นเซอร์ประเภทนี้มีราคาไม่แพง สามารถใช้เป็นตัวเข้ารหัส หรืออุปกรณ์ต่างๆที่ทำงานด้วยหลักการวัดแสงได้ และยังสามารถนำไปใช้ในเซ็นเซอร์วัดการสัมผัสได้เช่นกัน

การประยุกต์ใช้งาน โดยใช้ไดโอดเปล่งแสง และตัวต้านทานไวแสง เพื่อสร้างเซ็นเซอร์ตรวจจับ หลบหลีกสิ่งกีดขวาง ทำได้โดยใช้ไดโอดเปล่งแสงส่องแสง และใช้ตัวต้านทานไวแสงรับแสง ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนไปตามปริมาณแสงที่ได้รับ (เนื่องจากการกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมา) ความต้านทานที่ได้เมื่อนำกลับมาเข้าวงจรแบ่งแรงดันจะได้ค่าแรงดันที่ตกคร่อมเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของแสงที่รับ อาจนำเข้าวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลเพื่อประมวลผล หรือเข้าวงจรเปรียบเทียบแรงดัน เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

2.3 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ [8] (Battery) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อนำไปใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ กับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์หรือมากกว่า แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า สามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (Recharge) ได้หลายครั้ง และประสิทธิภาพจะไม่เต็ม 100% จะอยู่ที่ประมาณ 80% เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการประจุและจ่ายประจุ แบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและเสียหายได้ง่ายหากดูแลรักษาไม่ดีเพียงพอหรือใช้งานผิดวิธี รวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องด้วยวิธีการใช้, การบำรุงรักษา, การประจุและอุณหภูมิ เป็นต้น

2.3.1 ความสามารถในการจัดเก็บพลังงาน

ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงานมีหน่วยเป็น แอมแปร์-ชั่วโมงพลังงานในแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 100 แอมแปร์-ชั่วโมง เท่ากับ 12 โวลต์ x 100 แอมแปร์-ชั่วโมง หรือ 12 โวลต์ x 100 แอมแปร์-ชั่วโมง x 3600 วินาที จะได้เท่ากับ 4.32 เมกะจูล ถ้าแบตเตอรี่ที่ใช้เป็น 100 แอมแปร์-ชั่วโมง เท่ากับว่าแบตเตอรี่จะจ่ายกระแส 1 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 100 ชั่วโมง หรือ แบตเตอรี่จ่ายกระแส 10 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง เช่นเดียวกับแบตเตอรี่จ่ายกระแส 5 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งทั้งหมดนี้จ่ายกระแสเท่ากับ 100 แอมแปร์-ชั่วโมง ทั้งสิ้น จะเห็นได้ว่า แบตเตอรี่ที่มีความจุเท่ากันอาจมีความเร็วในการจ่ายกระแสต่างกันได้ ดังนั้น การจะทราบความจุของแบตเตอรี่ต้องทราบถึงอัตราการจ่ายกระแสด้วย มักกำหนดเป็นจำนวนชั่วโมงของการจ่ายกระแสเต็มที่

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [1, 6] นิยมใช้เป็นตัวกำลังขับเคลื่อนในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะมีคุณสมบัติสามารถปรับความเร็วได้ ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดไปจนถึงความเร็วสูงสุด เช่น อุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมรถลูกเหล็ก หรือในโรงงานเส้นใย โพลีเอสเตอร์ เป็นต้น และยังสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือน เช่น พัดลม เครื่องปั่นอาหาร สว่าน เป็นต้น ในการศึกษามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักส่วนต่างๆของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและทำความเข้าใจหลักการการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

2.4.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ส่วนประกอบหลักๆของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีดังนี้

- 1) ขดลวดสนามแม่เหล็ก คือ ขดลวดที่พันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดอยู่กับ โครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็ก ขั้วเหนือและขั้วใต้แทนแม่เหล็กถาวร ขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาจใช้น้ำยานวน
- 2) ขั้วแม่เหล็ก คือ แกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็ก จะถูกยึดติดอยู่กับ โครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากเหล็กอ่อนบางๆวางซ้อนกัน เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวนที่จะทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุดแทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี
- 3) โครงมอเตอร์ คือ ส่วนที่ใช้หุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนที่อยู่กับที่ของมอเตอร์ไว้ภายใน ร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

- 4) อาร์เมเจอร์ คือ ส่วนที่เคลื่อนที่ยึดติดกับเพลลา ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากแผ่นเหล็กบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเจาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อใช้พันขลวดอาร์เมเจอร์ ขลวดอาร์เมเจอร์เป็นขลวดคอบน้ำยาฉนวน ร่องขลวดอาร์เมเจอร์จะมีขลวดพันอยู่ และมีลิมไฟเบอร์อัดแน่นยึดขลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ เมื่อเกิดการหักล้างและเสริมกันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่
- 5) คอมมิวเตเตอร์ คือ ส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลลา ร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก โดยแต่ละแท่งทองแดงคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟฟ้าตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขลวดอาร์เมเจอร์
- 6) แปรงถ่าน คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ผลิตมาจากคาร์บอน หรือแกรไฟต์ผสมทองแดง เพื่อให้แข็งแรงและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปยังคอมมิวเตเตอร์

2.4.2 การต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมี 3 แบบ คือ

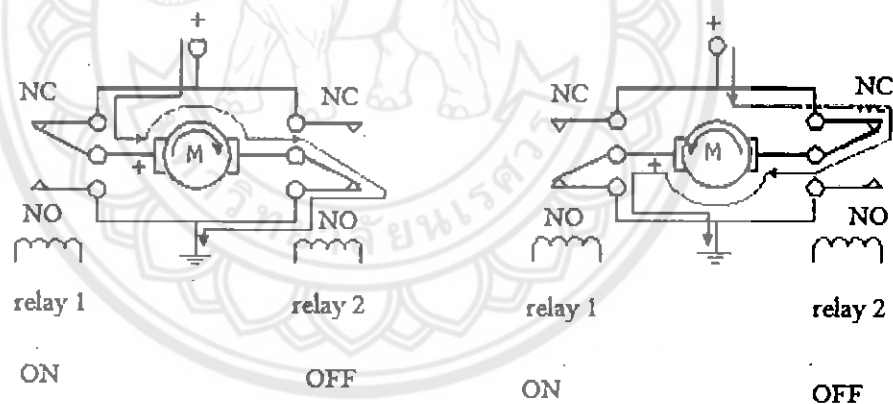
- 1) แบบขนาน ซึ่งมีคุณลักษณะความเร็วคงที่ แรงบิดหมุนต่ำ ความเร็วรอบคงที่ ซึ่งก็คือ มอเตอร์แบบที่ใช้ในพัดลม
- 2) แบบอนุกรม มีคุณสมบัติแรงบิดสูง ความเร็วรอบของมอเตอร์จะสูงมาก หากไม่มีการต่อกับ โหลด แต่เมื่อทำการต่อ โหลดเข้ากับวงจร ความเร็วรอบก็จะลดลงตามโหลด นั่นคือ ถ้าต่อ โหลดมากความเร็วก็จะลดลงมาก แต่หากนำไปใช้งานโดยไม่ทำการต่อ โหลดเข้าในวงจรจะทำให้เกิดอันตรายได้
- 3) แบบผสม เป็นการนำแบบขนานกับแบบอนุกรมมารวมกัน มีคุณลักษณะพิเศษคือ แรงบิดสูง ความเร็วรอบคงที่ทั้งตอนที่ไม่ได้ต่อ โหลดเข้ากับวงจรจนกระทั่ง โหลดเต็มที่

2.4.3 การควบคุมความเร็วมอเตอร์

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ โดยปกติมีหลักการทำงานคือ เมื่อป้อนแหล่งจ่ายไฟตามขนาดแรงดันที่รับได้ของมอเตอร์เข้าไป จะทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนด้วยความเร็วสูงสุด คงที่ในทิศทางเดียวเสมอ และจะหยุดหมุนเมื่อทำการถอดแหล่งจ่ายออก และถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับด้าน ก็ต้องกลับแหล่งจ่ายที่ป้อนให้กับมอเตอร์ ส่วนการจะทำให้มอเตอร์หมุนช้าลงนั้น ก็ต้องทำการลดระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ แต่ทำให้แรงของมอเตอร์ตกลงไปด้วย จะเห็นได้ว่าการควบคุมด้วยแหล่งจ่ายเป็นวิธีที่ง่ายแต่มีความยุ่งยากและควบคุมได้ไม่ดี ซึ่งในแนวทางของอิเล็กทรอนิกส์จึงได้คิดวงจรควบคุมมอเตอร์ขึ้น เพื่อความสะดวกในการใช้งานให้มากขึ้น

2.4.4 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

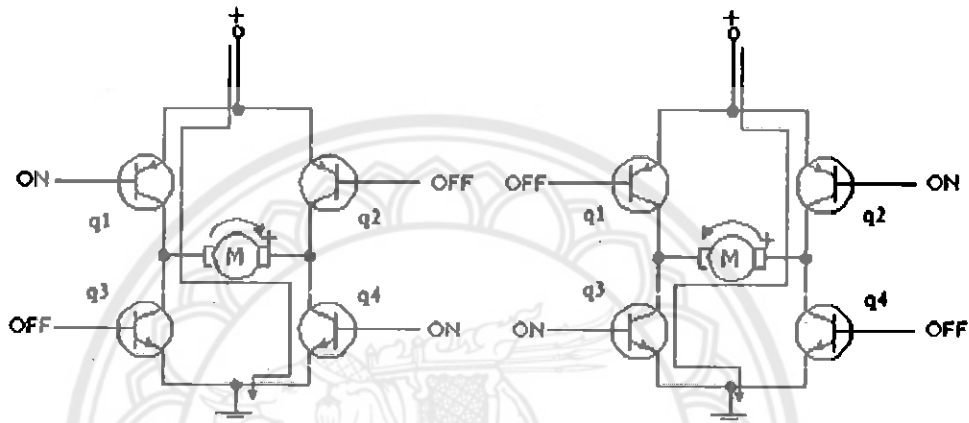
ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น จะต้องมีส่วนของวงจรขับ ส่วนวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์สามารถใช้รีเลย์ต่อวงจรเพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟฟ้ากระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลัง เช่น ทรานซิสเตอร์แบบมอสเฟต



รูปที่ 2.7 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์ [10]

จากรูปที่ 2.6 เป็นการใช้อุปกรณ์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่น ให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

จากรูปที่ 2.7 เป็นวงจรรีเลย์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ถ้าหากกำหนดให้ ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์ จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา ในทำนองเดียวกัน ถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจาก ทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย ซึ่งจะส่งผล ให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนเป็นทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.8 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์ไฟฟ้า [11]

จากทฤษฎีเบื้องต้นที่ได้ทำการศึกษาในบทนี้ทำให้มีความเข้าใจการทำงานของระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการทำงานของเซ็นเซอร์ เมื่อทำการศึกษาบทนี้แล้วบทต่อไปจะเป็นการ สร้างหุ่นยนต์ต้นแบบขึ้นเพื่อทดสอบทฤษฎีในบทนี้ว่าถูกต้องหรือไม่

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

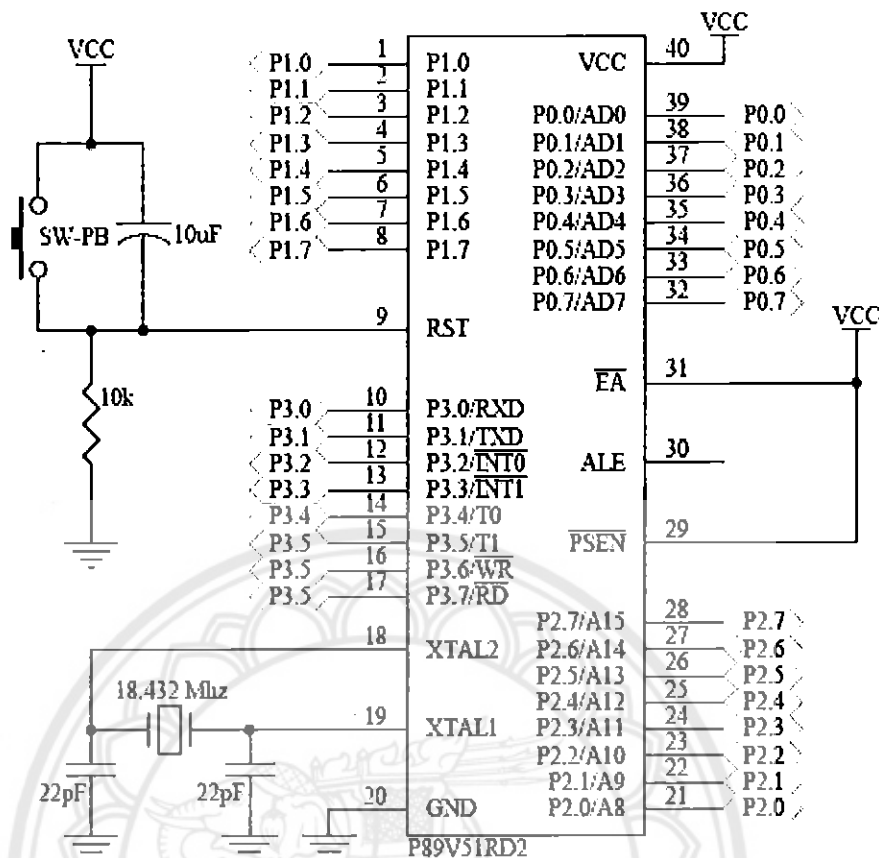
โครงการหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติมีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อเพื่อการศึกษาและออกแบบสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบ ที่ใช้ในการเก็บลูกปิงปองแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบสายพานลำเลียง เคลื่อนย้ายลูกปิงปองมาไว้ในภาชนะเก็บลูกปิงปอง ในบทนี้จะกล่าวถึงวงจรที่ควบคุมและขั้นตอนในการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติรวมไปถึงบอกอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทำด้วย

3.1 วงจรที่ใช้ในหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

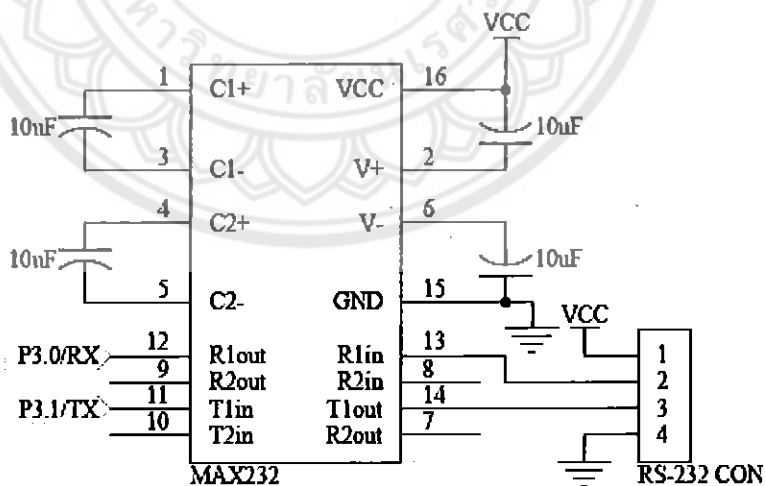
วงจรที่ใช้ในหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติแบ่งออกเป็นวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์วงจรจ่ายไฟวงจรเซ็นเซอร์อินฟราเรดและวงจรควบคุมการเคลื่อนที่

3.1.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 มีพอร์ตอนุกรมซึ่งใช้รับส่งข้อมูลตามมาตรฐานของ MCS-51 ทั่วไป ซึ่งยังสามารถใช้ควาน์โพลคโปรแกรมลงหน่วยความจำโปรแกรม สัญญาณที่ออกมาจากพอร์คของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเป็นสัญญาณระดับทีทีแอล ซึ่งมีระดับสัญญาณอยู่ที่ 0-5 โวลต์ แต่ในการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 นั้นต้องใช้วงจรสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมซึ่งใช้ไอซี MAX232 เป็นตัวปรับระดับสัญญาณจากระดับทีทีแอล ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ RS-232 โดยสามารถต่อวงจรได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 [11]

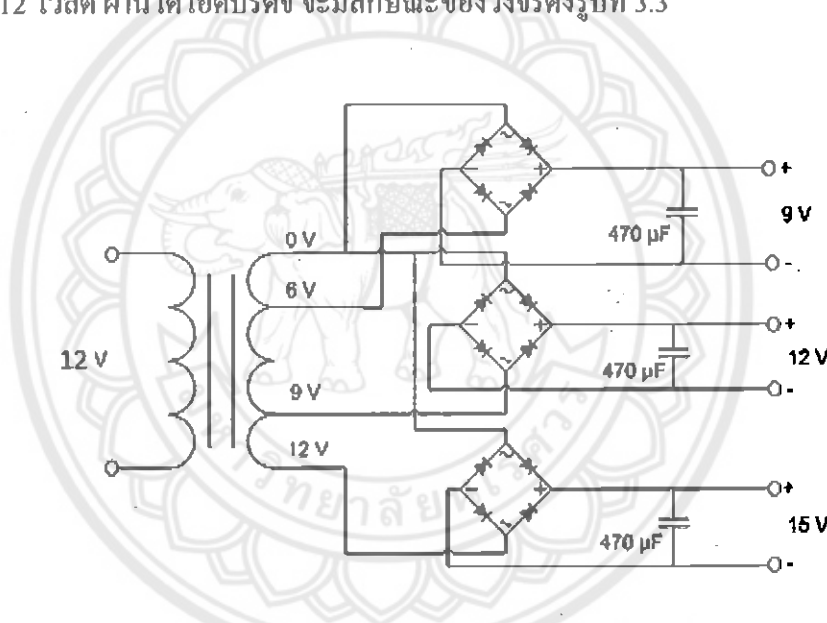


รูปที่ 3.2 วงจรปรับระดับสัญญาณโดยใช้ไอซี MAX232 [11]

จากรูปที่ 3.1 และ 3.2 แสดงลักษณะวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข P89V51RD2 โดยทำการป้อนลอจิก “1” เข้าที่ขา EA (External Access Enable) เป็นการเลือกใช้หน่วยความจำของโปรแกรมภายใน ซึ่งทำการต่อกับไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ที่ขา RST ทำการต่อสวิตช์และตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัด เพื่อใช้เป็นตัวรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นตัวสร้างสัญญาณนาฬิกาเพื่อให้อุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้ และต่อไฟเลี้ยงที่ขา PSEN (Program Store Enable) เพื่อใช้ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

3.1.2 วงจรจ่ายไฟ

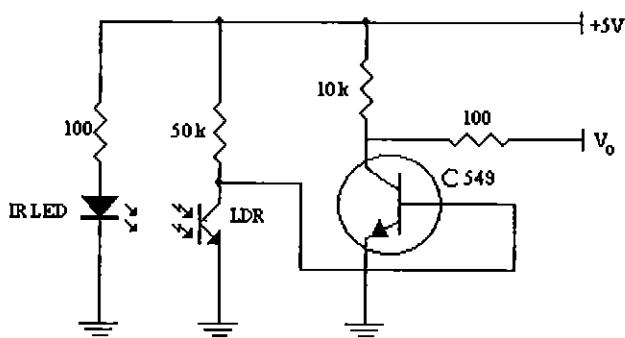
วงจรจ่ายไฟนั้นจะใช้ไฟจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ต่อผ่านหม้อแปลงเป็นแรงดันกระแสสลับ 6, 9 และ 12 โวลต์ ผ่านไดโอดบริดจ์ จะมีลักษณะของวงจรดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรภาคจ่ายไฟ [11]

จากรูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของวงจรจ่ายไฟให้กับหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ โดยจากวงจรจ่ายไฟกระแสสลับ 12 โวลต์ ผ่านหม้อแปลงเป็นไฟกระแสสลับ 6, 9 และ 12 โวลต์ จากนั้นผ่านวงจรเรียงกระแสเพื่อเปลี่ยนไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง แล้วแบ่งสามส่วน ส่วนแรกจะได้ไฟเป็นกระแสตรง 9 โวลต์ จากนั้นจะต่อผ่านวงจรรวมหมายเลข 7805 เพื่อรักษาแรงดันเป็น 5 โวลต์ จ่ายเป็นไฟเลี้ยงให้กับแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนที่สองจะได้ไฟเป็นกระแสตรง 12 โวลต์ จ่ายให้กับรีเลย์และส่วนที่สามจะได้ไฟเป็นกระแสตรง 15 โวลต์ จ่ายเพื่อเลี้ยงวงจรรวมขับมอเตอร์ หมายเลข L298

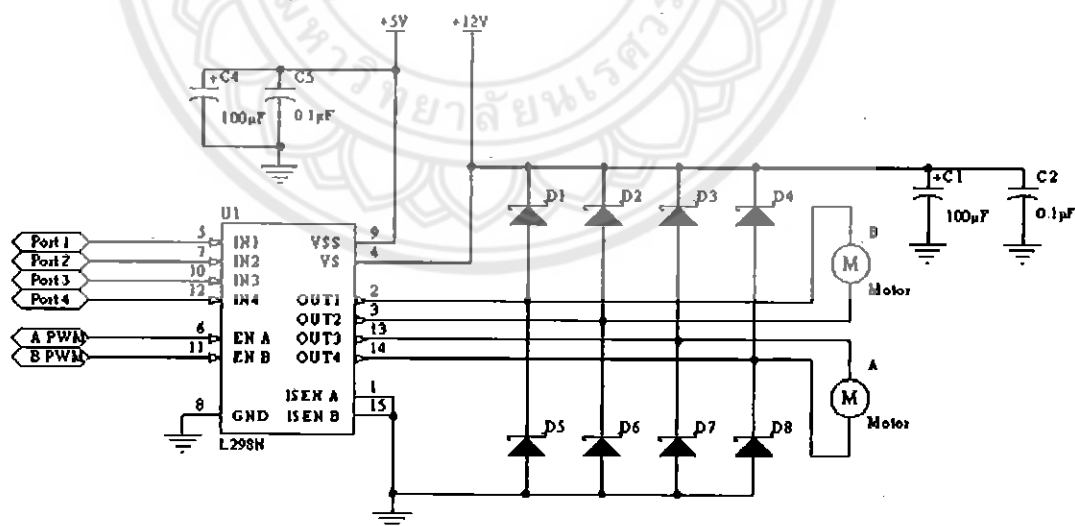
3.1.3 วงจรเซ็นเซอร์อินฟราเรด



รูปที่ 3.4 วงจรเซ็นเซอร์อินฟราเรด [11]

จากรูปที่ 3.4 แสดงรูปวงจรเซ็นเซอร์อินฟราเรด โดยใช้ไดโอดเปล่งแสงเป็นตัวส่งแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วงอินฟราเรด และใช้ตัวต้านทานไวแสงเป็นตัวรับ เมื่อมีการรับ-ส่งสัญญาณจะถูกขยายโดยต่อไอซี C549 ก่อนส่งออกไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1.4 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์



รูปที่ 3.5 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ [11]

จากรูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์โดยใช้วงจรรวมหมายเลข L298 โดยทำการป้อนไฟเลี้ยง 5 โวลต์เพื่อจ่ายให้กับไอซี และทำการป้อนไฟเลี้ยง 12 โวลต์เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงเมื่อสัญญาณที่ขา EN A และ EN B เป็นลอจิก "1" จะทำให้มอเตอร์ A และมอเตอร์ B อยู่ในสภาวะพร้อมทำงาน เมื่อขา IN 1 และ IN 3 เป็นลอจิก "1" มอเตอร์ A และ มอเตอร์ B จะหมุนตามเข็มนาฬิกา (เคลื่อนที่ไปข้างหน้า) เมื่อขา IN 2 และ IN 4 เป็นลอจิก "1" มอเตอร์ A และ มอเตอร์ B จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา (เคลื่อนที่ถอยหลัง)

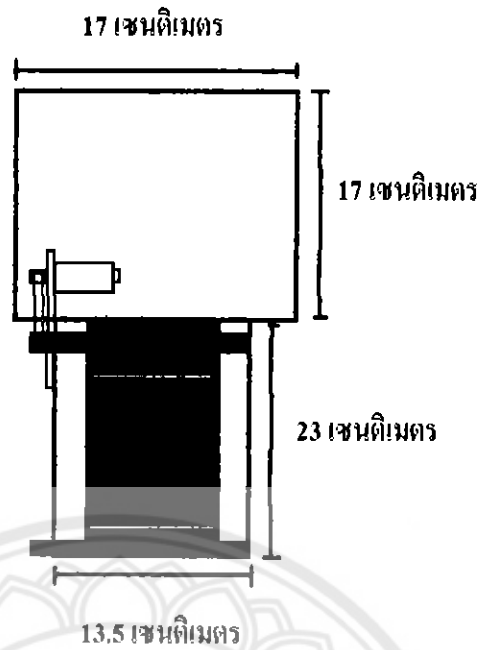
3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

ในการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ ประกอบด้วย ส่วนฐาน ส่วนกล่องเก็บวัตถุและระบบลำเรียง ซึ่งประกอบกันเป็นหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ ดังนี้



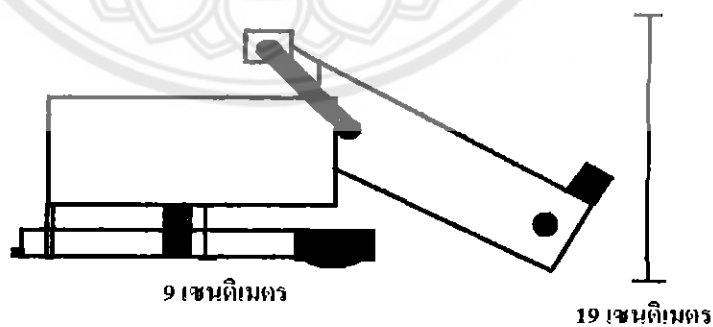
รูปที่ 3.6 โครงสร้างฐานหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

ตัวฐานของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติมีความกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 17 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปที่ 3.6 ในส่วนฐานของหุ่นยนต์ใช้ลูมิเนียมลากเพื่อเพิ่มความแข็งแรงสามารถวางแบตเตอรี่ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้



รูปที่ 3.7 โครงร่างกล่องเก็บวัตถุและระบบลำเรียง

ส่วนบนของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติประกอบด้วยกล่องเก็บวัตถุทำจากแผ่นอะคริลิก และสายพาน ทั้งสองเชื่อมต่อกันโดยแผ่นอลูมิเนียมแล้วยึดด้วยน๊อตให้ติดกัน ดังรูปที่ 3.7 ระบบสายพานใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายแรงดันจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ฐานด้านล่างและส่วนบนเชื่อมต่อกันด้วยโครงอลูมิเนียมสูง 9 เซนติเมตร และใช้น๊อตยึดติดกันแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 รูปแบบโครงสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

หลักจากที่ได้ทำการออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติและวงจรที่จำเป็นแล้วต่อไปเป็นการลงมือสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีวัสดุอุปกรณ์และขั้นตอน ดังต่อไปนี้

วัสดุอุปกรณ์

- 1) IC P89V51RD2 + SOCKET 40 PIN
- 2) IC MAX232
- 3) Crystal 11.0592 MHz
- 4) ไดโอดบริดจ์
- 5) ไดโอดเปล่งแสง
- 6) เทอร์มินอล 8 ขา
- 7) ตัวต้านทาน
- 8) ตัวเก็บประจุ
- 9) แผ่นปริ้นท์ และกรรคักปริ้นท์
- 10) สายไฟ
- 11) ชิงค์ระบายความร้อน
- 12) อลูมิเนียมฉาก (ความหนา 1-2 มิลลิเมตร)
- 13) อะคริลิก (ความหนา 3 มิลลิเมตร)
- 14) ล้อ และมอเตอร์กระแสตรง
- 15) ล้ออิสระ
- 16) สวิตช์
- 17) แบตเตอรี่
- 18) นอต และ خارองแผ่นปริ้นท์
- 19) ขากรรเกา

โครงสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

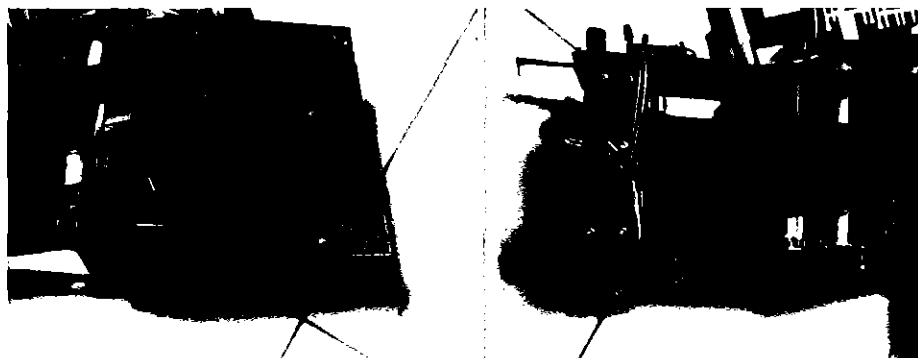
- 1) ทำการตัดอลูมิเนียมฉากตามขนาดที่ออกแบบไว้ วางแบบให้สมดุลก่อนเจาะอลูมิเนียมแล้วยึดติดกันด้วยน็อต
- 2) นำล้อและมอเตอร์กระแสตรงมาประกอบเข้ากับโครงรถในส่วนหน้าทั้งสองข้าง และติดล้ออิสระไว้ตรงกลางด้านท้ายรถ
- 3) ทำโครงเสาอลูมิเนียมเพื่อใช้ยึดกล่องเก็บวัตถุและระบบลำเรียง
- 4) นำแบตเตอรี่ และแผงวงจรมาประกอบเข้ากับตัวฐาน จากนั้นต่อแผงวงจรเข้ากับแบตเตอรี่ และเชื่อมสวิตช์ทั้ง 2 ตัว เพื่อเปิด-ปิด การจ่ายแหล่งไฟให้กับวงจร



รูปที่ 3.9 โครงหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

3.3 การสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

- 1) ตัดแผ่นอะคริลิกตามที่ออกแบบไว้ ขนาด 17 x 17 x 7 เซนติเมตร เพื่อทำกล่องเก็บวัตถุ
- 2) ตัดอลูมิเนียมให้ได้ความสูง 7 เซนติเมตร แล้วประกอบเข้ากับอะคริลิกที่ตัดไว้ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง
- 3) ตัดอลูมิเนียมให้ได้ความสูง 2.5 เซนติเมตร แล้วตัดให้ได้มุม 90 องศาเพื่อใช้ยึดระหว่างกล่องเก็บวัตถุกับระบบลำเลียง
- 4) ตัดแผ่นอะคริลิกตามที่ได้ออกแบบไว้ ขนาด 13.5 x 23 x 7 เซนติเมตร 4 ชิ้นเท่าๆกัน เพื่อทำระบบลำเลียง
- 5) ตัดยางรถเก่า ขนาด 6 x 50 เซนติเมตร และอะคริลิก 4 ชิ้น ขนาดชิ้นละ 2.5 x 10 เซนติเมตร และประกอบเข้าด้วยกัน
- 6) ตัดแกนเหล็กยาว 16 เซนติเมตร รัศมี 0.5 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน
- 7) ตัดอะคริลิกคล้ายรูปตัวแซทและนำมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ ประกอบเข้าด้วยกันด้วยน็อต
- 8) ประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้วทำการยึดฐานเข้ากับกล่องเก็บวัตถุ และตรวจสอบความพร้อมเรียบร้อย



รูปที่ 3.10 กล้องเก็บวัตถุและระบบลำเรียง

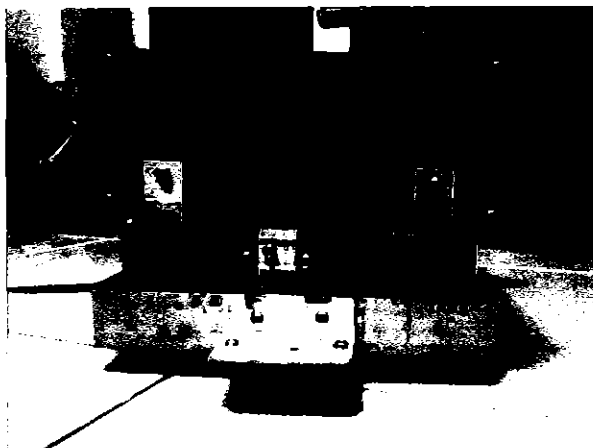


รูปที่ 3.11 มอเตอร์ขับเคลื่อน

- 9) นำส่วนบนและโครงหุ่นยนต์ส่วนล่างมาประกอบเข้าด้วยกันโดยยึดติดกันด้วยนอตและอลูมิเนียม และตรวจสอบความเร็วรอบของหุ่นยนต์



รูปที่ 3.12 หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติด้านข้าง



รูปที่ 3.13 หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติด้านหลัง



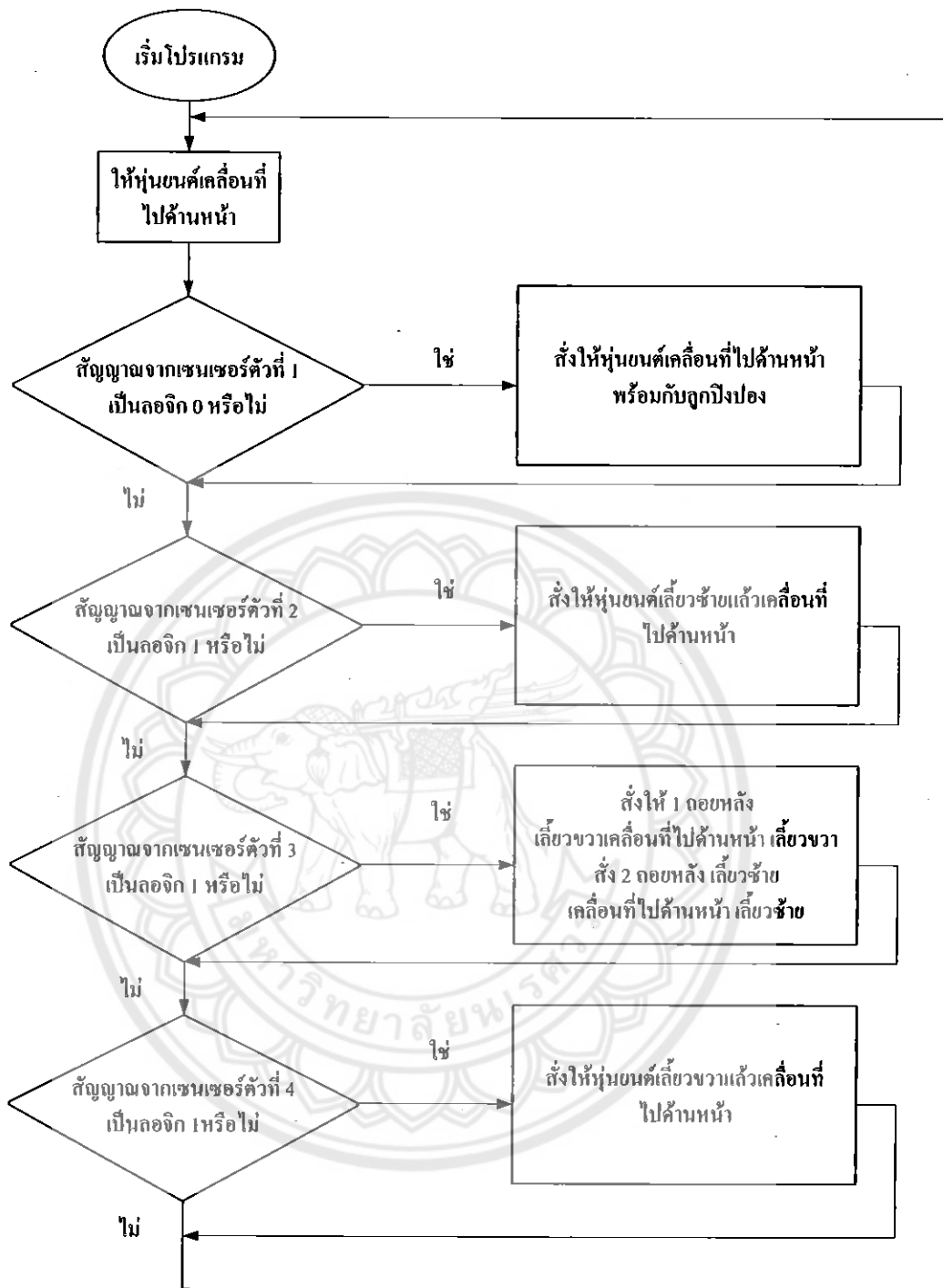
รูปที่ 3.14 หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติด้านหน้า



รูปที่ 3.15 ทิศทางการเก็บวัตถุ

3.4 ขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

การทำงานของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ เป็นการเคลื่อนที่อิสระเพื่อทำการเก็บลูกปิงปอง โดยมีเซ็นเซอร์เป็นตัวควบคุมในการเก็บเมื่อมีลูกปิงปองตัดผ่านตัดผ่านเซ็นเซอร์ ลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์ควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมภาษาซีที่เขียนขึ้นสามารถอธิบายการทำงานได้ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ผังงานการทำงานของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

การออกแบบ โครงสร้างของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของแบบอัตโนมัติจะทำการออกแบบให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ โดยใช้เซ็นเซอร์เป็นตัวควบคุมทั้งหมด โดยโครงสร้างของหุ่นยนต์จะประกอบไปด้วย ส่วนตัวรถ ส่วนระบบลำเลียง แต่ละส่วนจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อน

จากการออกแบบและได้สร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติขึ้นมา ทำให้ทราบถึงความสำคัญในการออกแบบหุ่นยนต์ต้นแบบ ไม่ว่าจะเป็นส่วนใดของโครงสร้างก็ตาม เช่น การทำงานของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์และขั้นตอนการสร้างหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญที่นำมาประกอบขึ้นเป็นหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ เพื่อที่บทความต่อไปจะได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ เพื่อให้ได้หุ่นยนต์ต้นแบบที่สมบูรณ์



บทที่ 4

ผลการทดสอบ

หลังการศึกษาทฤษฎีและหลักการทํางาน และลงมือสร้างหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ (ในที่นี้ใช้ลูกปิงปองในการทดสอบ) แล้วในบทนี้จะเป็นการทดสอบการทํางานของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ และตรวจสอบความสามารถและขีดจำกัดในการทํางานของหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 7 หัวข้อ ดังนี้

- ทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
- ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่
- ทดสอบความสามารถในการเก็บลูกปิงปอง
- ทดสอบทิศทางการเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง
- ทดสอบความสามารถในการเก็บลูกปิงปองตามจำนวนที่กำหนด
- ทดสอบความเร็วในการเก็บลูกปิงปองแบบอัตโนมัติ
- ทดสอบหาระยะตรวจจับสูงสุดของเซ็นเซอร์

4.1 ทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

ทำการจับเวลาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ โดยกำหนดระยะทางเพื่อทดสอบหาความเร็วในการเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 4.1 และผลจากการทดลองดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การทดสอบความเร็วระยะทาง 1 เมตร

ตารางที่ 4.1 ตารางการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ

การทดสอบ	ความเร็วในการเคลื่อนที่ (วินาที)					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
เคลื่อนที่ไปข้างหน้า เป็นระยะ 1 เมตร	11.76	12.06	11.61	12.11	11.01	11.71
	11.75	11.59	11.59	11.54	11.09	11.51
	12.01	12.02	12.09	11.55	12.03	11.94
	11.59	12.01	11.58	12.11	11.59	11.77
	11.74	11.72	12.11	11.58	12.04	11.84
	ค่าเฉลี่ยรวม					11.75

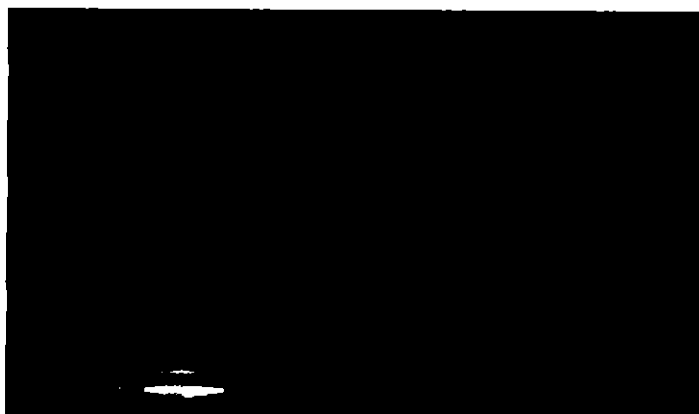
จากตารางการทดสอบความเร็ว สรุปได้ว่า หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 5.12 เมตรต่อนาที โดยความเร็วที่ได้ขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ซึ่งหากอายุของแบตเตอรี่ที่ใช้มีระยะเวลานานพอสมควรแล้วจะส่งผลให้ความเร็วของหุ่นยนต์ลดลง

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

ทำการอัดประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ให้เต็ม หลังจากนั้นก็นำที่กั้นมาถ่วงน้ำหนักหุ่นยนต์เพื่ออยู่ในขอบเขตที่กำหนดดังรูปที่ 4.3 ทำการจับเวลาจนกว่ารถจะหยุดเคลื่อนที่เพื่อหาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่



รูปที่ 4.2 แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์



รูปที่ 4.3 การทดสอบแบตเตอรี่ในพื้นที่จำกัด

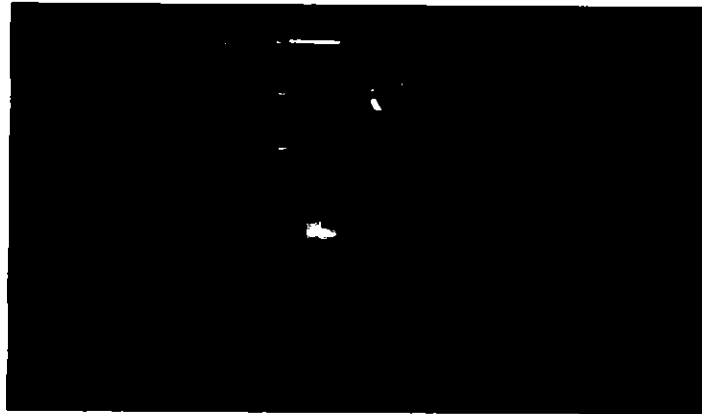
ตารางที่ 4.2 ตารางทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่

จำนวนครั้งในการทดสอบ (ครั้งที่)	ผลการทดสอบ (นาที)
1	61
2	57
3	52
ค่าเฉลี่ย	56.67

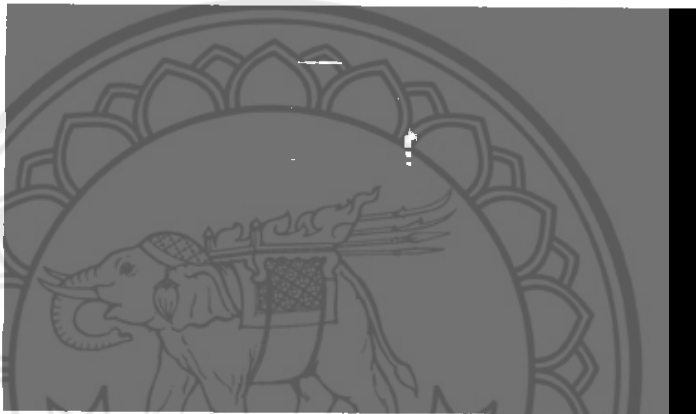
จากตารางการทดสอบหาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ สามารถสรุปได้ว่า แบตเตอรี่สามารถใช้งานต่อรอบการชาร์จแบตเตอรี่ได้ประมาณ 56.67 นาที และอายุการใช้งานมีแนวโน้มจะลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากการเสื่อมของแบตเตอรี่ตามอายุการใช้งาน

4.3 ทดสอบความสามารถในการเก็บลูกปิงปอง

จัดวางลูกปิงปองตามที่กำหนดสังเกตการเก็บลูกปิงปองของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ โดยกำหนดจำนวนลูกปิงปองเพื่อทดสอบหาความสามารถในการเก็บลูกปิงปอง



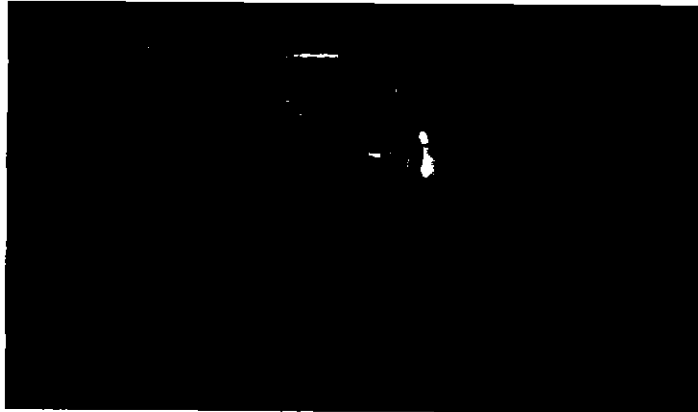
รูปที่ 4.4 การเก็บลูกปิงปอง 1 ลูก



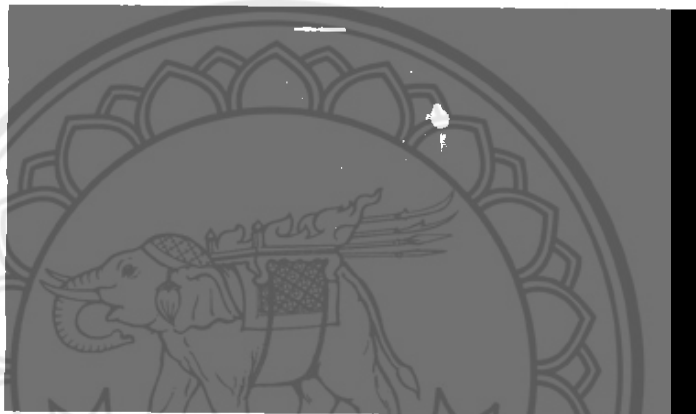
รูปที่ 4.5 การเก็บลูกปิงปอง 2 ลูก



รูปที่ 4.6 การเก็บลูกปิงปอง 3 ลูก



รูปที่ 4.7 การเก็บลูกบึงปอง 4 ลูก



รูปที่ 4.8 การเก็บลูกบึงปอง 5 ลูก

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดสอบความสามารถในการเก็บสิ่งของ

จำนวนลูกบึงปอง	ผลการทดสอบ
ครั้งละ 1 ลูก	สามารถเก็บได้
ครั้งละ 2 ลูก	สามารถเก็บได้
ครั้งละ 3 ลูก	สามารถเก็บได้
ครั้งละ 4 ลูก	สามารถเก็บได้
ครั้งละ 5 ลูก	ไม่สามารถเก็บได้

จากการทดสอบ พบว่าหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติสามารถเก็บลูกปิงปองได้สูงสุดไม่เกินครั้งละ 4 ลูก เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของตัวเก็บที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าของหุ่นยนต์มีขนาดเล็ก ในกรณีที่นำลูกปิงปอง 4 ลูก มาจัดเรียงแบบแถวตรง หุ่นยนต์จะสามารถเก็บได้สูงสุดเพียง 2 ลูกต่อครั้ง

4.4 ทิศทางการเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง

ทำการทดสอบลักษณะการเคลื่อนที่บนพื้นเรียบของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ เมื่อพบสิ่งกีดขวาง และทำการสังเกตผลการทดสอบอย่างต่อเนื่อง

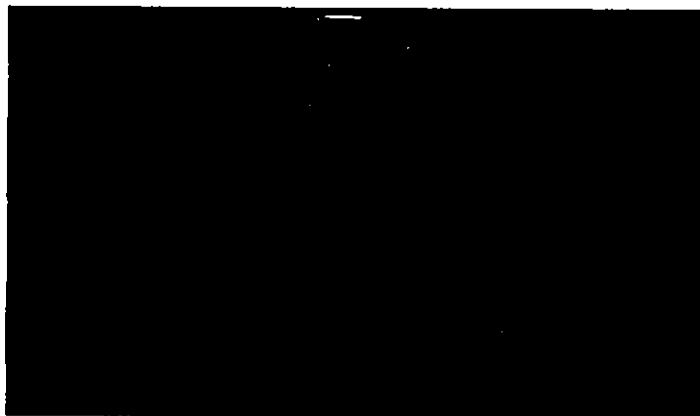
ตารางที่ 4.4 ตารางทิศทางการเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง

เซ็นเซอร์ที่ตรวจพบ	ลักษณะการเคลื่อนที่
ด้านขวา	เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา แล้วเดินตรงไปข้างหน้า
ด้านหน้า	แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ตรวจพบครั้งที่ 1 ถอยหลัง เลี้ยวขวา เลี้ยวขวา แล้วเดินไปข้างหน้า ตรวจพบครั้งที่ 2 ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวซ้าย แล้วเดินไปข้างหน้า
ด้านซ้าย	เลี้ยวขวา เลี้ยวซ้าย แล้วเดินตรงไปข้างหน้า

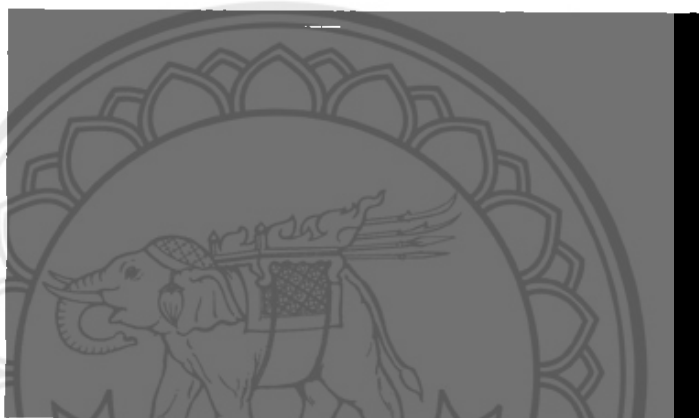
จากการทดสอบจะสามารถสรุปลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามตารางที่ 4.3 โดยที่เซ็นเซอร์จะตรวจพบสิ่งกีดขวางเมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าใกล้วัตถุโดยมีระยะห่างประมาณ 10 เซนติเมตร ในกรณีที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอการทำงานของเซ็นเซอร์จะทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจสอบของเซ็นเซอร์ลดลง และส่งผลให้หุ่นยนต์ไม่สามารถทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด

4.5 ความสามารถในการเก็บลูกปิงปองตามจำนวนที่กำหนด

การทดสอบหาประสิทธิภาพในการเก็บลูกปิงปองของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ ซึ่งมีการจัดเรียงลูกปิงปองในลักษณะที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.9 ถึงรูปที่ 4.12



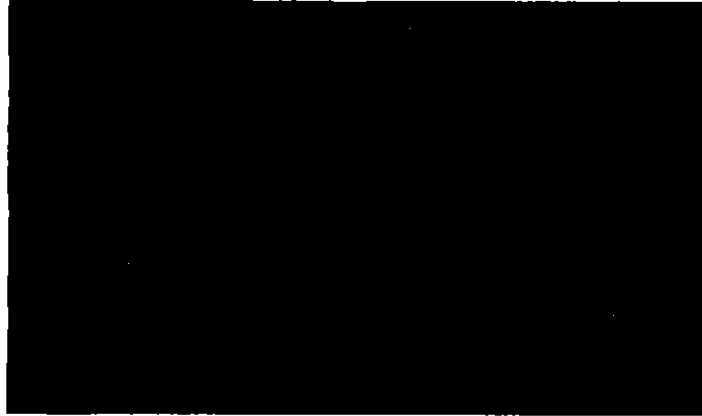
รูปที่ 4.9 การเก็บลูกปิงปอง 1 ลูก



รูปที่ 4.10 การเก็บลูกปิงปอง 10 ลูก เรียง 2



รูปที่ 4.11 การเก็บลูกปิงปอง 15 ลูก เรียง 3



รูปที่ 4.12 การเก็บลูกปิงปอง 20 ลูก เรียง 4

ตารางที่ 4.5 ตารางความสามารถในการเก็บลูกปิงปองตามจำนวนที่กำหนด

การทดสอบ	ความสามารถในการเก็บลูกปิงปอง					ค่าเฉลี่ย (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
5 ลูก เรียงที่ละ 1	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	100
10 ลูก เรียงที่ละ 2	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	100
15 ลูก เรียงที่ละ 3	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	80
20 ลูก เรียงที่ละ 4	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	70

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพในการเก็บลูกปิงปองจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการจัดเรียงลูกปิงปองเป็นหลัก ซึ่งมีการจัดเรียงลูกปิงปองจำนวนครั้งละมากๆ โอกาสที่หุ่นยนต์จะเก็บลูกปิงปองผิดพลาดก็จะมากขึ้นตาม เนื่องจากขีดจำกัดของตัวเก็บที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าหุ่นยนต์มีขนาดแคบเกินกว่าที่ลูกปิงปองตั้งแต่ 5 ลูกจะผ่านเข้าไปได้

4.6 ทดสอบความเร็วในการเก็บลูกปิงปองแบบอัตโนมัติ

การทดสอบหาความเร็วในการเก็บลูกปิงปองจำนวน 20 ลูกในขอบเขตที่กั้นด้วยกล่องกระดาษแข็ง และทำการจับเวลาจนกว่าจะเก็บลูกปิงปองได้หมด



รูปที่ 4.13 การทดสอบการเก็บลูกปิงปอง

ตารางที่ 4.6 ตารางความเร็วในการเก็บลูกปิงปองตามจำนวนที่กำหนด

การทดสอบ	ความเร็วการเก็บลูกปิงปอง (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
ความกว้างและความยาว ของที่กัน 1.5 เมตร	15	28	25	22.66
	30	19	26	25.67
	22	29	28	26.33
	27	18	31	25.33
	32	29	24	28.33
	ค่าเฉลี่ยรวม				25.66

จากผลการทดลอง สามารถสรุปได้ว่าความเร็วในการเก็บลูกปิงปองประมาณ 0.7 ลูกต่อ นาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาแล้วถือว่าช้ามาก ทั้งนี้เนื่องจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไม่สามารถคาดเดาได้ ในกรณีที่มีลูกปิงปองอยู่ติดขอบกัน หุ่นยนต์จะไม่สามารถเก็บได้เพราะคำสั่งที่ป้อนให้กับตัวหุ่นยนต์ ในกรณีที่เจอสิ่งกีดขวางให้ถอยหลังเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา ขึ้นอยู่กับเซ็นเซอร์ตัวที่ตรวจเจอสิ่งกีดขวาง

4.7 ทดสอบระยะตรวจจับสูงสุดของเซ็นเซอร์

การทดสอบหาระยะการตรวจจับของสูงสุดของหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ และบันทึกค่าที่ได้จากการทดสอบลงตาราง



รูปที่ 4.14 ตำแหน่งเซ็นเซอร์แต่ละจุด

ตารางที่ 4.7 ตารางทดสอบระยะตรวจจับสูงสุดของเซ็นเซอร์

การทดสอบ	ระยะตรวจจับสูงสุดที่วัดได้ (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
ซ้าย	6.50	7.00	6.30	6.70	6.10	6.52
ขวา	6.40	7.00	7.10	6.10	6.20	6.56
บน	6.50	6.30	6.90	6.40	7.20	6.66
กลาง	1.90	2.20	1.90	1.80	2.10	1.98
ค่าเฉลี่ยรวม						5.43

จากการทดลองหาระยะการตรวจจับของเซ็นเซอร์ ได้ค่าเฉลี่ยประมาณ 5.43 เซนติเมตรจากตารางผลการทดลองที่ 4.7 จะสังเกตได้ว่าระยะที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้มีค่าไม่แน่นอน เนื่องจากปริมาณแสงขณะทดลองไม่เท่ากันในกรณีที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าใกล้กำแพงในมุมที่แตกต่างกันก็จะส่งผลให้ระยะที่วัดได้ไม่เท่ากันด้วยเช่นกัน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาลงมือสร้าง และทำการทดสอบหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติแล้ว ในบทนี้เป็นการสรุปผลการทำโครงการ ปัญหาและแนวทางแก้ไข รวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างต้นแบบหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติเพื่อใช้ในการศึกษาการทำงานและโครงสร้างของหุ่นยนต์ ทำการควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานแบบอัตโนมัติ และอินฟราเรดเซ็นเซอร์เพื่อตรวจจับสิ่งกีดขวางและตรวจจับวัตถุ โดยการหลบหลีกสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์จะต้องสามารถเลี้ยวซ้าย-ขวา ถอยหลัง และหมุนตัวกลับได้ การจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติ ได้เลือกใช้แบตเตอรี่ชนิดแห้ง 12 โวลต์มาเป็นตัวจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรต่างๆ เพื่อให้การทำงานเป็นแบบไร้สาย

เมื่อทำการทดสอบขีดความสามารถของหุ่นยนต์แบ่งเป็นด้านการเคลื่อนที่ ความเร็ว และการทำงานของเซ็นเซอร์ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า หุ่นยนต์เก็บสิ่งของที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้ และสามารถเก็บสิ่งของได้เอง ในส่วนของความเร็วในการเคลื่อนที่มีข้อจำกัดอยู่ที่แบตเตอรี่ที่ใช้ เมื่อแบตเตอรี่อ่อนลงจะส่งผลให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ลดลงไปด้วย ซึ่งจากการทดสอบยังพบข้อผิดพลาดในการทำงาน ดังนั้นจึงมีการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อให้หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติมีประสิทธิภาพในการใช้งานจริงต่อไป

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

- 1) เนื่องจากน้ำหนักของแบตเตอรี่ที่ใช้มีน้ำหนักมากเกินไป จึงต้องทำการเปลี่ยนโครงหุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติจากเดิมที่ใช้แผ่นอะคริลิกมาเป็นอลูมิเนียมฉากเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงหุ่นยนต์
- 2) เนื่องจากรถสามารถเคลื่อนที่ได้ช้าเกินไป จึงต้องทำการเปลี่ยนมอเตอร์กระแสตรงให้มีความเร็วรอบมากกว่าเดิมเพื่อเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ให้คล่องแคล่วขึ้น
- 3) เนื่องจากเซ็นเซอร์ที่ใช้ไม่สามารถทำงานในขณะที่มีแสงสว่างน้อยได้จึงต้องทำการเปลี่ยนเซ็นเซอร์ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมมาใช้งานทดแทน
- 4) เนื่องจากความเร็วในการเก็บลูกปิงปองช้าเกินไป จึงต้องทำการเปลี่ยนมอเตอร์กระแสตรงที่ขับสายพานให้มีความเร็วรอบกว่านี้

- 5) เนื่องจากรถสู่มเก็บลูกปิงปองได้ช้า เพราะรัศมีการตรวจจับลูกปิงปองของเซ็นเซอร์มีขอบเขตน้อย ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยนเซ็นเซอร์ที่มีคุณภาพสูงกว่านี้หรือเพิ่มเซ็นเซอร์ในแต่ละจุดให้มากกว่านี้

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

หุ่นยนต์เก็บสิ่งของอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก จากการเลือกใช้แบตเตอรี่และอลูมิเนียมฉากในการสร้างโครงหุ่นยนต์ ดังนั้นจึงควรปรับปรุงขนาดให้เล็กลงโดยใช้วัสดุที่ทำให้โครงมีความแข็งแรงแต่น้ำหนักเบา เลือกใช้แบตเตอรี่ที่มีน้ำหนักเบาและมีอายุการใช้งานนานหรือสามารถทำการชาร์จไฟจากที่บ้านได้

ความเร็วรอบของมอเตอร์แต่ละรุ่นมีความเร็วรอบไม่เท่ากันดังนั้นการเลือกใช้งานต้องศึกษาข้อมูลของมอเตอร์ให้ละเอียด ก่อนที่จะนำมาใช้งานจริง

เซ็นเซอร์ที่ใช้เป็นอินฟราเรดเซ็นเซอร์ ซึ่งมีข้อจำกัดในการสะท้อนของแสง โดยไม่สามารถทำการสะท้อนแสงในวัตถุโปร่งแสงและวัตถุสีทึบได้ จึงควรปรับปรุงหรือเลือกใช้เซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด



เอกสารอ้างอิง

- [1] นายรัชชชัย อัครวิบูลย์กุล“เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง”, บริษัทเจริญรุ่งเรืองการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2538.
- [2] นายคอนสัน ปงผาบ“ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1”สำนักพิมพ์ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2549.
- [3] เซ็นเซอร์ ทรานสดิวเซอร์ และการใช้งาน”, สมาร์ทเลิร์นนิ่ง, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2552.
- [4] รวบรวมจร นำสร้าง นำสอง”, สมาร์ทเลิร์นนิ่ง, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2553.
- [5] เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C”, สมาร์ทเลิร์นนิ่ง, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2552.
- [6] มงคล ทองสงคราม, “เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง”, รามการพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2533.
- [7] รศ. ชีรวัฒน์ ประกอบผล, “ไมโครโปรเซสเซอร์”, บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2551.
- [8] http://www.technican.ac.th/nan_ntc/adisak51/page21.html, สืบค้นเมื่อวันที่ 5/11/2554.
- [9] <http://www.cncmentor.com/rotary-encoders-and-linear-encoders/>, สืบค้นเมื่อวันที่ 5/11/2554.
- [10] <http://www.basiclite.com/web/index.php?topic=734.0>, สืบค้นเมื่อวันที่ 10/11/2554.
- [11] <http://www.vcharkarn.com/vcafe/60667>, สืบค้นเมื่อวันที่ 7/2/2555.



ภาคผนวก ก

รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2

P89V51RD2

8-bit 80C51 5 V low power 64 kB Flash microcontroller with 1 kB RAM

Rev. 01 — 01 March 2004

Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can choose to run the application with the conventional 80C51 clock rate (12 clocks per machine cycle) or select the X2 mode (6 clocks per machine cycle) to achieve twice the throughput at the same clock frequency. Another way to benefit from this feature is to keep the same performance by reducing the clock frequency by half, thus dramatically reducing the EMI.

The Flash program memory supports both parallel programming and a serial In-System Programming (ISP). Parallel programming mode offers gang-programming at high speed, reducing programming costs and time to market. ISP allows a device to be reprogrammed in the end product under software control. The capability to field-update the application firmware makes a wide range of applications possible.

The P89V51RD2 is also In-Application Programmable (IAP), allowing the Flash program memory to be reconfigured even while the application is running.

2. Features

- 80C51 Central Processing Unit
- 5 V Operating voltage from 0 to 40 MHz
- 64 kB of on-chip Flash program memory with ISP (In-System Programming) and IAP (In-Application Programming)
- Supports 12-clock (default) or 6-clock mode selection via software or ISP
- SPI (Serial Peripheral Interface) and enhanced UART
- PCA (Programmable Counter Array) with PWM and Capture/Compare functions
- Four 8-bit I/O ports with three high-current Port 1 pins (16 mA each)
- Three 16-bit timers/counters
- Programmable Watchdog timer (WDT)
- Eight interrupt sources with four priority levels
- Second DPTR register
- Low EMI mode (ALE 2n bit)
- TTL- and CMOS-compatible logic levels



PHILIPS

P89V51RD2

8-bit 80C51 5 V low power 64 kB Flash microcontroller with 1 kB RAM

Rev 01 – 01 March 2001

Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can

Philips Semiconductors

P89V51RD2

8-bit microcontrollers with 80C51 core

- Brown-out detection
- Low power modes
 - ◆ Power-down mode with external interrupt wake-up
 - ◆ Idle mode
- PDIP40, PLCC44 and TQFP44 packages

3. Ordering information

Table 1. Ordering information

Type number	Package		Version
	Name	Description	
P89V51RD2FA	PLCC44	plastic leaded chip carrier; 44 leads	SOT137-2
P89V51RD2FEC	TQFP44	plastic thin quad flat package; 44 leads	SOT376-1
P89V51RD2EN	PDIP40	plastic dual in-line package; 40 leads	SOT125-1

3.1 Ordering options

Table 2. Ordering options

Type number	Temperature range	Frequency
P89V51RD2FA	-40 °C to +65 °C	0 to 40 MHz
P89V51RD2FEC	-40 °C to +65 °C	
P89V51RD2EN	0 °C to +70 °C	

P89V51RD2

8-bit 80C51 5V low power 64 kB Flash microcontroller with 1 kB RAM

Rev. 01 — 01 March 2004

Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can

Philips Semiconductors

P89V51RD2

8-bit microcontrollers with 80C51 core

4. Block diagram

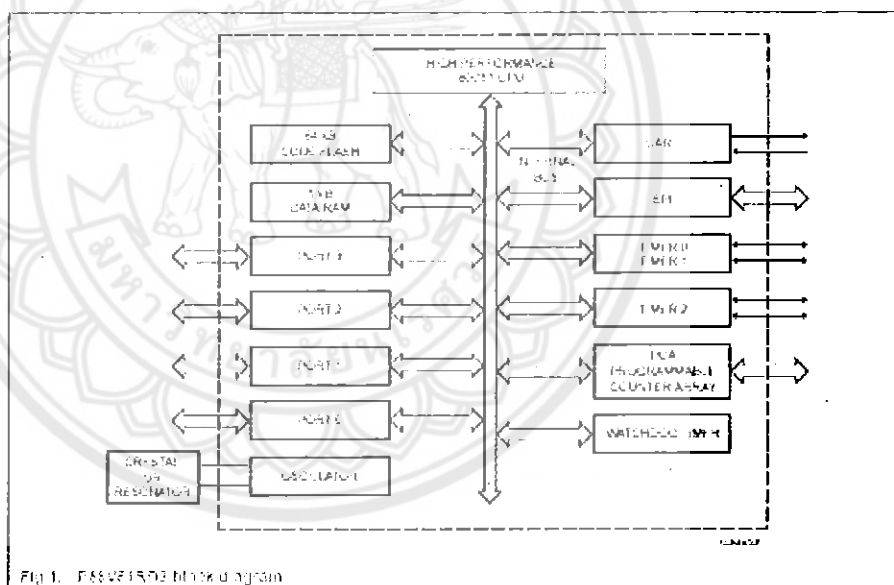


Fig 1. P89V51RD2 block diagram

P89V51RD2

8-bit 80C51 5V low power 64 kB Flash microcontroller with 1 kB RAM

Rev. 01 — 01 March 2003

Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can

Philips Semiconductors

P89V51RD2

8-bit microcontrollers with 80C51 core

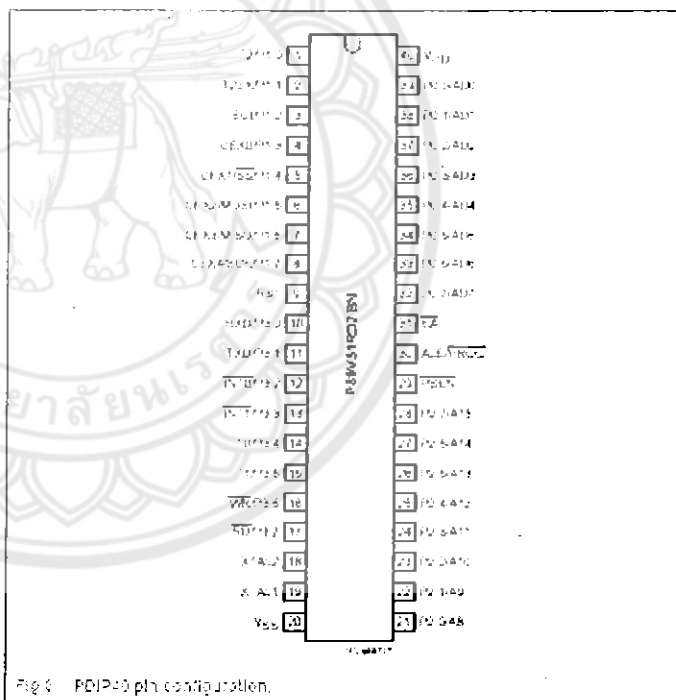


Fig. 1. PDIP-20 pin configuration.

P89V51RD2

8-bit 80C51 5V low power 64 kB Flash microcontroller with 1 kB RAM

Rev. 01 — 01 March 2004

Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can

Philips Semiconductors

P89V51RD2

8-bit microcontrollers with 80C51 core

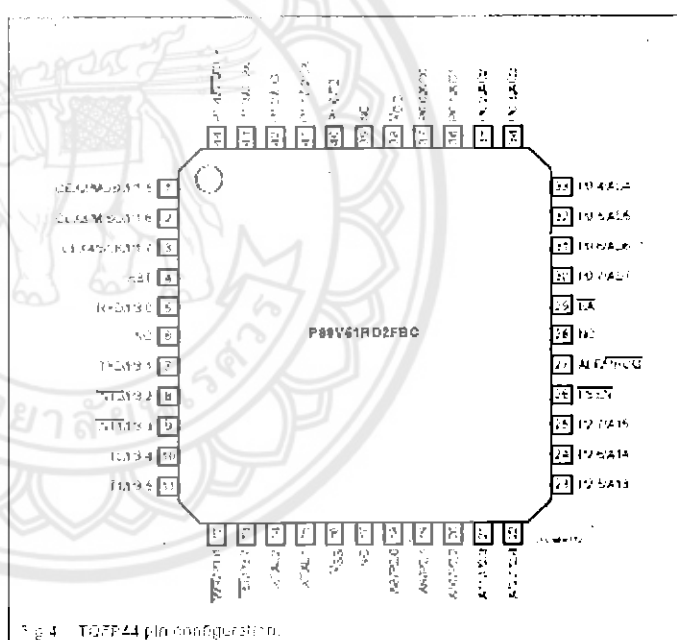


Fig. 4. TQFP24 pin configuration.

P89V51RD2

8-bit 80C51 5 V low power 64 kB Flash microcontroller
32 kB RAM

Rev. 01 — 01 March 2004

Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can

Philips Semiconductors

P89V51RD2

8-bit microcontrollers with 80C51 core

6.2 Pin description

Table 6. P89V51RD2 pin description

Symbol	Pin			Type	Description
	DIP40	TQFP44	PLCC44		
PO.0 to PO.7	29-32	37-30	43-36	I/O	Port 0: Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. Port 0 pins that have '1's written to them float, and in this state can be used as high-impedance inputs. Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external code and data memory. In this application, it uses strong internal pull-ups when transitioning to '1's. Port 0 also receives the code bytes during the external host mode programming, and outputs the code bytes during the external host mode verification. External pull-ups are required during program verification or as a general purpose I/O port.
PI.0 to PI.7	1-8	40-44, 1-3, 2-5		I/O with internal pull-up	Port 1: Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 pins are pulled high by the internal pull-ups when '1's are written to them and can be used as inputs in this state. As inputs, Port 1 pins that are externally pulled LOW will source current (I _{OL}) because of the internal pull-ups. P1.5, P1.6, P1.7 have high current drive of 16 mA. Port 1 also receives the low-order address bytes during the external host mode programming and verification.
PI.0	1	40	2	I/O	T2: External count input to Timer/Counter 2 or Clock-out from Timer/Counter 2.
PI.1	2	41	3	I	T2EX: Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control.
PI.2	3	42	4	I	ECL: External clock input. This signal is the external clock input for the PCA.
PI.3	4	43	5	I/O	CEX0: Capture/compare external I/O for PCA Module 0. Each capture/compare module connects to a Port 1 pin for external I/O. When not used by the PCA, this pin can handle standard I/O.
PI.4	5	44	6	I/O	SS: Slave port select input for SPI. CEX1: Capture/compare external I/O for PCA Module 1.

P89V51RD2

8-bit 80C51 0 V low power 64 kB Flash microcontroller with 1 kB RAM

Rev. 01 - 01 March 2004

Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can

Philips Semiconductors

P89V51RD2

8-bit microcontrollers with 80C51 core

Table 3. P89V51RD2 pin description (continued)

Symbol	Pin			Type	Description
	DIP40	TQFP44	PLCC44		
P2.0 to P2.7	21-28	18-25	24-31	I/O with internal pull-up	Port 2: Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. Port 2 pins are pulled HIGH by the internal pull-ups when '1's are written to them and can be used as inputs in this state. As inputs, Port 2 pins that are externally pulled LOW will source current (I _{OL}) because of the internal pull-ups. Port 2 sends the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external Data Memory that use 16-bit address (MOVX@DPTR). In this application, it uses strong internal pull-ups when transitioning to '1's. Port 2 also receives some control signals and a partial of high-order address bits during the external host mode programming and verification.
P3.0 to P3.7	10-17	5, 7-13	11, 12-19	I/O with internal pull-up	Port 3: Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. Port 3 pins are pulled HIGH by the internal pull-ups when '1's are written to them and can be used as inputs in this state. As inputs, Port 3 pins that are externally pulled LOW will source current (I _{OL}) because of the internal pull-ups. Port 3 also receives some control signals and a partial of high-order address bits during the external host mode programming and verification.
P3.0	10	5	11	I	RXD: serial input port
P3.1	11	7	13	O	TXD: serial output port
P3.2	12	6	14	I	INT0 : external interrupt 0 input
P3.3	13	9	15	I	INT1 : external interrupt 1 input
P3.4	14	10	16	I	T0 : external count input to Timer/Counter 0
P3.5	15	11	17	I	T1 : external count input to Timer/Counter 1
P3.6	16	12	18	O	WR : external data memory write strobe
P3.7	17	13	19	O	RD : external data memory read strobe
PSEN	29	26	32	IO	Program Store Enable : PSEN is the read strobe for external program memory. When the device is executing from internal program memory, PSEN is inactive (HIGH). When the device is executing code from

P89V51RD2

8-bit 80C51 5 V low power 64 kB Flash microcontroller
with 128 RAM

Rev. 01 — 01 March 2004

Product data

1. General description

The P89V51RD2 is an 80C51 microcontroller with 64 kB Flash and 1024 bytes of data RAM.

A key feature of the P89V51RD2 is its X2 mode option. The design engineer can

Philips Semiconductors

P89V51RD2

8-bit microcontrollers with 80C51 core

Table 3. P89V51RD2 pin description overview

Symbol	Pin			Type	Description
	DIP40	TQFP44	PLCC44		
\overline{EA}	31	29	35	I	External Access Enable: \overline{EA} must be connected to V_{DD} in order to enable the device to fetch code from the external program memory. \overline{EA} must be strapped to V_{IO} for internal program execution. However, Security lock level 4 will disable \overline{EA} , and program execution is only possible from internal program memory. The \overline{EA} pin can tolerate a high voltage of 12 V.
ALE/ PROG	30	27	33	I/O	Address Latch Enable: ALE is the output signal for latching the low byte of the address during an access to external memory. This pin is also the programming pulse input (PROG) for flash programming. Normally the ALE is emitted at a constant rate of $\frac{1}{6}$ the crystal frequency and can be used for external timing and clocking. One ALE pulse is stopped during each access to external data memory. However, if AO is set to '1', ALE is disabled.
NC	-	6, 17, 26, 39	1, 12, 23, 34	I/O	No Connect
XTAL1	19	15	21	I	Crystal 1: Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock generator circuit.
XTAL2	18	14	20	O	Crystal 2: Output from the inverting oscillator amplifier.
V_{DD}	40	36	44	I	Power supply
V_{SS}	20	16	22	I	Ground

[1] ALE loading issue: When ALE pin experiences higher loading (>30 pF) during the reset, the microcontroller may accidentally enter into modes other than normal working mode. The solution is to add a pull-up resistor of 3 k Ω to 50 k Ω to V_{DD} , e.g., for ALE pin.

[2] For Speed mode, ALE is emitted at $\frac{1}{6}$ of crystal frequency.

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ





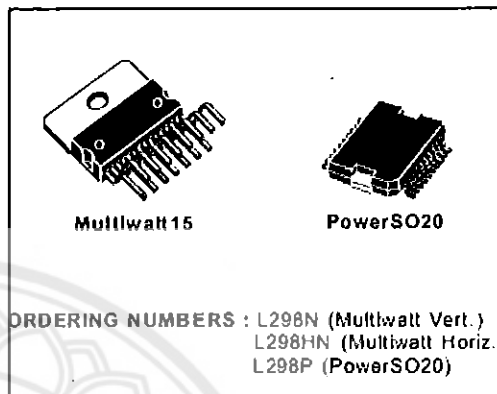
L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

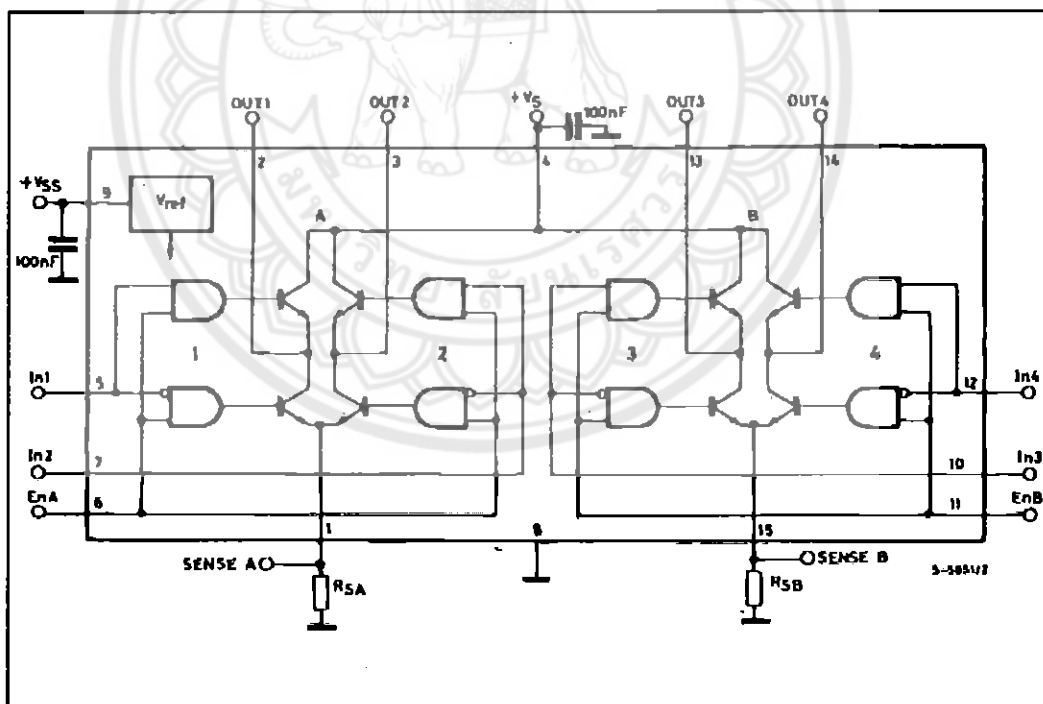
DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the con-



nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM

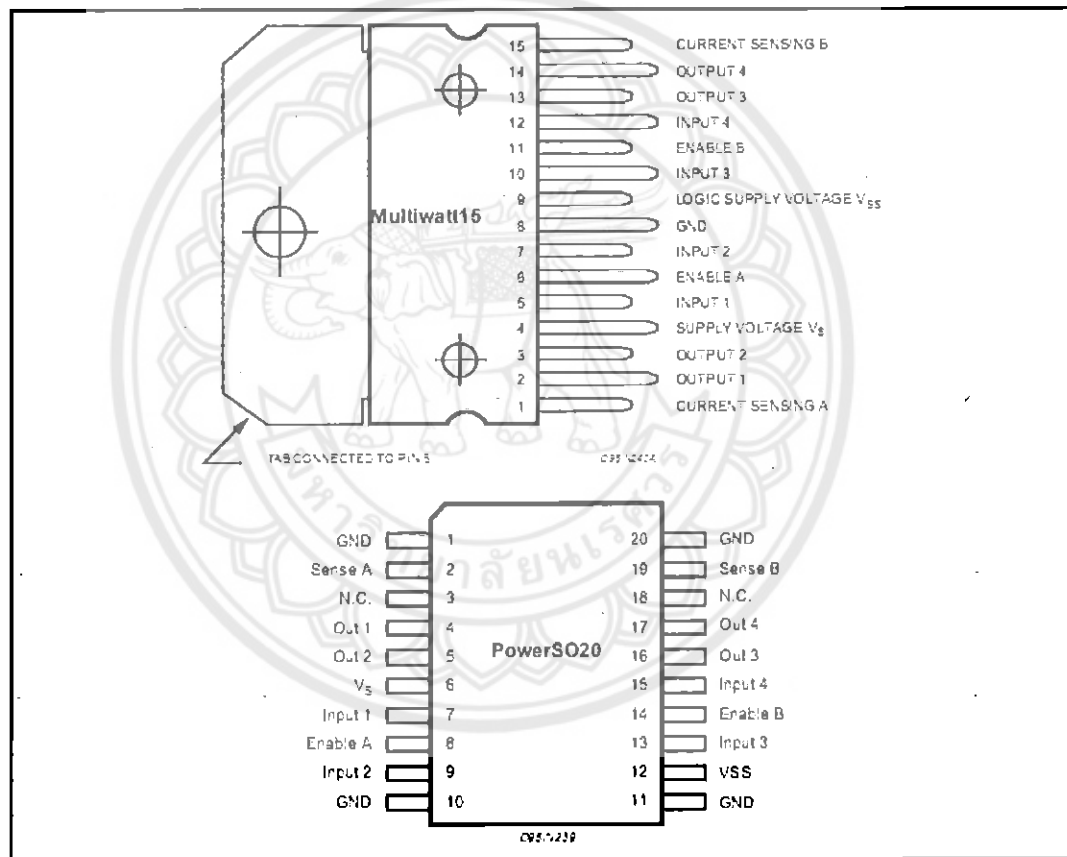


L298

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_I, V_{EN}	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
I_O	Peak Output Current (each Channel)		
	- Non Repetitive ($t = 100\mu s$)	3	A
	- Repetitive (80% on -20% off; $t_{ON} = 10ms$)	2.5	A
	-DC Operation	2	A
V_{SEN}	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P_{12}	Total Power Dissipation ($T_{CASE} = 75^\circ C$)	25	W
T_{OP}	Junction Operating Temperature	-25 to 130	$^\circ C$
T_{STG}, T_J	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	$^\circ C$

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter	PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{\theta J-CASE}$	Thermal Resistance Junction-case	Max. -	3	$^\circ C/W$
$R_{\theta J-AMB}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 13 (*)	35	$^\circ C/W$

(*) Mounted on aluminum substrate



PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

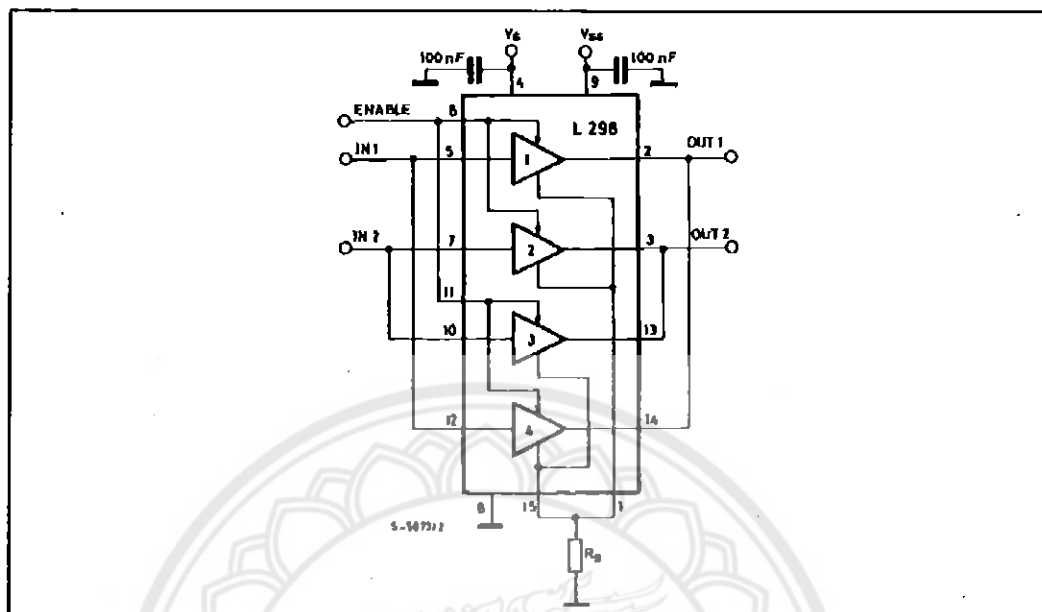
MW.15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V _S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1, 10, 11, 20	GND	Ground.
9	12	V _{SS}	Supply Voltage for the Logic Blocks. A 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10; 12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13; 14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
-	3;18	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V; V_{SS} = 5V, T_J = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	V _{IH} + 2.6		46	V
V _{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I _S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V _{en1} = H; I _L = 0 V _i = L V _i = H		13 50	22 70	mA mA
		V _{en1} = L V _i = X			4	mA
I _{SS}	Quiescent Current from V _{SS} (pin 9)	V _{en1} = H; I _L = 0 V _i = L V _i = H		24 7	36 12	mA mA
		V _{en1} = L V _i = X			6	mA
V _{IL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
V _{IH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V _{SS}	V
I _L	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _i = L			-10	μA
I _H	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _i = H ≤ V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{en1} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
V _{en1} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V _{SS}	V
I _{en1} = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{en1} = L			-10	μA
I _{en1} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{en1} = H ≤ V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{CEsat(H)}	Source Saturation Voltage	I _L = 1A I _L = 2A	0.95	1.35 2	1.7 2.7	V V
V _{CEsat(L)}	Sink Saturation Voltage	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)	0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V V
V _{CEsat}	Total Drop	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)	1.80		3.2 4.9	V V
V _{SEN}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V

L298

Figure 7 : For higher currents, outputs can be paralleled. Take care to parallel channel 1 with channel 4 and channel 2 with channel 3.



APPLICATION INFORMATION (Refer to the block diagram)

1.1. POWER OUTPUT STAGE

The L298 integrates two power output stages (A; B). The power output stage is a bridge configuration and its outputs can drive an inductive load in common or differential mode, depending on the state of the inputs. The current that flows through the load comes out from the bridge at the sense output: an external resistor (R_{SA} ; R_{SB}) allows to detect the intensity of this current.

1.2. INPUT STAGE

Each bridge is driven by means of four gates the input of which are $In1$; $In2$; EnA and $In3$; $In4$; EnB . The In inputs set the bridge state when The En input is high; a low state of the En input inhibits the bridge. All the inputs are TTL compatible.

2. SUGGESTIONS

A non inductive capacitor, usually of 100 nF, must be foreseen between both V_s and V_{ss} , to ground, as near as possible to GND pin. When the large capacitor of the power supply is too far from the IC, a second smaller one must be foreseen near the L298.

The sense resistor, not of a wire wound type, must be grounded near the negative pole of V_s that must be near the GND pin of the I.C.

Each input must be connected to the source of the driving signals by means of a very short path.

Turn-On and Turn-Off; Before to Turn-ON the Supply Voltage and before to Turn it OFF, the Enable input must be driven to the Low state.

3. APPLICATIONS

Fig 6 shows a bidirectional DC motor control Schematic Diagram for which only one bridge is needed. The external bridge of diodes D1 to D4 is made by four fast recovery elements ($t_{rr} \leq 200$ nsec) that must be chosen of a VF as low as possible at the worst case of the load current.

The sense output voltage can be used to control the current amplitude by chopping the inputs, or to provide overcurrent protection by switching low the enable input.

The brake function (Fast motor stop) requires that the Absolute Maximum Rating of 2 Amps must never be overcome.

When the repetitive peak current needed from the load is higher than 2 Amps, a paralleled configuration can be chosen (See Fig.7).

An external bridge of diodes are required when inductive loads are driven and when the inputs of the IC are chopped; Schottky diodes would be preferred.

L298

This solution can drive until 3 Amps In DC operation and until 3.5 Amps of a repetitive peak current.

On Fig 8 it is shown the driving of a two phase bipolar stepper motor ; the needed signals to drive the inputs of the L298 are generated, in this example, from the IC L297 .

Fig 9 shows an example of P.C.B. designed for the application of Fig 8.

Figure 8 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Circuit.

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2 A. The diodes are fast 2 A types.

Fig 10 shows a second two phase bipolar stepper motor control circuit where the current is controlled by the I.C. L6506.

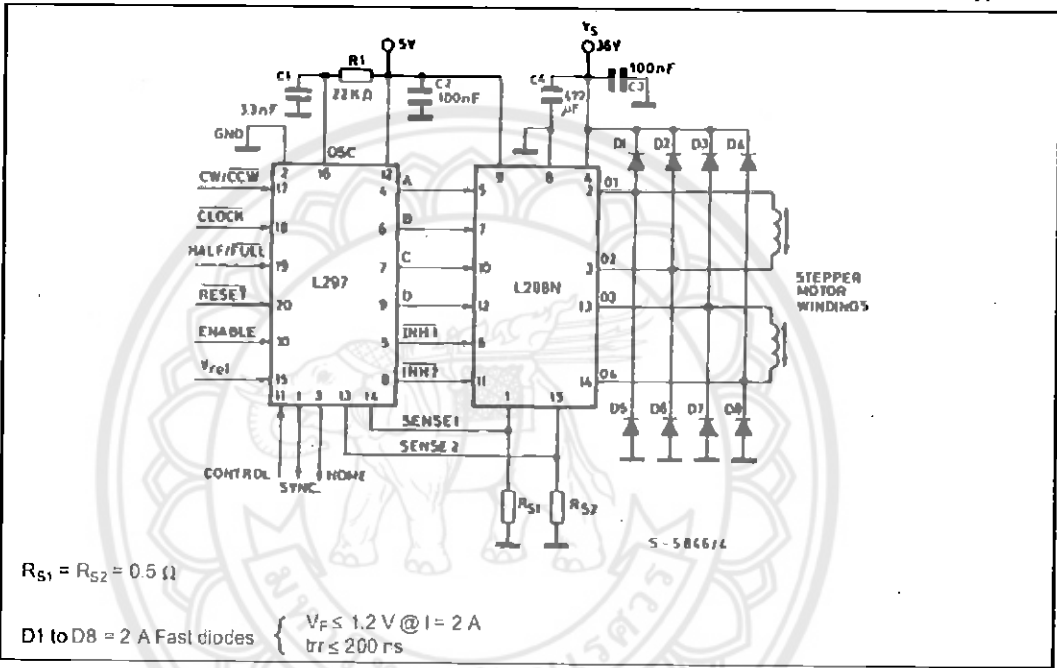


Figure 9 : Suggested Printed Circuit Board Layout for the Circuit of fig. 8 (1:1 scale).

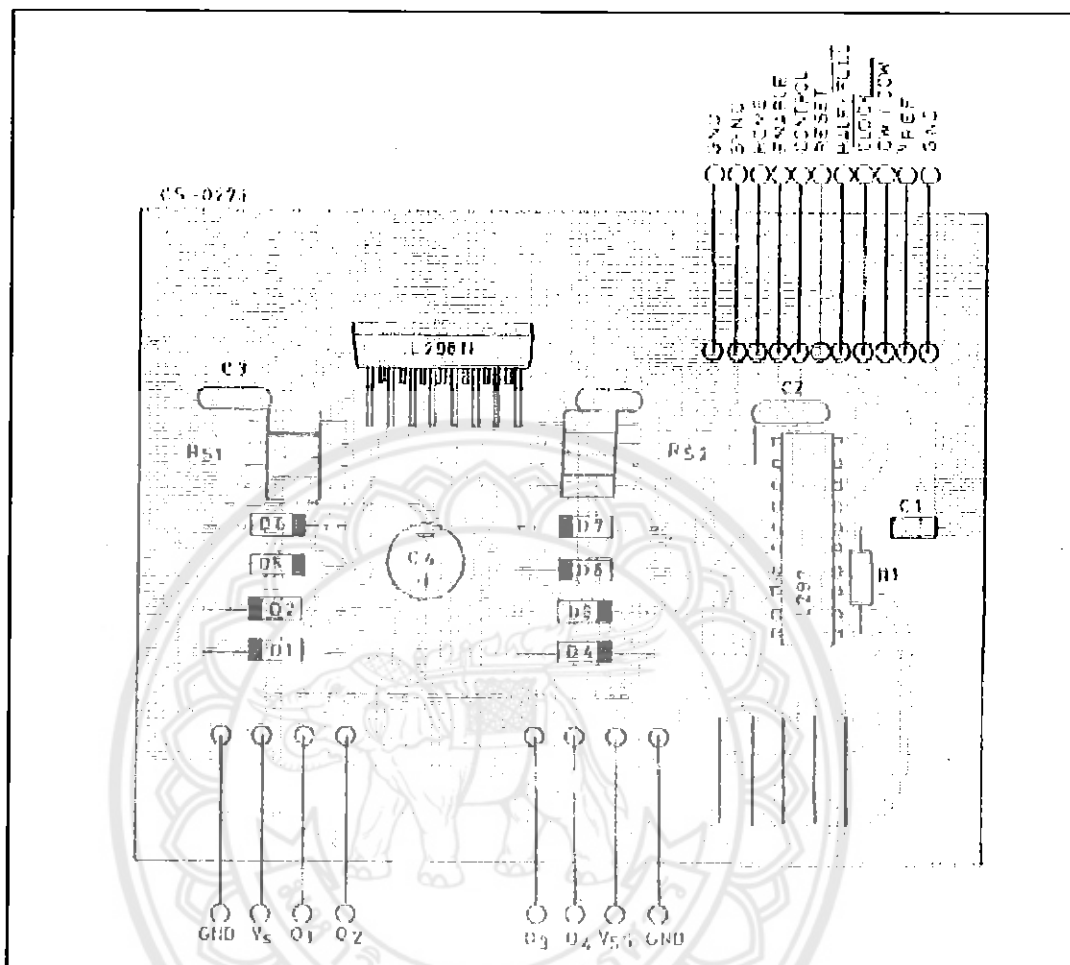
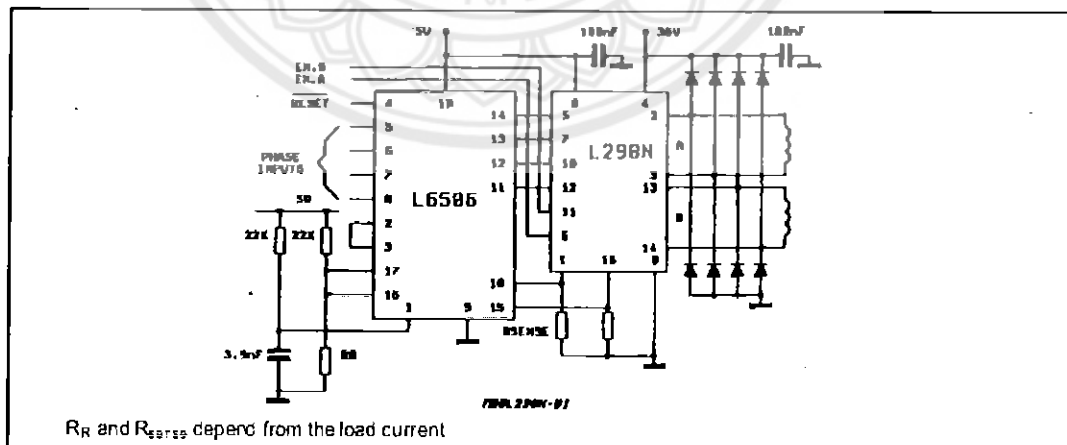


Figure 10 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Control Circuit by Using the Current Controller L6506.





ภาคผนวก ค

รายละเอียดของไอซีหมายเลข 7805 และ 7808

KA78XX/KA78XXX

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$) (for $V_O = 24V$)	V_I	35	V
	V_{I1}	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta LA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range (KA78XX/A/R)	T_{OPR}	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics (KA7805/KA7805R)

(Refer to test circuit, $0^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$, $I_O = 500mA$, $V_I = 10V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	KA7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note 1)	Reg _{line}	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note 1)	Reg _{load}	$T_J = +25^{\circ}C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	9	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
			$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3		1.3
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	$I_O = 5mA$	-	-0.5	-	mV/ $^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	42	-	$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 5V$ to $18V$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	V_{ORC}	$I_O = 1A$, $T_J = +25^{\circ}C$	-	2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1kHz$	-	15	-	m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}C$	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

KA78XX/KA78XXA

Electrical Characteristics (KA7808/KA7808R)

(Refer to test circuit, $0\text{ }^{\circ}\text{C} < T_J < 125\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 14\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	KA7808			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	7.7	8.0	8.3	V	
		$50\text{mA} < I_O < 1.0\text{A}$, $P_O < 15\text{W}$ $V_I = 10.5\text{V to } 23\text{V}$	7.6	8.0	8.4		
Line Regulation (Note 1)	Reg _{line}	$T_J = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$V_I = 10.5\text{V to } 25\text{V}$	-	5.0	180	mV
			$V_I = 11.5\text{V to } 17\text{V}$	-	2.0	50	
Load Regulation (Note 1)	Reg _{load}	$T_J = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$I_O = 50\text{mA to } 1.5\text{A}$	-	10	180	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	5.0	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	0.05	0.5	mA	
		$V_I = 10.5\text{V to } 25\text{V}$	-	0.5	1.0		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-0.8	-	mV/°C	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	52	-	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $V_I = 11.5\text{V to } 21.5\text{V}$	58	73	-	dB	
Dropout Voltage	V_{drop}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1\text{kHz}$	-	17	-	m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	250	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

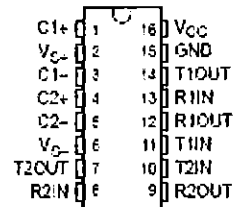


MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers

MAX232 . . . D, DW, HL, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR H PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

T _A	PACKAGE†	ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N
	SOIC (D)	Tube	MAX232D
		Tape and reel	MAX232DR
	SOIC (DW)	Tube	MAX232DW
		Tape and reel	MAX232DWR
-40°C to 85°C	SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR
	PDIP (N)	Tube	MAX232N
		Tape and reel	MAX232NR
	SOIC (D)	Tube	MAX232D
		Tape and reel	MAX232DR
SOIC (DW)	Tube	MAX232DW	
	Tape and reel	MAX232DWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA: Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLSQ471 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT T _{IN}	OUTPUT T _{OUT}
L	H
H	L

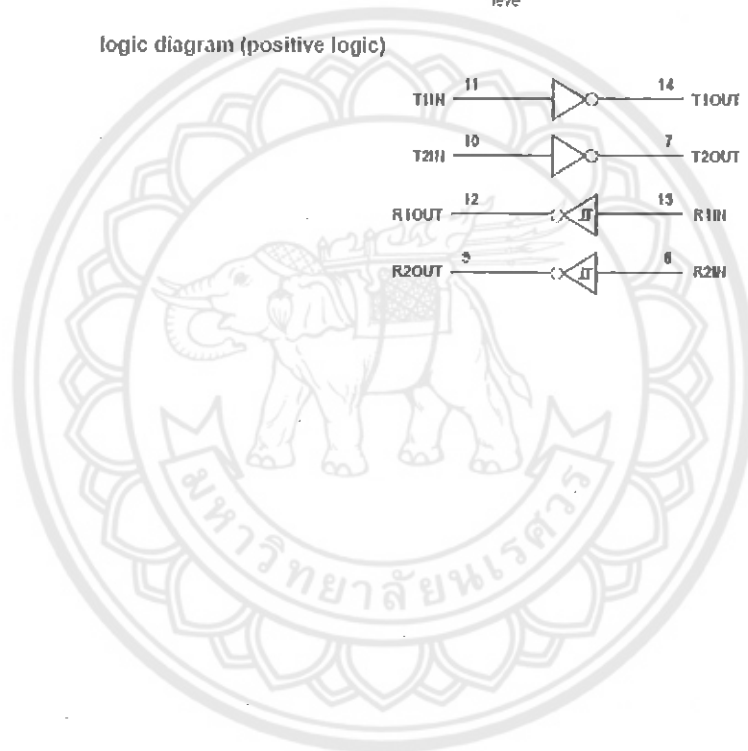
H = High level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT R _{IN}	OUTPUT R _{OUT}
L	H
H	L

H = High level, L = low level

logic diagram (positive logic)



MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047 – FEBRUARY 1993 – REVISED OCTOBER 2002

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	.....	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}$	.....	V_{CC} - 0.3$ V to 16 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	.....	-0.3 V to -16 V
Input voltage range, V_i : Driver	.....	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	.....	±30 V
Output voltage range, V_o : T1OUT, T2OUT	.....	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	.....	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	.....	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	.....	73 °C/W
DW package	.....	57 °C/W
N package	.....	67 °C/W
NS package	.....	64 °C/W
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	.....	260 °C
Storage temperature range, T_{stg}	.....	-65 °C to 150 °C

[†] Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2: The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51-7.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage (T1IN, T2IN)	2			V
V_{IL}	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)	0.8			V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage	±30			V
T_A	Operating free-air temperature	MAX232	0		°C
		MAX232I	-40		

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP [‡]	MAX	UNIT
I_{CC}	Supply current	$V_{CC} = 5.5$ V, All outputs open, $T_A = 25$ °C		8	mA

[‡] All typical values are at $V_{CC} = 5$ V and $T_A = 25$ °C.

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μ F at $V_{CC} = 5$ V \pm 0.5 V.


**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655323 • DALLAS, TEXAS 75265

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLL0247I - FEBRUARY 1993 - REVISED OCTOBER 2002

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP [†]	MAX	UNIT
V _{OH} High-level output voltage	T1OUT, T2OUT R _L = 3 kΩ to GND	5	7		V
V _{OL} Low-level output voltage [‡]	T1OUT, T2OUT R _L = 3 kΩ to GND		-7	-5	V
I _O Output resistance	V _{O+} = V _{O-} = 0, V _O = ±2V	300			Ω
I _{OC} [§] Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT V _{CC} = 5.5V, V _O = 0		±10		mA
I _{IS} Short-circuit input current	T1IN, T2IN V _I = 0			200	μA

[†]All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

[‡]The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

[§]Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at V_{CC} = 5V ± 0.5V.

switching characteristics, V_{CC} = 5V, T_A = 25°C (see Note 3)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
QR Driver slew rate	R _L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/μs
QR _{1/2} Driver transition region's slew rate	See Figure 3		3		V/μs
Data rate	One TOUT switching		120		kb/s

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at V_{CC} = 5V ± 0.5V.

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP [†]	MAX	UNIT
V _{OH} High-level output voltage	R1OUT, R2OUT I _{OH} = -1 mA	3.5			V
V _{OL} Low-level output voltage [‡]	R1OUT, R2OUT I _{OL} = 3.2 mA			0.4	V
V _{IT+} Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5V, T _A = 25°C		1.7	2.4	V
V _{IT-} Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5V, T _A = 25°C	0.8	1.2		V
V _{HY} Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5V	0.2	0.5	1	V
R _I Receiver input resistance	R1IN, R2IN V _{CC} = 5V, T _A = 25°C	3	5	7	kΩ

[†]All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

[‡]The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at V_{CC} = 5V ± 0.5V.

switching characteristics, V_{CC} = 5V, T_A = 25°C (see Note 3 and Figure 1)

PARAMETER	TYP	UNIT
t _{PLH/R1} Receiver propagation delay time, low-to-high-level output	500	ns
t _{PHL/R1} Receiver propagation delay time, high-to-low-level output	500	ns

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at V_{CC} = 5V ± 0.5V.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265



```
#include<reg51.h>

#include<intrins.h>

#include<absacc.h>

sbit sw0=P1^0;

sbit sw1=P1^1;

sbit sw2=P1^2;

sbit sw3=P1^3;

int a=0;

int b=0;

void delay(unsigned int msec)

{ unsigned int c ;

  TMOD=0x02; ///timer0 mode2

  TH0=0xA4; ///0.1*msec

  TL0=0xA4;

  for(c=0;c<msec*100;c++) ///0.1msec*100=10msec

  {

    TF0=0;    ///clear TF0

    TR0=1;    ///set timer0

    do{}

    while(TF0==0);

  }

}

void main()
```

```
{  
  
P2=0x05;  
  
while(1)  
  
{  
  
////////// sw 5 //////////  
  
    if(sw0==1)  
{  
    P2=0x09;  
  
    delay(200);  
  
    P2=0x05;  
  
    delay(350);  
  
    P2=0x06;  
  
    delay(200);  
  
    P2=0x05;  
  
    delay(100);  
    }  
////////// sw 6 //////////  
  
    if(sw1==1&&a==0)  
  
    {  
  
    P2=0x0A;  
  
    delay(300);  
  
    P2=0x06;  
  
    delay(435);  
  
    P2=0x05;  
  
    delay(500);  
  
    P2=0x06;
```

```
delay(435);
```

```
P2=0x05;
```

```
delay(100);
```

```
a++;
```

```
}
```

```
////////// sw 6 //////////
```

```
if(sw1==1&&a==1)
```

```
{
```

```
P2=0x0A;
```

```
delay(300);
```

```
P2=0x09;
```

```
delay(435);
```

```
P2=0x05;
```

```
delay(500);
```

```
P2=0x09;
```

```
delay(435);
```

```
P2=0x05;
```

```
delay(100);
```

```
a=0;
```

```
}
```

```
////////// sw 7 //////////
```

```
if(sw2==0&&b==0)
```

```
{
```

```
P2=0x0A;
```

```
delay(300);
```

```
P2=0x06;

delay(435);

P2=0x05;

delay(500);

P2=0x06;

delay(435);

P2=0x05;

delay(100);

b++;
}

//////////////////////////////// sw 7 //////////////////////////////////
if(sw2==0&&b==1)
{
P2=0x0A;
delay(300);
P2=0x09;
delay(435);

P2=0x05;

delay(500);

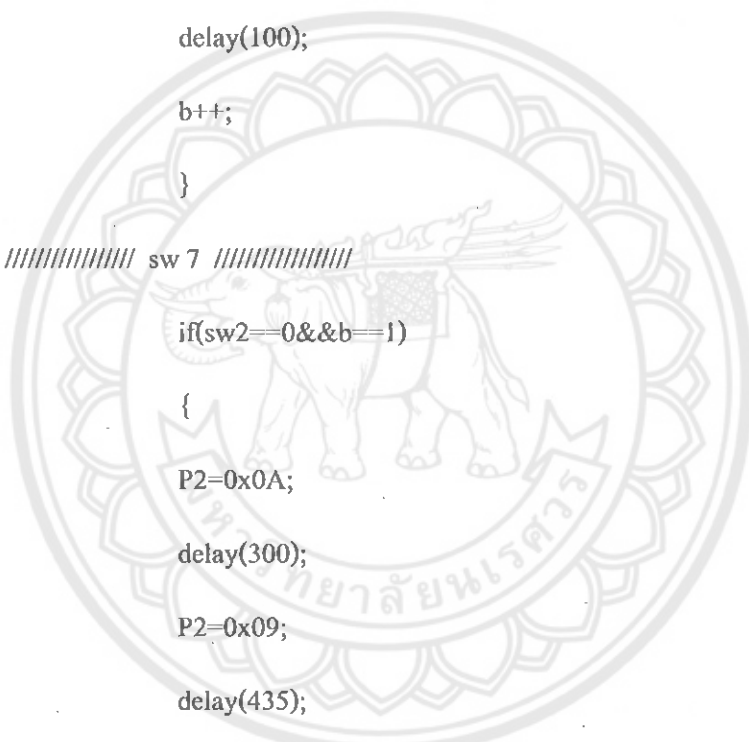
P2=0x09;

delay(435);

P2=0x05;

delay(100);

b=0;
}
```



```
//////////////// sw 8 //////////////////
```

```
if(sw3==1)
```

```
{
```

```
P2=0x06;
```

```
delay(200);
```

```
P2=0x05;
```

```
delay(350);
```

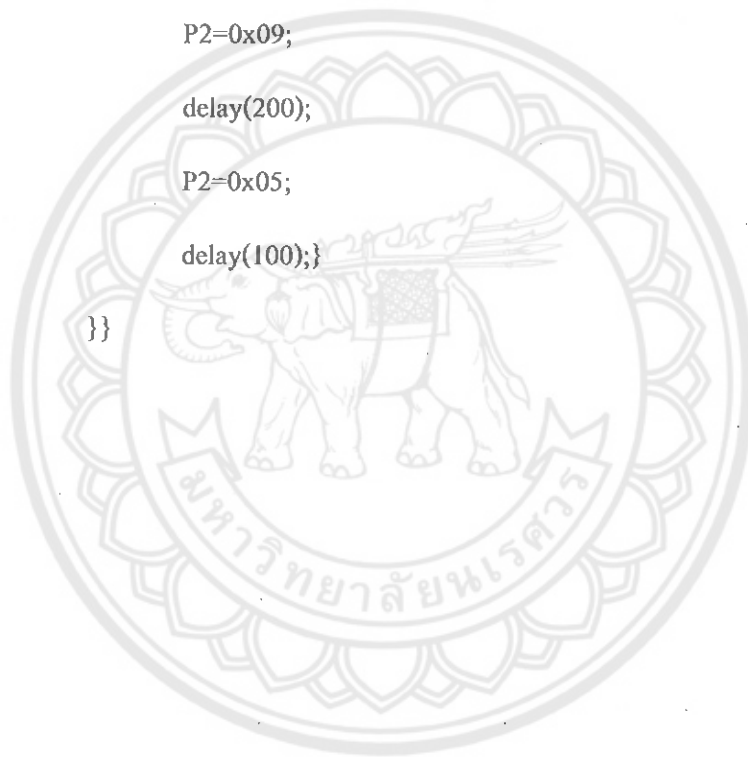
```
P2=0x09;
```

```
delay(200);
```

```
P2=0x05;
```

```
delay(100);} 
```

```
}}
```



ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายชนนกร สาคแก้ว
 ภูมิลำเนา 179 หมู่ 11 ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา 56000
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ พะเยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: tanakorn_au@hotmail.com



ชื่อ นายธีรศักดิ์ อินแก้ว
 ภูมิลำเนา 239 หมู่ 2 ต.หนองขวง อ.เวียงหนองล่อง จ.ลำพูน 51120
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนน้ำคิงวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: sunta_01@hotmail.com