

โครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อเพื่อการศึกษา

MOBILE ROBOT PLATFORM



T121801

นายกนกวุฒิ แก้วศรี

MR. KANOKWUT KAEWSRI

นายกิตติเชษฐ งามประเสริฐ

MR. KITTICHATE NGAMPRASERT

นายณัฐนนท์ นามศักดิ์

MR. NATTANON NAMSAK

รฟ.
ก/25ค
2554

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...121801
วันเดือนปี...23 ก.ค. 2555

b. 18415157
i.....

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOBILE ROBOT PLATFORM



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSITUTUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท	โครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อเพื่อการศึกษา		
	Mobile Robot Platform		
นักศึกษา	นายกนกวุฒิ แก้วศรี	รหัสนักศึกษา	51010008
	นายกิตติเชษฐ งามประเสริฐ	รหัสนักศึกษา	51010071
	นายณัฐนนท์ นามศักดิ์	รหัสนักศึกษา	51010396

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท

(อ. พลชัย โชติปรวายนกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	โครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อเพื่อการศึกษา		
นักศึกษา	นายกนกวุฒิ แก้วศรี	รหัสนักศึกษา	51010008
	นายกิตติเชษฐ งามประเสริฐ	รหัสนักศึกษา	51010071
	นายณัฐนนท์ นามศักดิ์	รหัสนักศึกษา	51010396
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
	2554		
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	อ. พลชัย โชติปราชญกุล		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการจัดทำหุ่นยนต์แบบขับเคลื่อนสองล้อ (Mobile Robot Platform) ใช้เพื่อการศึกษาการเคลื่อนที่ตามคำสั่งของคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมแมทแลป (Matlab®) โดยโปรแกรมจะส่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะแปลงคำสั่งเป็นการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ รูปแบบการเคลื่อนที่ เช่น การเดินตามเส้น การเดินตามสถานีงาน จะสามารถเลือกชุดการทำงานได้โดยการป้อนคำสั่งที่คอมพิวเตอร์ควบคุม สำหรับการดำเนินงานได้แบ่งเป็นส่วนซอฟต์แวร์ (Software) และฮาร์ดแวร์ (Hardware) การศึกษาด้านฮาร์ดแวร์ เป็นการศึกษาการออกแบบโครงสร้างและวัสดุที่จะใช้สร้างหุ่นยนต์ โดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ทั้งการจัดวางอุปกรณ์ ความสมดุล ความสวยงาม น้ำหนัก แบบของหุ่นยนต์จะถูกนำมาคำนวณหากำลังและกำหนดขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนหุ่นยนต์ หลังจากได้ข้อมูลรายละเอียดก็ได้ทำการสร้างหุ่นยนต์ทดลองขึ้น เพื่อทดสอบปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อตัวหุ่นยนต์ เช่น ผลกระทบของน้ำหนักต่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ การทำงานระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโปรแกรม การเคลื่อนที่ตามคำสั่งต่างๆ ทำการติดตั้งเซนเซอร์แสง 4 ตัว ใช้สำหรับตรวจจับเส้นที่พื้น 2 ตัว และใช้สำหรับวัดระยะการหมุนของล้อหรือระยะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อีก 2 ตัว โดยเซนเซอร์ทั้งหมดจะต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้เก็บค่าสัญญาณส่งมายังคอมพิวเตอร์ ส่วนด้านซอฟต์แวร์เป็นการศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถสื่อสารได้กับโปรแกรมแมทแลปบนคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ทอนุกรม (RS232) โดยโปรแกรมสามารถอ่านค่าสัญญาณของเซนเซอร์ และแปลงเป็นระยะการเคลื่อนที่หรือสัญญาณตรวจจับเส้นทางเดินได้ พร้อมส่งสัญญาณกลับเพื่อทำการควบคุมมอเตอร์ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตอบสนองไปยังทิศทางที่กำหนด โดยผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบการเคลื่อนที่ตามคำสั่งในรูปแบบการเดินตามเส้นและการเดินตามสถานีงาน ตัวหุ่นยนต์สามารถทำงานได้ผลที่น่าพอใจ

Thesis Title	Mobile Robot Platform
Student	Mr. Kanokwut Kaewsri Mr. Kittichate Ngamprasert Mr. Nattanon Namsak
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2011
Thesis Advisor	Mr. Polchai Chotprayanakul

ABSTRACT

This Thesis presents a development of a mobile robot platform to use as a laboratory equipment. The mobile platform can interface through the serial port of any computers in order to command the movement (direction and displacement) and also can get sensor signal that are affixed in the robot. The project is separated into two major processes: 1) software part and 2) hardware part. For hardware part, designs of the mobile platform are done based on many factor such as equipment arrangement, the location of the center of cavity, weight, and the image of the platform. The selected design is then used for considering the power of driving motor. Electronics circuits ie. Motor driver, microcontroller, sensor, and power circuits are made and placed into the mobile robot platform.

For software part, a software component is written as a script on Matlab to interface with the mobile robot platform through the serial part (RS232). The program computers retrieve the sensor signal and command the robot's movement in order to track a desired path. Two experiments are conducted as path tracking and station to station walking. The result shows that the mobile robot platform can satisfy our need well.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรเรื่อง โครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อพื้นฐานเพื่อการศึกษา สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญาบัตรฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

อ.พลชัย โชติปราชญ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตร กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญาบัตรฉบับนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือและความเอาใจใส่ในทุกๆด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ และบุคลากรทุกท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่ได้ตั้งสอน อบรม และคอยช่วยเหลือ ทั้งในด้านความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ แก่กลุ่มผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สรรพลสิทธิ์ ลีมนรรัตน์ สำหรับความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือและความเอาใจใส่กลุ่มผู้วิจัยในทุกๆด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

ขอบขอบคุณทุกคนสำหรับความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญาบัตรสำเร็จลุล่วง และคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นายกนกวุฒิ แก้วศรี
นายกิตติเชษฐ งามประเสริฐ
นายณัฐนนท์ นามศักดิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	
ภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หุ่นยนต์.....	3
2.1.1 ความหมายของหุ่นยนต์.....	3
2.1.2 ประวัติของหุ่นยนต์.....	3
2.1.3 ประเภทของหุ่นยนต์.....	4
2.1.4 ประโยชน์และความสามารถของหุ่นยนต์.....	5
2.2 มอเตอร์กระแสตรง (Dc Motor).....	6
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller).....	7
2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบเฟลชเมมโมรี่.....	8
2.3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051.....	8
2.4 เซนเซอร์ (Sensor).....	9
2.4.1 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ (Fiber Optic Sensor).....	9
2.4.2 คุณลักษณะของแอมพลิฟายเออร์ FS-T1.....	9
2.5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ.....	11
2.5.1 ตัวเก็บประจุ (Capacitor).....	11
2.5.2 ตัวต้านทาน (Resistor).....	12
2.5.3 Crystal Oscillator.....	15
2.5.4 Regulator.....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3	ขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1	การศึกษาและออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์.....	16
3.2	การตัดสินใจเลือกรูปแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ที่ดีที่สุด.....	17
3.2.1	การให้น้ำหนักความสำคัญของ Criteria.....	18
3.2.2	การนำทางเลือกที่กำหนดไว้ มาประเมินผลผ่านปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ.....	19
3.3	การคำนวณหากำลังมอเตอร์.....	21
3.4	การออกแบบ โครงสร้างจริง.....	22
3.5	การสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบ.....	23
3.6	การสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้จริง.....	24
3.6.1	ขั้นตอนในการจัดทำโครงสร้างหุ่นยนต์ตัวจริง.....	24
3.7	การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	27
3.7.1	ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์.....	27
3.7.2	ส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์.....	30
3.7.3	ส่วนที่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์.....	31
3.7.4	ชุดเซนเซอร์.....	34
3.8	การเขียน โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่.....	36
3.8.1	การเขียน โปรแกรมใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	36
3.8.2	การเขียนคำสั่งควบคุมใน โปรแกรมแมทแลป (Matlab).....	39
บทที่ 4	ผลการดำเนินงาน	
4.1	การจัดทำหุ่นยนต์.....	41
4.1.1	ส่วนของโครงสร้าง.....	42
4.1.2	ส่วนของวงจรถวลีอิเล็กทรอนิกส์.....	43
4.2	การจัดทำโปรแกรมในการควบคุมหุ่นยนต์.....	45
4.2.1	MCS51.....	45
4.2.2	แมทแลป (Matlab).....	46
4.2.3	ผลการทดสอบการเคลื่อนที่.....	47
บทที่ 5	สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	
5.1	สรุปผลการทดลอง.....	49
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หนังสือ	
อ้างอิง.....	50
ภาคผนวก.....	ผ1
ภาคผนวก ก แบบ โครงสร้างหุ่นยนต์.....	ผก1
ภาคผนวก ข คู่มือใช้งานเซนเซอร์และ IC.....	ผข1
ภาคผนวก ค โปรแกรมของ MCS51 และ Mathlab	ผค1



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดและการนำไปใช้งานของตัวเก็บประจุ.....	12
ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวต้านทาน.....	13
ตารางที่ 3.1 แสดงการให้คะแนนเพื่อกำหนดความสำคัญของปัจจัยที่พิจารณา.....	18
ตารางที่ 3.2 แสดงการคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย.....	18
ตารางที่ 3.3 (a) แสดงการให้คะแนนเพื่อเปรียบเทียบความปลอดภัยของโครงสร้างแต่ละแบบ.....	19
ตารางที่ 3.3 (b) แสดงการคำนวณหาค่าน้ำหนักของความสวยงามแต่ละแบบ.....	19
ตารางที่ 3.4 (a) แสดงการให้คะแนนเพื่อเปรียบเทียบความสวยงามของ โครงสร้างแต่ละแบบ.....	19
ตารางที่ 3.4 (b) แสดงการคำนวณหาค่าน้ำหนักของความสวยงามแต่ละแบบ.....	19
ตารางที่ 3.5 (a) แสดงการให้คะแนนเพื่อเปรียบเทียบการจัดวางอุปกรณ์ของ โครงสร้างแต่ละแบบ.....	20
ตารางที่ 3.5 (b) แสดงการคำนวณหาค่าน้ำหนักของการจัดวางอุปกรณ์แต่ละแบบ.....	20
ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอักษรที่พิมพ์และการเคลื่อนที่เมื่อกดปุ่ม.....	46

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงชิ้นส่วนต่างๆของมอเตอร์กระแสตรง.....	7
รูปที่ 2.2 แสดง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051.....	8
รูปที่ 2.3 แสดง แอมพลิฟายเออร์ของ FS-T1.....	9
รูปที่ 2.4 แสดงขนาดของแอมพลิฟายเออร์ FS-T1.....	10
รูปที่ 2.5 แสดงวงจรอินพุทของแอมพลิฟายเออร์ FS-T1.....	10
รูปที่ 2.6 แสดงวงจรเอาต์พุทของแอมพลิฟายเออร์ FST1.....	11
รูปที่ 2.7 แสดงตัวเก็บประจุ.....	11
รูปที่ 2.8 แสดงกานอ่านค่าสี่ตัวต้านทาน.....	14
รูปที่ 2.9 แสดง Crystal Oscillator.....	15
รูปที่ 2.10 แสดง Regulator.....	15
รูปที่ 3.1 แสดงโมเดลของ โครงสร้างหุ่นยนต์.....	17
รูปที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจ.....	17
รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์หลังจากทำการออกแบบ.....	22
รูปที่ 3.4 แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ.....	22
รูปที่ 3.5 แสดง โครงสร้างหุ่นยนต์คั่นแบบ.....	23
รูปที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์ในการจัดทำโครงสร้างหุ่นยนต์.....	24
รูปที่ 3.7 แสดงการตัดแผ่นอะคริลิก.....	25
รูปที่ 3.8 แสดงการทำน้ายเชื่อมแผ่นอะคริลิก.....	25
รูปที่ 3.9 แสดงการใช้สกรูเพิ่มความแข็งแรงของ โครงสร้าง.....	26
รูปที่ 3.10 แสดง โครงสร้างหุ่นยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์.....	26
รูปที่ 3.11 แสดงอุปกรณ์ในการติดตั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	27
รูปที่ 3.12 แสดงอุปกรณ์ในการจัดทำชุดขับเคลื่อนมอเตอร์.....	27
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรของ IC L293D.....	28
รูปที่ 3.14 แสดงแผงวงจรของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์.....	29
รูปที่ 3.15 แสดงมอเตอร์และล้อ.....	29
รูปที่ 3.16 แสดงอุปกรณ์ในการจัดทำชุดเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์.....	30
รูปที่ 3.17 แสดงวงจรของ IC MAX232.....	31
รูปที่ 3.18 แสดงอุปกรณ์ในการจัดทำชุดไมโครคอนโทรลเลอร์รูปที่ 3.19 แสดงวงจรของ IC AT89C2051.....	31
รูปที่ 3.19 แสดงวงจรของ IC AT89C2051.....	32
รูปที่ 3.20 แสดงการเชื่อมต่อของชุดเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์กับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์.....	33
รูปที่ 3.21 แสดงแผงวงจรของชุดเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์และชุดไมโครคอนโทรลเลอร์.....	34

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.22 แสดงการติดตั้งชุดเซนเซอร์.....	35
รูปที่ 3.23 แสดงวงจรของ Sensor.....	35
รูปที่ 3.24 แสดงวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับ Sensor.....	36
รูปที่ 3.25 แสดงการเขียนคำสั่งในโปรแกรม Notepad.....	37
รูปที่ 3.26 แสดงการบันทึกไฟล์เป็น .asm.....	37
รูปที่ 3.27 แสดงการแปลงไฟล์จาก .asm เป็น .HEX.....	38
รูปที่ 3.28 แสดงไฟล์ .HEX.....	38
รูปที่ 3.29 แสดงการเบิร์นคำสั่งผ่านโปรแกรม AFP34.....	39
รูปที่ 3.30 แสดงขั้นตอนการเขียนคำสั่งบน โปรแกรม Matlab.....	39
รูปที่ 3.31 แสดงขั้นตอนการเขียนคำสั่งบน โปรแกรม Matlab.....	40
รูปที่ 3.32 แสดงขั้นตอนการเขียนคำสั่งบน โปรแกรม Matlab.....	40
รูปที่ 4.1 แสดงหุ่นยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์.....	41
รูปที่ 4.2 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์.....	42
รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างหุ่นยนต์.....	43
รูปที่ 4.4 แสดงวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	43
รูปที่ 4.5 แสดงวงจรชุดขับเคลื่อนมอเตอร์.....	44
รูปที่ 4.6 แสดงวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์.....	44
รูปที่ 4.7 แสดงชุดเซนเซอร์.....	45
รูปที่ 4.8 แสดงกระบวนการทำงานของ MCS 51.....	45
รูปที่ 4.9 แสดงเส้นทางในการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์.....	47
รูปที่ 4.10 แสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามเส้นทางที่กำหนด.....	47
รูปที่ 4.11 แสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามเส้นทางที่กำหนด.....	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันหุ่นยนต์ก้าวเข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งในภาคอุตสาหกรรมตามโรงงานได้นำหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้งานในหลากหลายด้าน เช่น การขนย้ายวัสดุโดยรถเดินตามทางอัตโนมัติที่ช่วยให้การทำงานการผลิตมีการเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในภาคครัวเรือนก็ได้นำหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิต การที่จะศึกษาหุ่นยนต์แบบล้อใช้ในการเคลื่อนที่ใช้งานในปัจจุบันนั้นเป็นไปด้วยความยากลำบาก เนื่องจากมีโครงสร้างที่มีความซับซ้อน ดังนั้นการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานรวมทั้งนำมาประยุกต์ใช้กับ โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จึงมีความจำเป็นสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาในศาสตร์ด้านหุ่นยนต์ต้องการหุ่นยนต์พื้นฐานที่มีโครงสร้างที่แข็งแรง ไม่สลับซับซ้อนและง่ายในการต่อขยายอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ ได้ง่าย ทั้งนี้โครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวจะทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้และสามารถความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้มากขึ้น โดยทำให้ผู้ใช้งานจะได้พัฒนาความเชี่ยวชาญในด้านหุ่นยนต์ได้ด้วยการปฏิบัติ ทดลองจริง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อประยุกต์ใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ
2. ออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อน 2 ล้อเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการเคลื่อนที่และการทำงานของหุ่นยนต์

1.3 ขอบเขตของปริญาพนธ์

1. ทำการศึกษาและออกแบบ โครงสร้างพื้นฐานของหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยล้อ
2. ทำการศึกษาและออกแบบ โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ ของหุ่นยนต์
3. ศึกษาและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และระบบประมวลผลขนาดเล็กมาประยุกต์ใช้ในการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์อุปกรณ์ตรวจจับและตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สร้างแบบทดลองเพื่อทดสอบการเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในงานควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ขับเคลื่อน 2 ล้อ
2. โครงการนี้สามารถนำหุ่นยนต์ขับเคลื่อน 2 ล้อที่ได้สร้างขึ้นไปใช้เป็นอุปกรณ์ในการศึกษา
3. เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาและประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆในอนาคต



บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หุ่นยนต์ (Robot)

2.1.1 ความหมายของหุ่นยนต์ [4]

หุ่นยนต์หรือโรบอต (robot) คือเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง มีลักษณะ โครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกัน หุ่นยนต์ในแต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานในด้านต่าง ๆ ตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ การควบคุมระบบต่าง ๆ ในการสั่งงานระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ สามารถทำได้โดยทางอ้อมและอัตโนมัติ โดยทั่วไปหุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นเพื่อสำหรับงานที่มีความยากลำบากเช่น งานสำรวจในพื้นที่บริเวณแคบหรืองานสำรวจดวงจันทร์ดาวเคราะห์ที่ไม่มีสิ่งมีชีวิต ปัจจุบันเทคโนโลยีของหุ่นยนต์เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เริ่มเข้ามามีบทบาทกับชีวิตของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านอุตสาหกรรมการผลิต แตกต่างจากเมื่อก่อนที่หุ่นยนต์มักถูกนำไปใช้ ในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ปัจจุบันมีการนำหุ่นยนต์มาใช้งานมากขึ้น เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำหรับงานสำรวจ หุ่นยนต์ที่ใช้ในงานในอวกาศ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องเล่นของมนุษย์ จนกระทั่งในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้หุ่นยนต์นั้นมีลักษณะที่คล้ายมนุษย์ เพื่อให้อาศัยอยู่ร่วมกันกับมนุษย์ ให้ได้ในชีวิตประจำวัน

2.1.2 ประวัติ

ในสมัยก่อนหุ่นยนต์เป็นเพียงจินตนาการของมนุษย์ ที่มีความต้องการ ได้สิ่งใดสิ่งหนึ่งเข้ามาช่วยในการผ่อนแรงจากงานที่ทำ หรือช่วยในการปฏิบัติงานที่ยากลำบากเกินขอบเขตความสามารถ และจากจินตนาการได้กลายเป็นแรงบันดาลใจให้มนุษย์ คิดประดิษฐ์สร้างสรรค์หุ่นยนต์ขึ้นมา จนกลายเป็นหุ่นยนต์ในปัจจุบัน

คำว่า Robot มาจากคำว่า Robota ในภาษาเช็ก ซึ่งแปลโดยตรงว่า การทำงานเสมือนทาส ถือกำเนิดขึ้นจากละครเวทีเรื่อง "Rassum's Universal Robots" ในปี ค.ศ. 1920 ซึ่งเป็นบทประพันธ์ของ คาร์ล ชาเปก (Karel Čapek) เนื้อหาของละครเวทีมีความเกี่ยวข้องกับจินตนาการของมนุษย์ ในการใฝ่หาสิ่งใดมาช่วยในการปฏิบัติงาน การประดิษฐ์คิดค้นสร้างหุ่นยนต์จึงถือกำเนิดขึ้นเพื่อเป็นเสมือนทาสคอยรับใช้มนุษย์ การใช้ชีวิตร่วมกันระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์ ดำเนินต่อไปจนกระทั่งหุ่นยนต์เกิดมีความคิดเช่นเดียวกับมนุษย์ การถูกกดขี่ข่มเหงเช่นทาสจากมนุษย์ทำให้หุ่นยนต์เกิดการต่อต้าน ไม่ยอมเป็นเบี้ยล่างอีก ซึ่งละครเวทีเรื่องนี้โด่งดังมากจนทำให้คำว่า Robot เป็นที่รู้จักทั่วโลก

ในปี ค.ศ. 1942 คำว่า robot ได้กลายเป็นจุดสนใจของคนทั่วโลกอีกครั้ง เมื่อ ไอแซค อสิมอฟ นักเขียนนวนิยายแนววิทยาศาสตร์ได้เขียนเรื่องนวนิยายสั้นเรื่อง Runaround ซึ่งได้ปรากฏคำว่า robot ในนิยายเรื่องนี้ และต่อมาได้นำมารวบรวมไว้ในนิยายวิทยาศาสตร์เรื่อง I-Robot ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ทำความรู้จักกับคำว่า Robot เป็นครั้งแรก

จากนวนิยายเรื่องนี้ หุ่นยนต์จึงกลายเป็นจุดสนใจและเป็นแนวคิดและจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ ในการคิดค้น และประดิษฐ์หุ่นยนต์ในอนาคต

สมัยโบราณการดูเวลาจะใช้นาฬิกาแดด เป็นเครื่องบ่งชี้เวลาแต่สามารถใช้ได้เพียงแค่เวลากลางวันเท่านั้น นาฬิกาทรายจะใช้บอกเวลาในเวลากลางคืน จึงได้มีการคิดค้นและประดิษฐ์เครื่องจักรกลสำหรับบอกเวลาให้แก่มนุษย์ คือ นาฬิกาน้ำ (Clepsydra) โดย Ctesibius of Alexandria นักฟิสิกส์ชาวกรีกในปี 250 ก่อนคริสตกาล นาฬิกาน้ำนี้ใช้บอกเวลาแทนมนุษย์ที่แต่เดิมต้องบอกเวลาจากนาฬิกาแดดและนาฬิกาทราย โดยใช้พลังงานจากการไหลของน้ำ เป็นตัวผลักดันให้กลไกของนาฬิกาน้ำทำงาน และถือเป็นเครื่องจักรเครื่องแรกที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับทำงานแทนมนุษย์ และเมื่อมนุษย์ได้รู้จักและเรียนรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า ความคิดสร้างสรรค์ในการควบคุมเครื่องจักรโดยไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าก็เริ่มขึ้น Nikola Tesla เป็นบุคคลแรกที่สามารถใช้คลื่นวิทยุในการควบคุมหุ่นยนต์เรือขนาดเล็กลงในกรุงนิวยอร์ก ในปี ค.ศ. 1898 ภายในงานแสดงผลงานทางด้านไฟฟ้า

ปี ค.ศ. 1940 - 1950 หุ่นยนต์ชื่อ Alsie the Tortoise ได้ถือกำเนิดขึ้น โดย Grey Walter หุ่นยนต์รูปเต่าสร้างจากมอเตอร์ไฟฟ้านำมาประกอบเป็นเครื่องจักร สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยล้อทั้ง 3 ต่อมาหุ่นยนต์ชื่อ Shakey ได้ถูกสร้างขึ้นให้สามารถเคลื่อนที่ได้เช่นเดียวกับ Alsie the Tortoise โดย Standford Research Institute:SRI แต่มีความสามารถเหนือกว่าคือมีความคิดเป็นของตนเองโดยที่ Shakey จะมีสัญญาณเซนเซอร์เป็นเครื่องบอกสัญญาณในการเคลื่อนที่ไปมา ซึ่งนอกเหนือจากหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ไปมาด้วยล้อแล้ว ในปี ค.ศ. 1960 หุ่นยนต์ที่ชื่อ General Electric Walking Truck ที่สามารถเดินได้ด้วยขาก็ถือกำเนิดขึ้น มีขนาดโครงสร้างใหญ่โตและหนักถึง 3,000 ปอนด์ สามารถก้าวเดินไปด้านหน้าด้วยขาทั้ง 4 ข้างด้วยความเร็ว 4 ไมล์/ชั่วโมงโดยการใช้อุปกรณ์ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของขา General Electric Walk Truck ได้รับการพัฒนาโครงสร้างและศักยภาพโดยวิศวกรประจำบริษัท General Electric ชื่อ Ralph Moser

ภายหลังจากที่หุ่นยนต์เริ่มเป็นที่รู้จักไปทั่วโลก หุ่นยนต์เริ่มเข้ามามีบทบาทความสำคัญในด้านต่าง ๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตของมนุษย์ โรงงานอุตสาหกรรมเริ่มมีความคิดใช้หุ่นยนต์แทนแรงงานมนุษย์เดิม หุ่นยนต์ด้านอุตสาหกรรมตัวแรกชื่อ Unimates ได้ถือกำเนิดขึ้นในปี ค.ศ. 1950 - 1960 โดย George Devol และ Joe Engleberger ซึ่งต่อมา Joe ได้แยกตัวออกมาจาก George โดยเปิดบริษัทสร้างหุ่นยนต์ในชื่อของ Unimation ซึ่งต่อมาผลงานในด้านหุ่นยนต์ของ Joe ได้รับสมญานามว่า "บิดาแห่งหุ่นยนต์ด้านอุตสาหกรรม"

2.1.3 ประเภทของหุ่นยนต์

ประเภทของหุ่นยนต์ สามารถแบ่งแยกได้หลากหลายรูปแบบตามลักษณะเฉพาะของการทำงาน ได้แก่การแบ่งประเภทตามการเคลื่อนที่ นอกจากนี้อาจจำแนกตามรูปลักษณะภายนอกด้วยก็ได้

- การแบ่งประเภทตามการเคลื่อนที่ได้

1. หุ่นยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ สามารถเคลื่อนไหวไปมาแต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ หุ่นยนต์ในประเภทนี้ได้แก่ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นงานด้านอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ แขนกลของหุ่นยนต์ที่ใช้งานในด้านการแพทย์ เช่นแขนกลที่ใช้ในการผ่าตัด หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะโครงสร้างที่ใหญ่โต เทอะทะและมีน้ำหนักมาก ใช้พลังงานให้สามารถเคลื่อนไหวได้จากแหล่งจ่ายพลังงาน

ภายนอก และจะมีการกำหนดขอบเขตการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เอาไว้ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวไปมาได้เฉพาะที่ที่กำหนดเอาไว้เท่านั้น

2. หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายไปมาได้อย่างอิสระ หมายความว่าหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนย้ายตัวเองจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้อย่างอิสระ หรือมีการเคลื่อนที่ไปมาในสถานที่ต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในการสำรวจดวงจันทร์ขององค์การนาซ่า หุ่นยนต์สำรวจใต้พิภพหรือหุ่นยนต์ที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า ซึ่งหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้นี้ ถูกออกแบบลักษณะของโครงสร้างให้มีขนาดเล็ก และมีระบบเคลื่อนที่ไปมา รวมทั้งมีแหล่งจ่ายพลังงานในหุ่นยนต์ แตกต่างจากหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ ซึ่งจะต้องมีแหล่งจ่ายพลังงานอยู่ภายนอก แหล่งจ่ายพลังงานในร่างกายของหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนไหวร่างกาย และสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้นั้น โดยปกติแล้วจะถูกออกแบบลักษณะของโครงสร้างให้มีขนาดเล็กรวมทั้งมีปริมาณน้ำหนักไม่มาก เพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์หรืออุปสรรคในการเคลื่อนที่

- การแบ่งประเภทตามลักษณะรูปร่างภายนอก

1. หุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ (Humanoid Robot) เป็นลักษณะหุ่นยนต์ที่เหมือนกับมนุษย์
2. แอนดรอยด์ (Android) เป็นการเรียกหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์ที่สามารถแสดงออกเหมือนมนุษย์ แม้ว่ารากศัพท์ภาษากรีกของคำนี้หมายถึงเพศชาย แต่การใช้ในบริบทภาษาอังกฤษมักไม่ได้มีความหมายเจาะจงว่าเป็นเพศใด
3. จินอยด์ (Gynoid) เป็นการเรียกหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์เพศหญิง
4. แอ็คทรอยด์ (Actriod) เป็นหุ่นยนต์ที่เลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ เช่น กระพริบตา หายใจ เริ่มพัฒนาโดย มหาวิทยาลัยโอซาก้าและบริษัท โคโค โระ
5. ไซบอร์ก (Cyborg) เป็นหุ่นยนต์ที่เชื่อมต่อกับสิ่งมีชีวิต หรือ ครึ่งคนครึ่งหุ่น เริ่มปรากฏครั้งแรกในเรื่องแต่งปี 1960
6. นาโนโรบอท (Nanorobot) เป็นหุ่นยนต์ขนาดเล็กมาก ขนาดประมาณ 0.5-3 ไมครอน

2.1.4 ประโยชน์และความสามารถของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์เริ่มเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์เรื่อยมา เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน ทำให้ความสามารถของหุ่นยนต์พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว สามารถทำงานต่าง ๆ ที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้จำนวนมาก ซึ่งการนำหุ่นยนต์เข้าใช้งานแทนมนุษย์นั้น สามารถแบ่งประเภทตามความสามารถของหุ่นยนต์ได้ ดังนี้

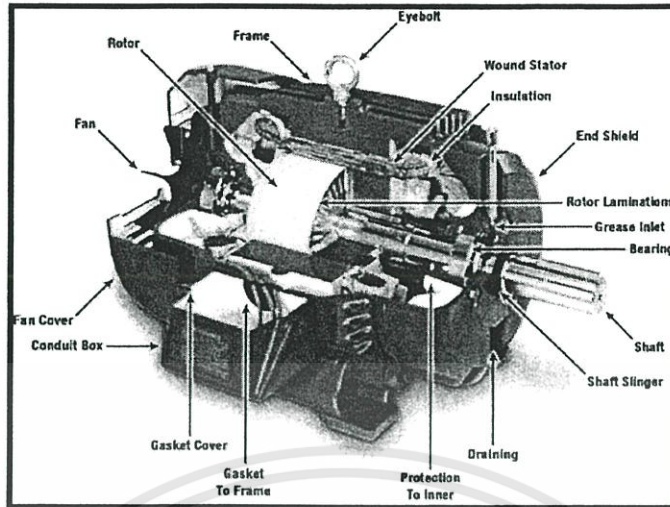
- ความสามารถด้านการแพทย์ ในงานด้านการแพทย์ เริ่มนำเอาหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยทำการผ่าตัดคนไข้ เนื่องจากหุ่นยนต์นั้นสามารถทำงานในด้านที่มีความละเอียดสูงที่เกินกว่ามนุษย์จะทำได้ เช่น การนำเอาหุ่นยนต์มาใช้งานด้านการผ่าตัดสมอง ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องการความละเอียดในการผ่าตัด หุ่นยนต์แขนกลจึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของการผ่าตัดในด้านการแพทย์ การทำงานของหุ่นยนต์แขนกลในการผ่าตัด จะเป็นลักษณะการทำงานของการควบคุมการผ่าตัด โดยผ่านทางแพทย์ผู้ทำการผ่าตัดอีกที ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผ่าตัด โดยมีหุ่นยนต์แขนกลเข้ามามีส่วนร่วมนั้นจะเน้นเรื่องความปลอดภัยเป็นอย่างสูง รวมทั้งความสามารถในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ รวมถึงงานเกษตรกรรมที่มีบางโรงพยาบาลนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจ่ายยา

- ความสามารถในการวิจัยหุ่นยนต์สามารถทำการสำรวจงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ร่วมกับมนุษย์ เช่น การสำรวจท้องทะเลหรือมหาสมุทรที่มีความลึกเป็นอย่างมาก หรือการสำรวจบริเวณปากปล่องภูเขาไฟเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ซึ่งเป็นงานเสี่ยงอันตรายที่เกินขอบเขตความสามารถของมนุษย์ที่ไม่สามารถปฏิบัติงานสำรวจเช่นนี้ได้ ทำให้ปัจจุบันมีการพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการวิจัยและสำรวจ เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมและสามารถทำการควบคุมหุ่นยนต์ได้ในระยะไกลด้วยระบบคอนโทรล โดยมีเซนเซอร์ติดตั้งที่ตัวหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการวัดระยะทางและเก็บข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์
- ความสามารถในการอุตสาหกรรม หุ่นยนต์เริ่มมีบทบาททางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในขณะที่งานด้านอุตสาหกรรม มีความต้องการด้านแรงงานเป็นอย่างมาก การจ้างแรงงานจำนวนมากเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม ทำให้ต้นทุนการผลิตของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรม เพิ่มจำนวนสูงขึ้น และงานอุตสาหกรรมบางงานไม่สามารถที่จะใช้แรงงานเข้าไปทำได้ ซึ่งบางงานนั้นอันตรายและมีความเสี่ยงเป็นอย่างมาก หรือเป็นงานที่ต้องการความเร็วและแม่นยำในการผลิตรวมทั้งเป็นการประหยัดระยะเวลา ทำให้หุ่นยนต์กลายเป็นทางออกของงานด้านอุตสาหกรรม

2.2 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

เครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ประกอบด้วยขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก โดยเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะทำให้ขดลวดหมุนไปรอบแกน และเมื่อสลับขั้วไฟฟ้า การหมุนของขดลวดจะหมุนกลับทิศทางเดิม โครงสร้างมอเตอร์จะเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงทุกอย่าง จะมีข้อแตกต่างออกไปบ้างก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้เพราะว่าสภาพที่นำมาใช้งานแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั่วไปจะเป็นชนิดเปิด (open type) กล่าวคือขดลวดอาร์เมเจอร์ และขดลวดสนามแม่เหล็กจะพันเป็นแบบเปิดทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายขึ้นกับลวดอย่างไรก็ตามเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงเครื่องเดียว สามารถใช้ทำเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าได้ มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์เพื่อทำให้เกิดการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวดมอเตอร์จึงหมุนได้



รูปที่ 2.1 แสดงชิ้นส่วนต่างๆของมอเตอร์กระแสตรง

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) [1]

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
- หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บ โปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Mempry) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง
- ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การคิดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
- ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

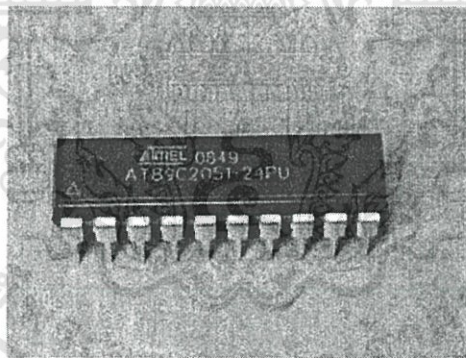
- วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับ การกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกา มีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ดีขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชเมมโมรี

คือไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เปลี่ยนจาก ROM ภายในชิพมาเป็น Flash Erasable and Programmable Only Memory (EPROM) สามารถโปรแกรมได้โดยไม่ต้องถอดออกมาโปรแกรมหรือที่เรียกว่า In-System Programming สามารถลบและโปรแกรมใหม่ได้พันครั้ง

2.3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 จะใช้กำลังไฟต่ำ 2.7-6V เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ CMOS ขนาด 8 บิตที่มีประสิทธิภาพสูง มีหน่วยความจำภายในแบบ Flash EPROM ที่อ่านและลบได้ ขนาด 2 Kbytes เป็นอุปกรณ์ที่สนับสนุนการทำงานแบบเดียวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 เพราะฉะนั้นขาและคำสั่งการใช้จึงเป็นแบบเดียวกัน เพียงแต่ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 จะเป็นไอซี 20 ขา



รูปที่ 2.2 แสดง ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051

- คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051
 - เป็นชิพขนาด 20 ขา
 - มีหน่วยความจำ Flash 2 Kbytes
 - หน่วยความจำแบบ RAM 128 bytes
 - มี Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

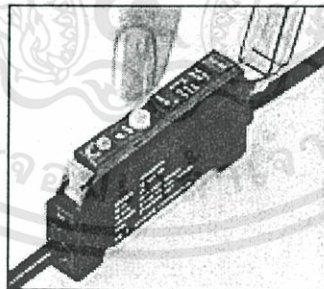
- สามารถอินเทอร์รับต์ได้ 5 แหล่ง
- การสื่อสารแบบอนุกรมแบบ 2 ทิศทาง
- มีตัวเปรียบเทียบสัญญาณอนาล็อก (Analog Comparator) อยู่ในตัวชิพ

2.4 เซนเซอร์ (sensor) [5]

เซนเซอร์ คือ ตัวที่ใช้ตรวจจับสภาวะใด ๆ เช่น อุณหภูมิ สี แสง หรือ วัตถุ ต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการที่แตกต่างกันไปแต่ละตัว เพื่อเปลี่ยนจากคุณสมบัติของฟิสิกส์ มาเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้า ตัวเซนเซอร์ส่วนใหญ่เมื่อแสดงผลเอาพุต จะแสดงผลในรูปความต้านทานที่เปลี่ยนไปตามสภาวะของตัวเซนเซอร์นั้น ๆ ในปัจจุบัน ในวงการเซนเซอร์ ได้พัฒนาไปมาก มีเซนเซอร์ให้เราได้เลือกใช้มากมาย มีวงจรที่ง่ายขึ้น มีความแน่นอน สูง จึงทำให้เราสามารถมีตัวเลือกในการใช้งานมากขึ้น

2.4.1 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ (Fiber Optic Sensor)

เป็นไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ความแม่นยำสูง มีขนาดที่กะทัดรัด ใช้งานง่าย CPU รุ่นใหม่ชนิดประมวลผลพร้อมกันขนาด 12 บิต ความเร็วในการตอบสนอง 20 μ s การปรับแต่งค่ามีหลายวิธี การต่อเชื่อมแบบ Wire-Saving ไร้สายหรือ I-line (แถวเดียว) ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ FS01 มีประสิทธิภาพการทำงานที่ยืดเยื้อ

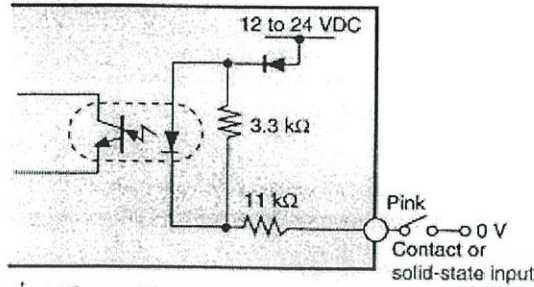


รูปที่ 2.3 แสดง แอมพลิฟายเออร์ของ FS-T1

2.4.2 คุณลักษณะของแอมพลิฟายเออร์ FS-T1

- แอมพลิฟายเออร์ชนิดบางพิเศษที่กว้างเพียง 9 มม.
- มีประสิทธิภาพดีเยี่ยมภายใต้รูปทรงที่ประหยัดพื้นที่

FS-T1/T1G/V1 วงจรปรับแต่งจากภายนอก



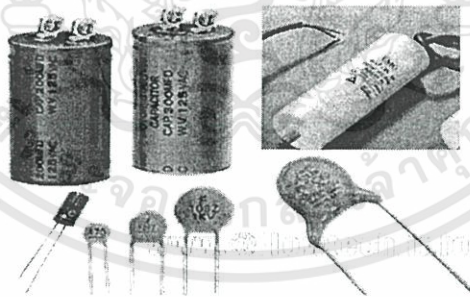
เมื่อไม่ต้องการใช้การปรับแต่งจากภายนอก ให้ลัดสายสีชมพูออก หรือต่อสายนี้เข้ากับคอตที่ เป็นไฟบวกของทราเวอร์รับหลาย

รูปที่ 2.6 แสดงวงจรเอาต์พุตของแอมพลิฟายเออร์ FS-T1

2.5 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ [3]

2.5.1 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้า ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้งานเป็นตัวกรองแรงดัน เป็นตัวผ่านหรือเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างวงจรสองภาคเข้าด้วยกัน (การคัปปลิง), ใช้ในงานทางด้านความถี่ เช่น วงจรกรองความถี่หรือ วงจรเรโซแนนซ์ เป็นต้น



รูปที่ 2.7 แสดงตัวเก็บประจุ

ภายในตัวเก็บประจุประกอบไปด้วยแผ่นโลหะตัวนำสองแผ่น วางห่างกัน โดยมีสารไดอิเล็กทริกกั้นอยู่ระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสอง และชนิดของตัวเก็บประจุนั้นจะขึ้นอยู่กับสารไดอิเล็กทริกที่ใช้ได้แก่ อิเล็กโทรไลต์, โพลีเอสเตอร์, เซรามิก, ไมลาร์, แทนทาลัม เป็นต้น ตัวเก็บประจุมีหลายชนิด แต่ละชนิดเหมาะที่จะนำไปใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถแยกแยะการใช้งานได้ดังในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดและการนำไปใช้งานของตัวเก็บประจุ

ชนิดของตัวเก็บประจุ	การนำไปใช้งาน
อิเล็กโทรไลต์	ใช้กรองแรงดันไฟตรงให้ราบเรียบ , ใช้ในการคัปปลิงสัญญาณ
แทนทาลัม	ใช้ในงานที่ต้องการความแม่นยำของค่าความจุสูง
เซรามิก	ใช้ในวงจรเรโซแนนซ์ใช้ใน , วงจรกรองความถี่สูง
โพลีเอสเตอร์	ใช้งานทั่วไป มีค่าให้เลือกมาก
โพลีคาร์บอเนต	ใช้ในงานชดเชยขุ่นหมุมิ
โพลีโพรไพลีน	ใช้ในงานกำลังสูง , วงจรคอนเวอร์เตอร์,อินเวอร์เตอร์
โพลีสเตอร์รีน	วงจรอสซิลเลเตอร์
กระดาษ	ใช้ในงานแก๊สเพาเวอร์แฟ็กเตอร์

2.5.2 ตัวต้านทาน (Resistor)

ตัวต้านทานนั้น มีบทบาทมากในทุกวงจร ของเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ เพราะโดยหลักๆแล้ว ตัวต้านทานนั้น มักเป็นตัวช่วยให้อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำทำงานได้ โดยเฉพาะทรานซิสเตอร์ หากไม่มีตัวต้านทานไปไบอัสไฟให้ ทรานซิสเตอร์ก็ไม่สามารถทำงานได้ แต่ปัจจุบันอุปกรณ์ประเภทไอซีมักมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น บางทีไม่ต้องพึ่งพา ตัวต้านทานเลยก็ได้ ถึงอย่างไรก็ดี ตัวต้านทานก็มีความสำคัญกับวงจรทุกวงจรอยู่ดี

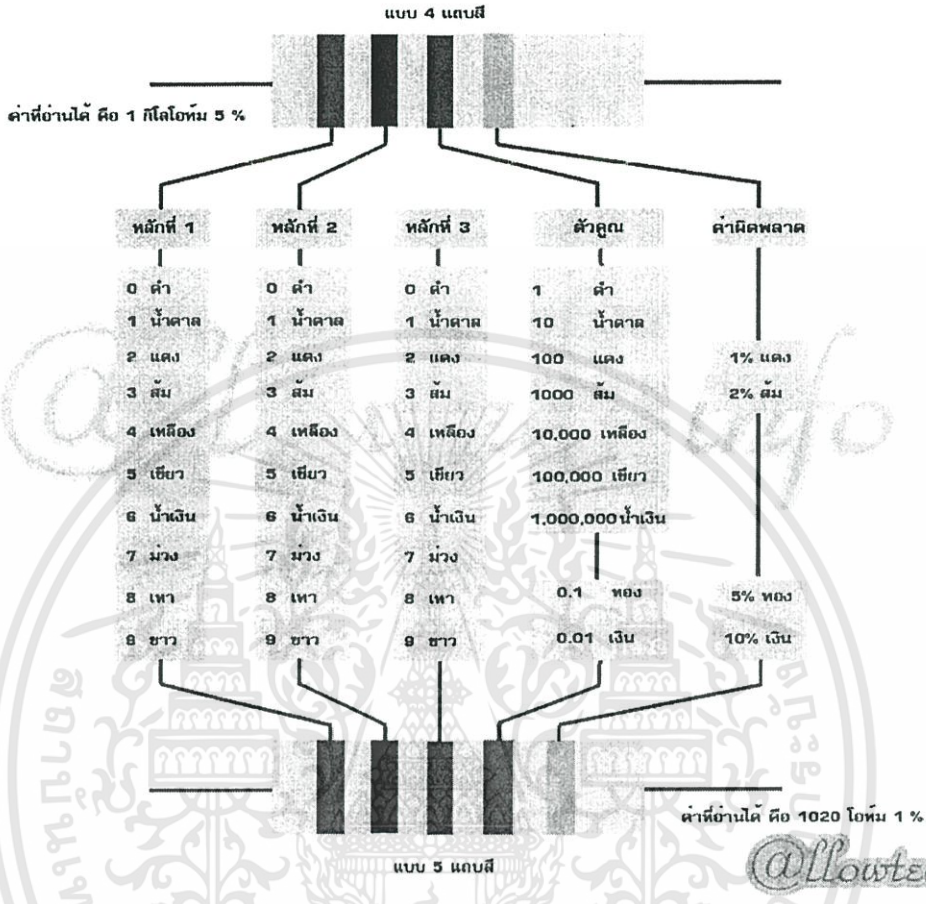
ตัวต้านทานที่มีใช้งานนั้นมีหลายชนิด มีทั้งแบบค่าคงที่ และปรับค่าได้ ทั้งสองแบบก็แบ่งออกเป็นย่อยๆได้อีก หลายชนิด โดยเฉพาะแบบค่าคงที่ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานแตกต่างกันออกไปดังในตาราง

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวต้านทาน

ชนิดของตัวต้านทาน	โครงสร้าง	ข้อดี	ข้อเสีย	ค่าที่มีใช้งาน
คาร์บอน	คาร์บอน	มีค่าความเหนียวนำต่ำทนแรงดันสูง	มีความผิดพลาดสูง กำเนิดสัญญาณรบกวนสูง สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิต่ำ	10 โอห์ม-22 เมกะโอห์ม
คาร์บอนฟิล์ม	ฟิล์มคาร์บอนวางบนเซรามิก	ราคาถูก	เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าเริ่มไม่แน่นอน	1โอห์ม-10เมกะโอห์ม
เมทัลฟิล์ม	ฟิล์มโลหะอัลลอยด์วางบนเซรามิก	มีความเที่ยงตรงสูง	มีราคาแพง	5 โอห์ม-10เมกะโอห์ม
เมทัลออกไซด์	ฟิล์มออกไซด์ของโลหะบางๆวางบนแก้ว	ประสิทธิภาพทางด้านอุณหภูมิสูง กำเนิดสัญญาณรบกวนต่ำ	มีราคาแพง	0.2โอห์ม-100 กิโลโอห์ม
ซีเมนต์	แท่งเซรามิกห่อหุ้มด้วยซิลิกอนแข็ง	ใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ดี	ค่าความเหนียวนำสูง	0.1โอห์ม-33 กิโลโอห์ม
ตัวถัง SMD	เซรามิก	ขนาดเล็ก	ทนกำลังงานต่ำ	1โอห์ม-10เมกะโอห์ม

ส่วนเรื่องของค่าความต้านทานนั้นปกติผู้ผลิตจะทำแถบสีไว้ให้อ่านเป็นค่าออกมา มีทั้งแบบ 5 แถบสี และ 4 แถบสี และตัวเลข โดย4แถบสีจะมีค่าความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 5%,10%และ5แถบสีส่วนมากมีค่าความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1%,2%แบบตัวเลข เป็นค่าที่อ่านบนตัวถังแบบ SMD (Sureface Mount Device)หรือแบบติดผิวหน้าปรีน

การอ่านค่าสี่ตัวด้านทาน



รูปที่ 2.8 แสดงการอ่านค่าสี่ตัวด้านทาน [3]

การอ่าน 4 แถบสี: เริ่มจากสองแถบสีแรกนั้นเป็นเลขสองหลักแรก ตามด้วยแถบสีที่สาม ซึ่งเป็นตัวคูณ (จำนวนเลขศูนย์), แถบสุดท้ายคือค่าความผิดพลาดยกตัวอย่างเช่น ตัวด้านทานมีแถบสี เหลือง ม่วง แดง ทอง ตัวเลขจะเป็นดังนี้ $47 \times 100 = 4700$ ค่าที่อ่านได้ คือ 4.7 กิโลโอห์ม ค่าความผิดพลาด 5% การอ่าน 5 แถบสี: อ่านเหมือน 4 แถบสี แต่จะใช้สามแถบแรกเป็นตัวตั้ง แถบที่สี่เป็นตัวคูณ (จำนวนเลขศูนย์) แถบที่ห้าเป็นค่าความผิดพลาดยกตัวอย่างเช่น ค่าสี่เป็น น้ำตาล ค่า แดง ค่า เหลือง ตัวเลขจะเป็นดังนี้ $102 \times 100 = 10200$ ค่าที่อ่านได้ คือ 10.2 กิโลโอห์ม 1% การอ่านค่าแบบตัวเลข: การอ่านจะง่ายกว่าแถบสีเพราะ ไม่ต้องท่องจำค่าสี หรือ ไม่เกิดความผิดพลาดจากการดูสีผิด ตัวเลขจะเขียนไว้หลัก เช่น 472 นั่นก็คือ 4.7 กิโลโอห์มนั่นเอง โดยหลักที่สาม คือตัวคูณนั่นเอง แต่จะไม่มีเลขบอกค่าความผิดพลาดเคลื่อน ส่วนใหญ่จะมีค่าที่ 5% อยู่แล้ว

2.5.3 Crystal Oscillator

Crystal oscillator เป็นอุปกรณ์กำเนิดความถี่ที่นิยมใช้งานกันมาก มีข้อดีที่ไม่สามารถหาได้จากวงจรกำเนิดความถี่แบบอื่น ๆ คือ เสถียรภาพทางความถี่เป็นเยี่ยม หรือว่ามีความถี่ที่คงที่อยู่ตลอดเวลา อุปกรณ์จำพวก Crystal เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ค่อนข้างบอบบาง เวลาใช้งาน Crystal ต้องให้ทำงานที่ระดับแรงดันต่ำ ๆ ถ้าเกิดความร้อนอาจจะทำให้ความถี่ผิดเพี้ยน หรือเสียหายได้

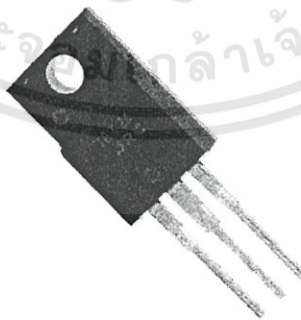


รูปที่ 2.9 แสดง Crystal Oscillator

2.5.4 Regulator

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงทำการปรับคุณภาพไฟฟ้าให้ดีขึ้น เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า มีหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ

- ช่วยปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในสถานะที่คงที่โดยอัตโนมัติ เพื่อให้นำไปใช้งานได้อย่างปลอดภัย
- ปรับคุณภาพไฟฟ้าให้ดีขึ้น โดยการกรองและขจัดสัญญาณรบกวนต่างๆ ออกไป



รูปที่ 2.10 แสดง Regulator

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

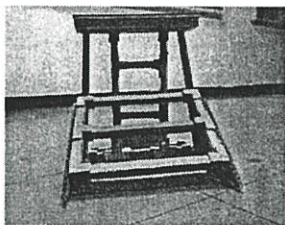
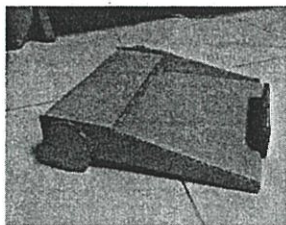
การศึกษาหุ่นยนต์แบบใช้สื่อในการเคลื่อนที่ เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาจำเป็นต้องมีหุ่นยนต์โครงสร้างพื้นฐานที่มีโครงสร้างแข็งแรง ไม่สลับซับซ้อนและง่ายในการต่อขยายอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ ได้ง่าย โดยการออกแบบโครงสร้างดังกล่าว มีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

1. การศึกษาและออกแบบ โครงสร้างหุ่นยนต์
2. การตัดสินใจเลือกรูปแบบ โครงสร้างหุ่นยนต์ที่ดีที่สุด
3. การคำนวณหามอเตอร์และขนาดของล้อของหุ่นยนต์
4. การออกแบบ โครงสร้าง
5. การสร้าง โครงสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบ
6. การสร้าง โครงสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้จริง
7. การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
8. การเขียน โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่

3.1 การศึกษาและออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์

ทำการศึกษารูปแบบ โครงสร้างของหุ่นยนต์จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต รวมทั้งศึกษาจาก โครงสร้างหุ่นยนต์จริง เพื่อนำแนวคิดเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบหุ่นยนต์ต้นแบบ จากนั้นทำการออกแบบ หุ่นยนต์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 แบบ และสร้างโมเดลจากกล่องกระดาษขึ้นมาดังแสดงในรูป 3.1 เพื่อที่จะนำมา พิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของแต่ละแบบ และเลือกแบบที่ดีที่สุดต่อไป

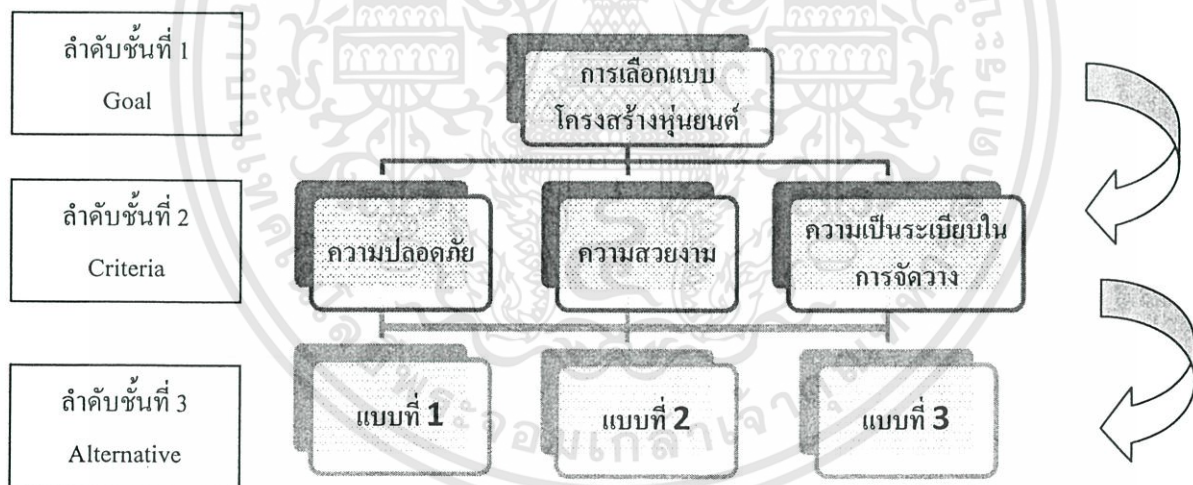
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.1 แสดงโมเดลของโครงสร้างหุ่นยนต์

3.2 การตัดสินใจเลือกรูปแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ที่ดีที่สุด

หลังจากที่ทำการออกแบบและสร้างโมเดลของหุ่นยนต์ขึ้นมา 3 แบบ ขั้นตอนต่อไปคือการตัดสินใจเลือกรูปแบบโครงสร้างที่ดีที่สุด โดยการตัดสินใจดังกล่าวจะใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) ช่วยในการตัดสินใจเลือกโมเดลที่ออกแบบไว้ สำหรับปัจจัยที่นำมาพิจารณา 3 ปัจจัย คือ ความปลอดภัย ความสวยงาม ความเป็นระเบียบของการจัดวางอุปกรณ์ โดยให้ค่าน้ำหนักหรือความสำคัญของแต่ละปัจจัยเท่ากัน



รูปที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจ

121801

3.2.1 การให้น้ำหนักความสำคัญของ Criteria

กำหนดให้ a_{ij} คือสมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมตริกซ์ หมายถึงผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย A_i และ A_j

- ถ้า $a_{ij} = 1$ หมายถึง ปัจจัย A_i และ A_j มีความสำคัญเท่ากัน
- ถ้า $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j เล็กน้อย
- ถ้า $a_{ij} = 5$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j ปานกลาง
- ถ้า $a_{ij} = 7$ หมายถึง ปัจจัย A_i มีความสำคัญมากกว่า A_j มาก

ตารางที่ 3.1 แสดงการให้คะแนนเพื่อกำหนดความสำคัญของปัจจัยที่พิจารณา

Criteria	ความปลอดภัย	ความสวยงาม	การจัดวางแผนวงจร
ความปลอดภัย	1	1	1
ความสวยงาม	1	1	1
การจัดวางแผนวงจร	1	1	1
รวม	3	3	3

ตารางที่ 3.2 แสดงการคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

Criteria	ความปลอดภัย	ความสวยงาม	การจัดวางแผนวงจร	Weight
ความปลอดภัย	1/3	1/3	1/3	0.33
ความสวยงาม	1/3	1/3	1/3	0.33
การจัดวางแผนวงจร	1/3	1/3	1/3	0.33

หมายเหตุ ค่า weight หาได้จากค่าเฉลี่ยของแต่ละแถว

3.2.2 การนำทางเลือกที่กำหนดไว้มาประเมินผ่านปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ

- ความปลอดภัย

ตารางที่ 3.3 (a) แสดงการให้คะแนนเพื่อเปรียบเทียบความปลอดภัยของ โครงสร้างแต่ละแบบ

	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
แบบที่ 1	1	3	7
แบบที่ 2	1/3	1	5
แบบที่ 3	1/7	1/5	1
รวม	1.48	4.2	13

ตารางที่ 3.3 (b) แสดงการคำนวณหาค่าน้ำหนักของความปลอดภัยแต่ละแบบ

	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	Weight
แบบที่ 1	1.00/1.48	3.00/4.2	7/13	0.64
แบบที่ 2	0.33/1.48	1.00/4.2	5/13	0.28
แบบที่ 3	0.14/1.48	0.20/4.2	1/13	0.08

- ความสวยงาม

ตารางที่ 3.4 (a) แสดงการให้คะแนนเพื่อเปรียบเทียบความสวยงามของ โครงสร้างแต่ละแบบ

	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
แบบที่ 1	1	1/5	5
แบบที่ 2	5	1	7
แบบที่ 3	1/5	1/7	1
รวม	6.2	1.34	13

ตารางที่ 3.4 (b) แสดงการคำนวณหาค่าน้ำหนักของความสวยงามแต่ละแบบ

	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	Weight
แบบที่ 1	1/6.2	0.2/1.34	5/13	0.23
แบบที่ 2	5/6.2	1/1.34	7/13	0.70
แบบที่ 3	0.2/6.2	0.14/1.34	1/13	0.07

- การจัดวางอุปกรณ์

ตารางที่ 3.5 (a) แสดงการให้คะแนนเพื่อเปรียบเทียบการจัดวางอุปกรณ์ของโครงสร้างแต่ละแบบ

	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
	1	1/5	1/7
แบบที่ 2	5	1	1/5
แบบที่ 3	7	5	1
รวม	13	6.2	1.34

ตารางที่ 3.5 (b) แสดงการคำนวณหาค่าน้ำหนักของการจัดวางอุปกรณ์แต่ละแบบ

	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	Weight
แบบที่ 1	1.00/13	0.20/6.2	0.14/1.34	0.07
แบบที่ 2	5.00/13	1.00/6.2	0.20/1.34	0.23
แบบที่ 3	7.00/13	5.00/6.2	1.00/1.34	0.70

นำค่า weight ที่คิดได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ในการตัดสินใจ

$$\text{แบบที่ 1} = 0.33(0.64) + 0.33(0.23) + 0.33(0.07) = 0.32$$

$$\text{แบบที่ 2} = 0.33(0.28) + 0.33(0.70) + 0.33(0.23) = 0.40 \quad \text{เลือกแบบที่ 2}$$

$$\text{แบบที่ 3} = 0.33(0.08) + 0.33(0.07) + 0.33(0.70) = 0.28$$

3.3 การคำนวณหาค่าลึงมอเตอร์

ทำการคำนวณหาค่าลึงมอเตอร์เพื่อให้ทราบว่ามีมอเตอร์ที่ใช้มีกำลังเพียงพอความเร็วที่ต้องการหรือไม่

- คำนวณหาความเร่งเมื่อกำหนดความเร็วที่ต้องการและเวลาที่ทำให้เกิดความเร็วสูงสุด

$$V = 0.05 \text{ m/s} \text{ และ } t = 0.3 \text{ s}$$

จาก
$$a = \frac{v}{t}$$

(3.1)

จะได้ค่า
$$= \frac{0.05}{0.3} \text{ m/s}^2 = 0.167 \text{ m/s}^2$$

- คำนำน้หนักทั้งหมดของหุ่นยนต์

น้ำหนักคอมพิวเตอร์

3 kg

น้ำหนักโครงสร้าง

2 kg

น้ำหนักโครงสร้างไฟฟ้า

0.5 kg

น้ำหนักมอเตอร์และล้อ

1.5 kg

น้ำหนักแบตเตอรี่

1 kg

จะได้ น้ำหนักรวมทั้งหมดของมอเตอร์โดยประมาณ 8 kg และขนาดล้อที่ต้องการ 35 mm

จาก
$$\tau = (ma)r \tag{3.2}$$

จะได้ค่า
$$\tau = ((8)(0.167))(0.035)$$

$$\tau = 0.04676 \text{ N/m}$$

สามารถหาค่าลึงมอเตอร์ได้จากสมการ
$$P = \tau\omega \tag{3.3}$$

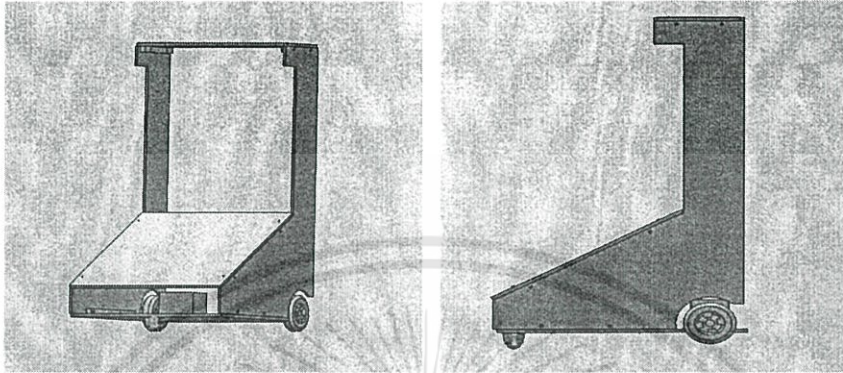
และ
$$\omega = \frac{V}{r} \tag{3.4}$$

สามารถหาค่าลึงมอเตอร์ได้จากสมการ
$$P = \tau \frac{V}{r} \tag{3.5}$$

ดังนั้น
$$P = (0.04676) \times \frac{0.05}{0.035} = 0.0668 \text{ Watt}$$

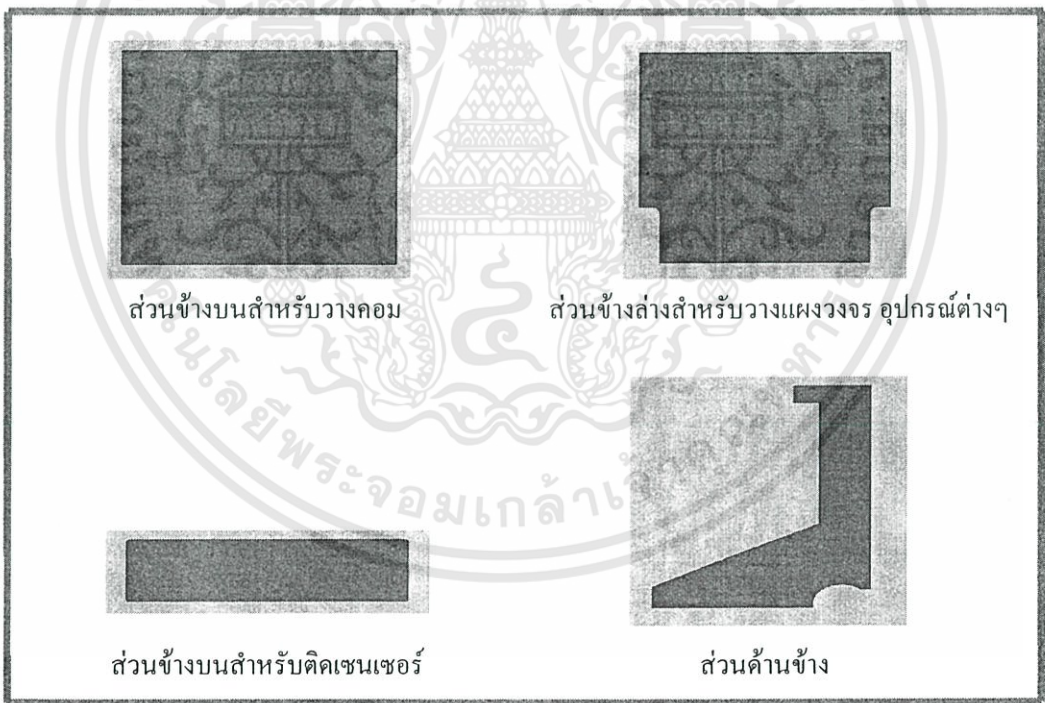
3.4 การออกแบบโครงสร้างจริง

หลังจากที่ได้ทำการคำนวณหาขนาดมอเตอร์และขนาดของล้อแล้วสามารถนำไปคิดออกแบบ กำหนดขนาด ส่วนต่างๆ และเขียน Solidworks ออกมาได้ดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของหุ่นยนต์หลังจากทำการออกแบบ

และแบ่งเป็นชิ้นส่วนสำคัญ 4 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงชิ้นส่วนต่างๆ

3.5 การสร้างโครงสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบ

ทำการสร้างหุ่นยนต์ตัวต้นแบบขึ้นโดยใช้รูปแบบอย่างง่าย โดยวัสดุที่นำมาใช้จัดทำโครงสร้างคือ แผ่นเหล็กบาง เพื่อนำโครงสร้างดังกล่าวมาทดสอบปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อกับตัวหุ่นยนต์จริงๆ เช่น ผลกระทบของน้ำหนักต่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ การเลือกใช้มอเตอร์ให้เหมาะสมกับหุ่นยนต์ ตลอดจนการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีตำแหน่งที่เหมาะสม



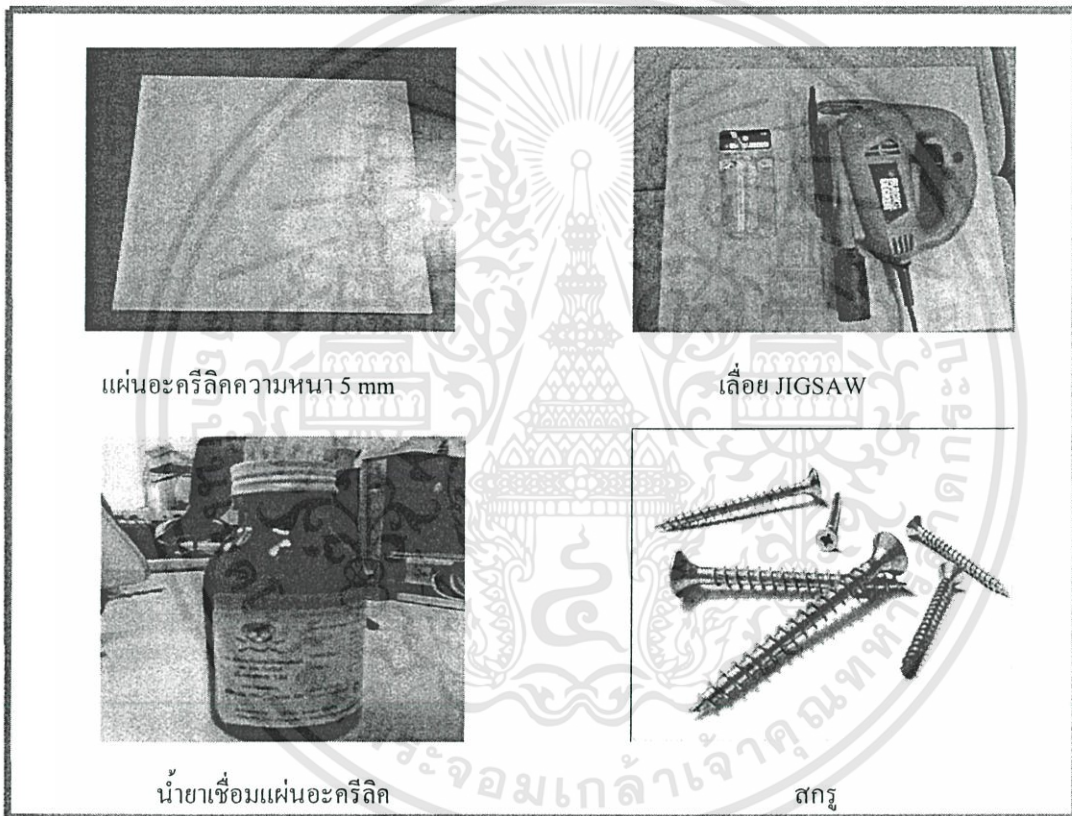
รูปที่ 3.5 แสดง โครงสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบ

3.6 การสร้างโครงสร้างหุ่นยนต์ที่แท้จริง

ความก้าวหน้าของปัญญาประดิษฐ์ในช่วงเวลานี้ จะเป็นขั้นตอนของการจัดทำโครงสร้างหุ่นยนต์ตัวจริงที่ทำการออกแบบไว้ และทำการติดตั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์บางส่วน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

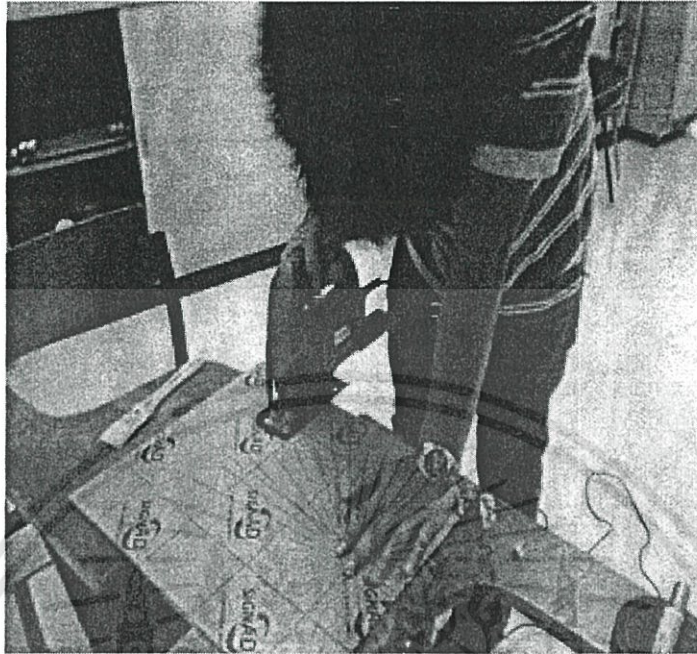
3.6.1 ขั้นตอนในการจัดทำโครงสร้างหุ่นยนต์

- จัดเตรียมอุปกรณ์ในการจัดทำโครงสร้างหุ่นยนต์ ได้แก่



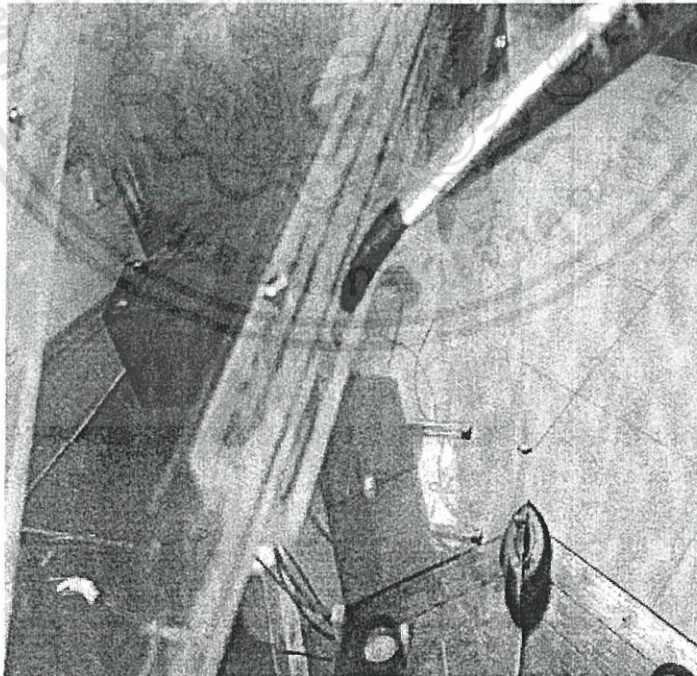
รูปที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์ในการจัดทำโครงสร้างหุ่นยนต์

- ใช้เลื่อยจิ๊กซอร์ตัดแผ่นอะครีลิกความหนา 5 mm ให้ได้ตามแบบที่ต้องการ



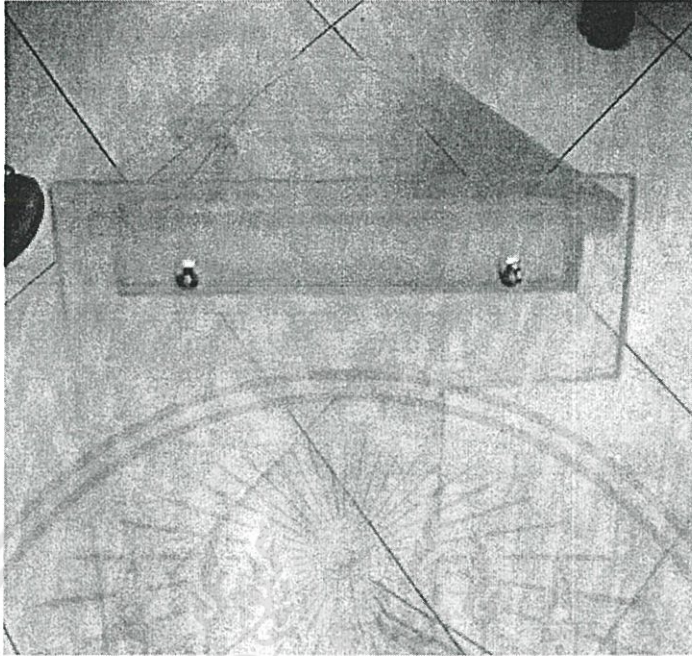
รูปที่ 3.7 แสดงการตัดแผ่นอะครีลิก

- ใช้น้ำยาเชื่อมแผ่นอะครีลิก ในการประสานชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน



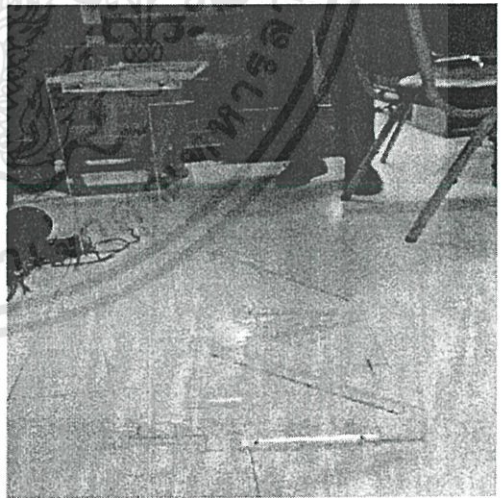
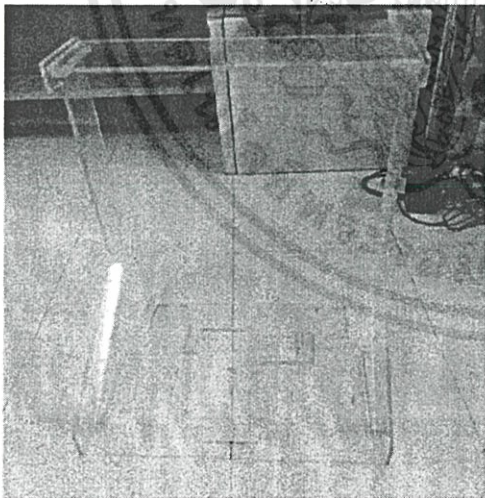
รูปที่ 3.8 แสดงการทำน้ำยาเชื่อมแผ่นอะครีลิก

- ใช้สกรูช่วยเพิ่มความแข็งแรงของ โครงสร้าง



รูปที่ 3.9 แสดงการใช้สกรูเพิ่มความแข็งแรงของ โครงสร้าง

- ได้โครงสร้างหุ่นยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 3.10 แสดง โครงสร้างหุ่นยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์

3.7 การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

หลังจากที่ทำการสร้าง โครงสร้างหุ่นยนต์เสร็จสมบูรณ์ ต่อไปก็จะเป็นส่วนการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการติดตั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์คือ หัวแร้งบัดกรี ตะกั่วบัดกรี และแผ่นวงจรสำเร็จรูป



รูปที่ 3.11 แสดงอุปกรณ์ในการติดตั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบไปด้วยหลายส่วน แต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป โดยสามารถแบ่งออกเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

3.7.1 ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

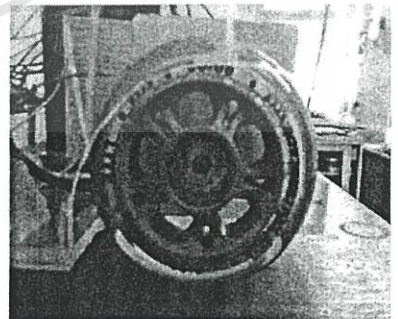
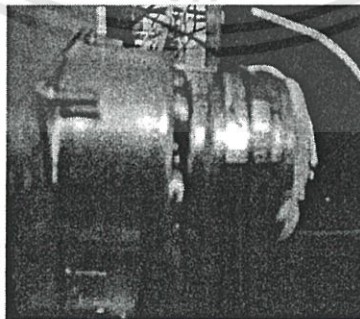
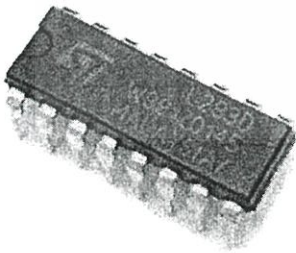
ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์มีหน้าที่ทำให้มอเตอร์สามารถที่จะทำงานได้ โดยแผงวงจรนี้จะใช้ IC L239D ในการควบคุมการทำงาน ทำการเชื่อมต่อกับมอเตอร์ และแผงวงจรควบคุม

- อุปกรณ์ในการจัดทำชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

IC L239D

DC มอเตอร์

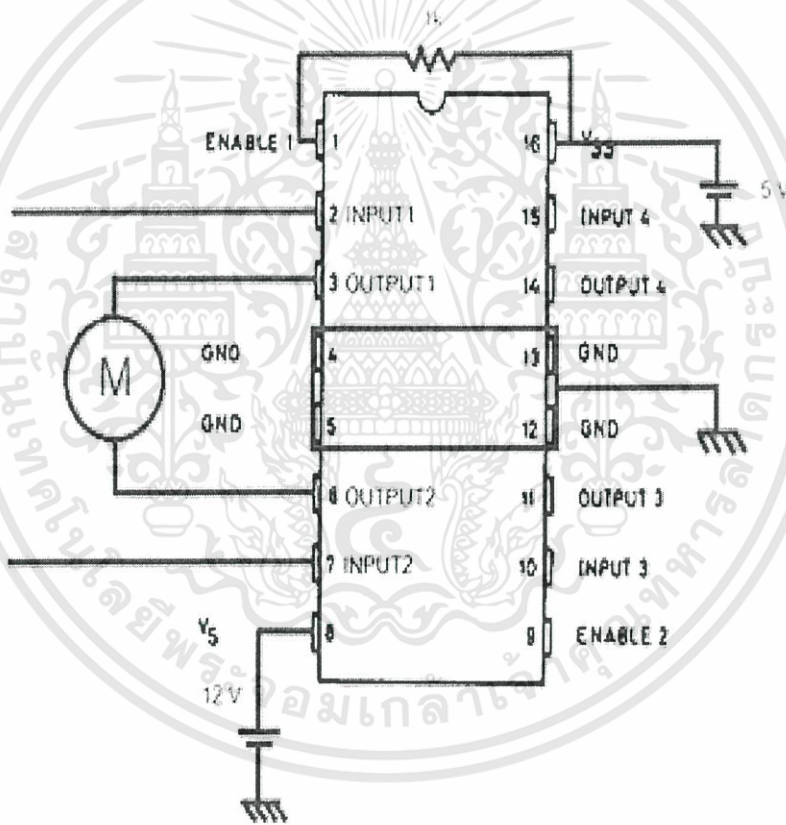
ล้อ



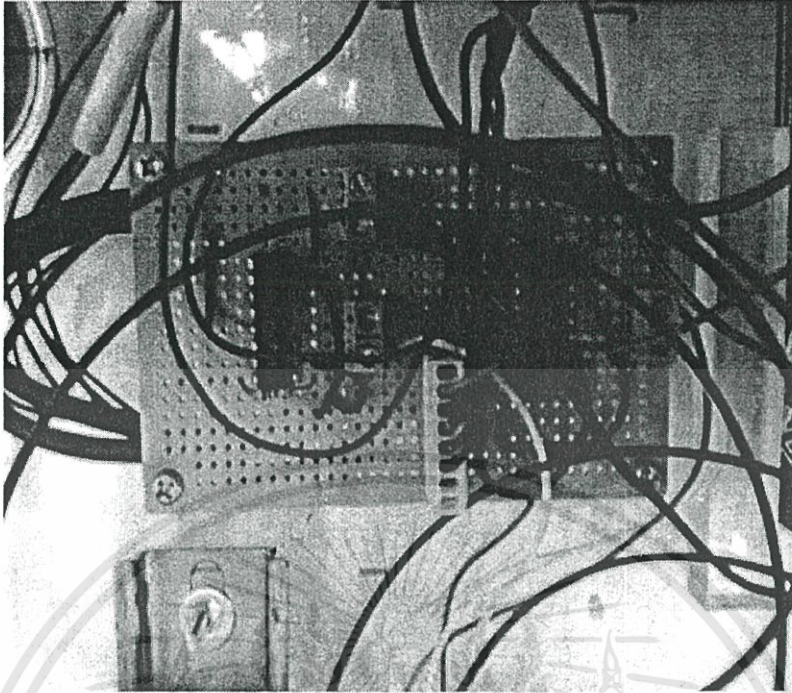
รูปที่ 3.12 แสดงอุปกรณ์ในการจัดทำชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

- ขั้นตอนในการจัดทำชุดขับเคลื่อนมอเตอร์
ทำการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆลงบนแผ่นปริ้นท์ โดยต่อวงจรตามวงจรของ IC L293D ซึ่งมีวงจรดังนี้

- ต่อไฟขนาด 12 V เข้าที่ขาที่ 8 (V_S)
- ต่อมอเตอร์เข้าที่ขาที่ 3 (output 1) และขาที่ 6 (output2)
- ต่อขาที่ 4,5,12,13 เข้าที่ 0 V
- ขาที่ 2 (input1) และขาที่ 7 (input2) เป็นขาที่ใช้ในการรับคำสั่งจากคอนโทรลเลอร์
- ขาที่ 1 (Enable) และขาที่ 16 (V_{SS}) เป็นขาที่รับไฟจากคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการสั่งการ

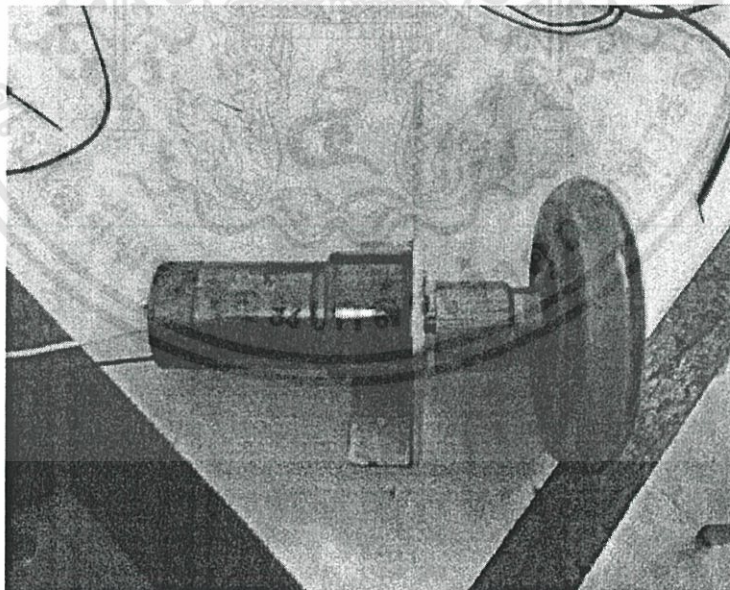


รูปที่ 3.13 แสดงวงจรของ IC L293D



รูปที่ 3.14 แสดงแผงวงจรของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

- เชื่อมวงจรเข้ากับมอเตอร์และล้อ



รูปที่ 3.15 แสดงมอเตอร์และล้อ

3.7.2 ส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

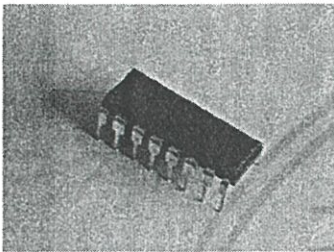
ชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ใช้ในการเปลี่ยนสัญญาณคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นภาษาของคอมพิวเตอร์ ก่อนจะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรับข้อมูลได้

- อุปกรณ์ในการจัดทำชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

IC MAX232

Capacitor ขนาด 4.7 μ F 2 ตัว

ขนาด 10 μ F 3 ตัว



รูปที่ 3.16 แสดงอุปกรณ์ในการจัดทำชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

- ขั้นตอนในการจัดทำชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

ทำการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆลงบนแผ่นปริ้นท์ โดยต้องวางตรงตามวงจรของ IC MAX232

- ต่อ Capacitor ขนาด 4.7 μ F คร่อมขาที่ 1,3

- ต่อ Capacitor ขนาด 4.7 μ F คร่อมขาที่ 4,5

- ต่อ Capacitor ขนาด 10 μ F ที่ขา 2

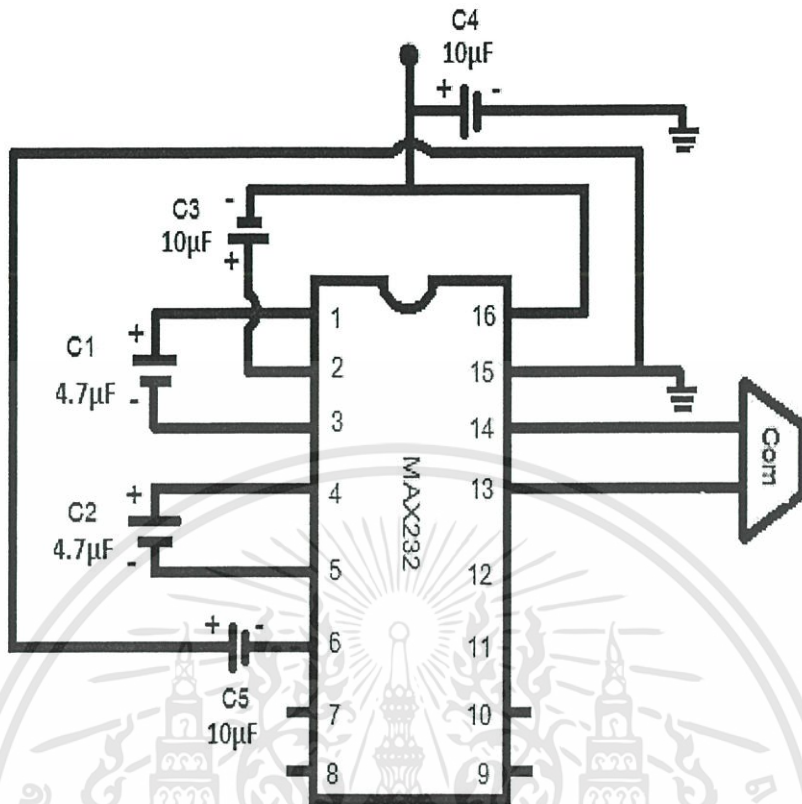
- ต่อ Capacitor ขนาด 10 μ F ที่ขา 16 และ 0 V

- ต่อไฟ 5 v เข้าที่ขา 16

- ต่อ Capacitor ขนาด 10 μ F ที่ขา 6 และ 0 V

- ต่อขา 15 ลง 0 V

- ต่อขา 13,14 เข้าคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.17
วงจรของ
MAX232

แสดง
IC

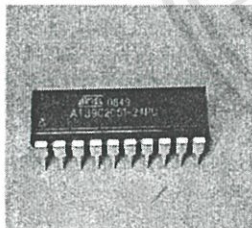
3.7.3 ส่วนที่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์

- อุปกรณ์ในการจัดทำชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

IC AT89C2051

Crystal ขนาด 11.52 MHz

Capacitor ขนาด 10µF 1ตัว



Resistor แบบยาว

Regulator

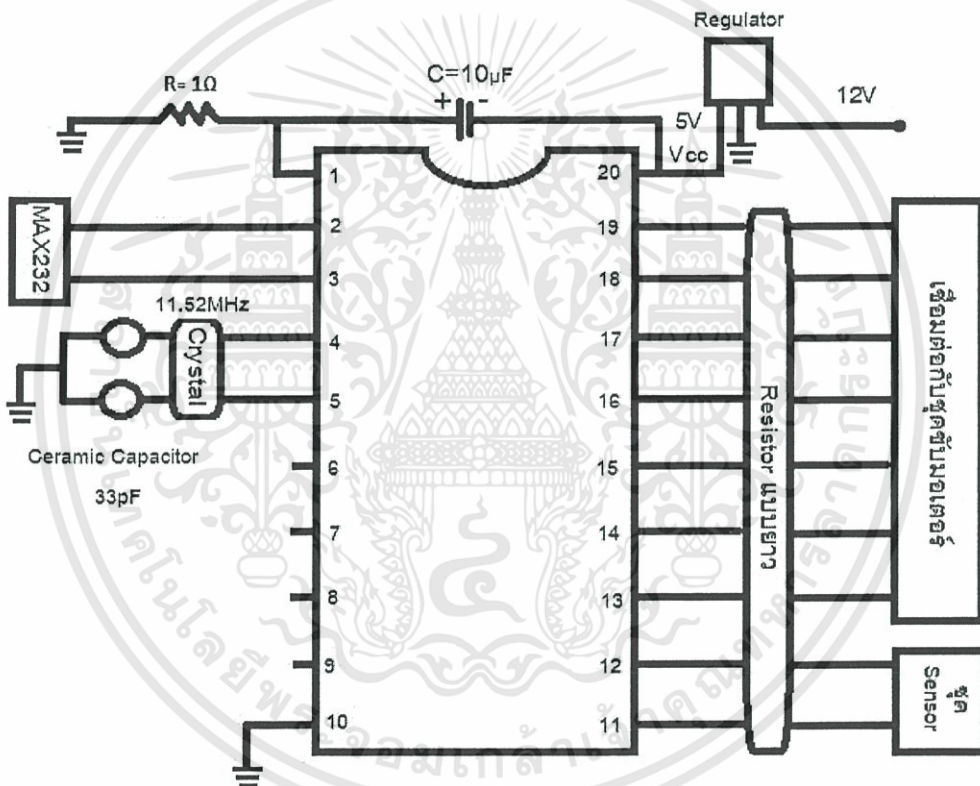
Ceramic Capacitor ขนาด 33PF 2 ตัว



รูปที่ 3.18 แสดงอุปกรณ์ในการจัดทำชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

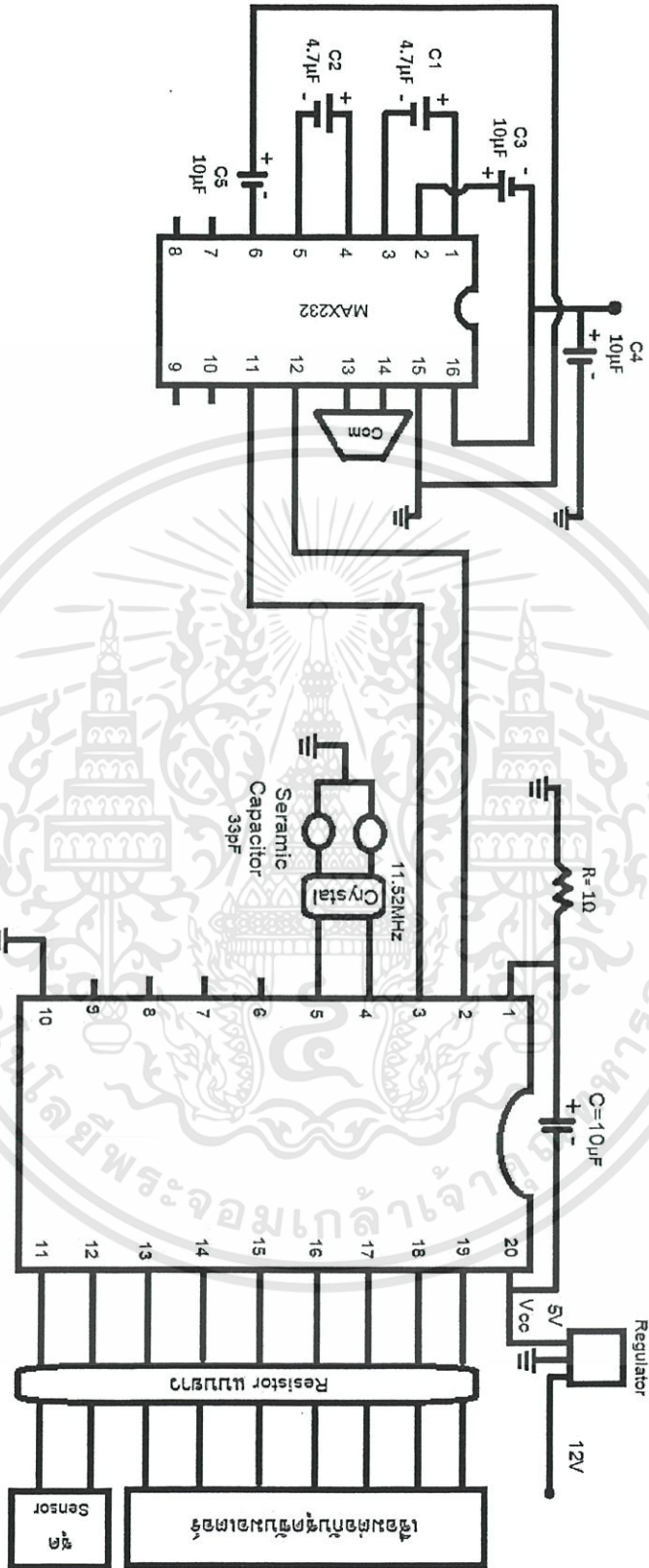
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขั้นตอนในการจัดทำชุดไมโครคอนโทรลเลอร์
 - ทำการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆลงบนแผ่นวงจรสำเร็จรูป โดยต่อวงจรตามวงจรของ IC AT89C2051 ซึ่งมีวงจรดังนี้
 - ต่อไฟ 12v เข้ากับ Regulator ก่อนต่อเข้ากับขา 20
 - ต่อ Capacitor ขนาด 10 μ F คร่อมที่ขา 1,20
 - ต่อ Resistor ขนาด 1 Ω เข้าที่ขา 1
 - ต่อ Crystal ขนาด 11.52 MHz เข้าที่ขา 4,5
 - ต่อ Ceramic Capacitor ขนาด 33pF เข้าที่ขา 4,5
 - ต่อ Resistor แบบยาว เข้าที่ขา 11-19 ก่อนเชื่อมต่อกับชุดมอเตอร์
 - ต่อ ขา 10 ลง ground

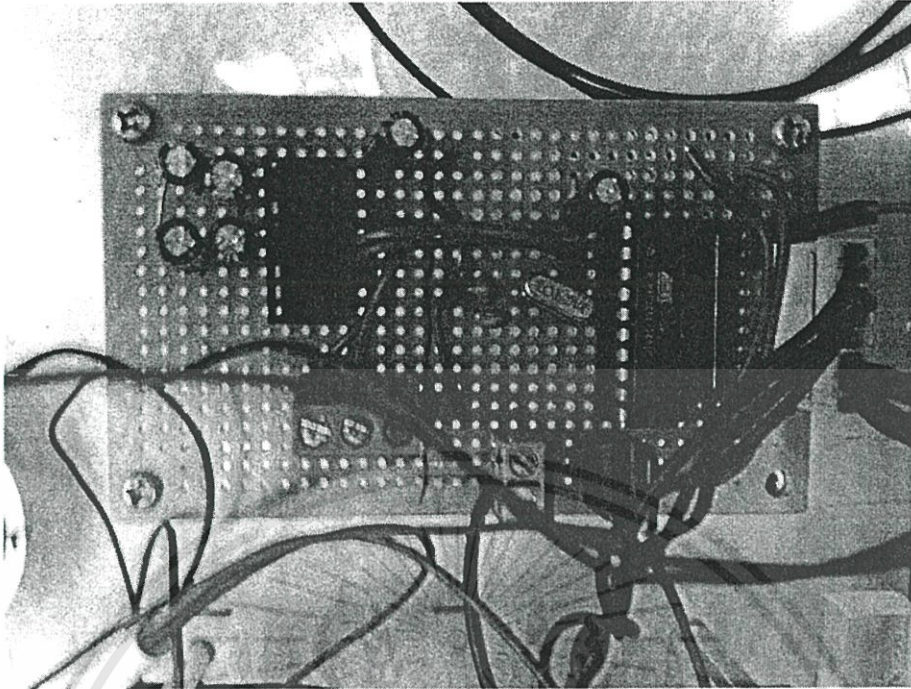


รูปที่ 3.19 แสดงวงจรของ IC AT89C2051

- ต่อชุดที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เข้ากับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์
 - ทำการต่อขา 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับขา 12 ของ MAX232
 - ทำการต่อขา 3 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับขา 11 ของ MAX232



รูปที่ 3.20 แสดงการเชื่อมต่อของชุดเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.21 แสดงแผงวงจรของชุดเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

3.7.4 ชุดเซนเซอร์

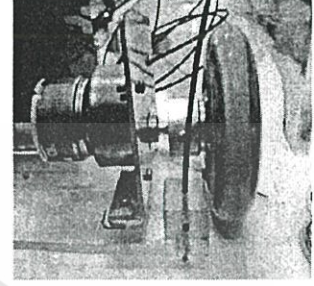
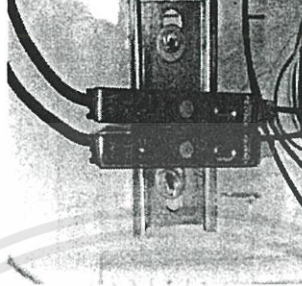
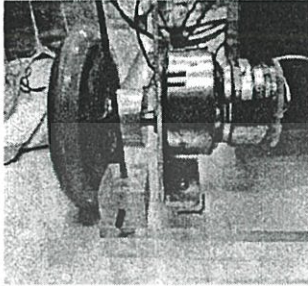
ชุดเซนเซอร์ทำหน้าที่ในการตรวจจับสัญญาณ แล้วทำการส่งชุดคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ประมวลผลคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ หรือส่งชุดคำสั่งไปยังคอมพิวเตอร์โดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลชุดคำสั่ง

- เซนเซอร์ที่เลือกใช้

ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ รุ่น FS 01 ซีรีส์ (Fiber Optic Sensor) เป็นไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ความแม่นยำสูง มีขนาดที่กะทัดรัด ใช้งานง่าย CPU รุ่นใหม่ชนิดประมวลผลพร้อมกันขนาด 12 บิต ความเร็วในการตอบสนอง 20 μ s การปรับแต่งค่ามีหลายวิธี การต่อเชื่อมแบบ Wire-Saving ไร้สายหรือ 1-line (แถวเดียว) ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ FS01 มีประสิทธิภาพการทำงานที่ยอดเยี่ยม

- การติดตั้งชุดเซนเซอร์

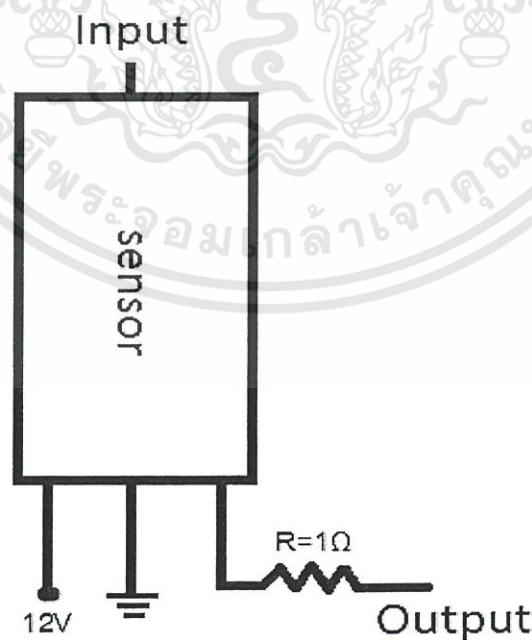
ทำการติดตั้งเซนเซอร์บริเวณล้อทั้งสองด้าน โดยให้แอมพลิไฟเออร์ของเซนเซอร์ทั้งสองตัวติดตั้งอยู่บริเวณเดียวกัน เพื่อความเป็นระเบียบ และสะดวกในการกำหนดค่าต่างๆ



รูปที่ 3.22 แสดงการติดตั้งชุดเซนเซอร์

- การต่อไฟเข้า และการต่อสายส่งข้อมูล

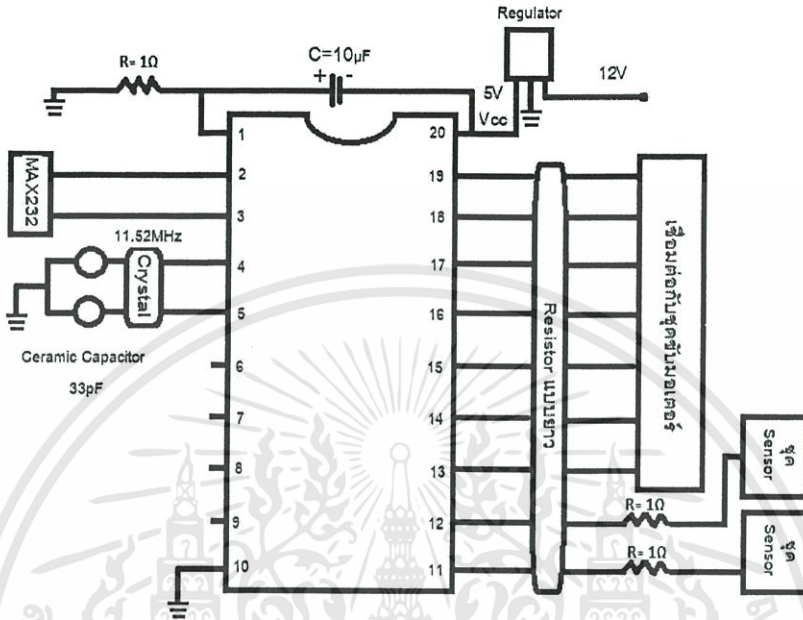
- สายสำหรับรับข้อมูลจะติดตั้งที่บริเวณล้อทั้งสองด้าน
- สายสำหรับส่งข้อมูลจะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ต้องต่ออนุกรมกับตัวต้านทานก่อน เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับได้
- สายต่อไฟสองสายต่อเข้ากับไฟ 12V และ ground



รูปที่ 3.23 แสดงวงจรของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เชื่อมต่อเซนเซอร์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์
 - ต่อเซนเซอร์ตัวที่ 1 เข้ากับขาที่ 11 ของไมโครคอนโทรลเลอร์
 - ต่อเซนเซอร์ตัวที่ 2 เข้ากับขาที่ 12 ของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.24 แสดงวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับ Sensor

3.8 การเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่

หลังจากการจัดทำโครงสร้างของหุ่นยนต์และทำการติดตั้งอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์แล้วส่วนต่อไปจะเป็นการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ ใ้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่กำหนด โดยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้มีดังต่อไปนี้

3.8.1 โปรแกรมการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์กลุ่ม MCS 51 ซึ่งการเขียนโปรแกรมการใช้งานจะทำการเขียนเป็นภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ซึ่งจะตรงเข้าไปจัดการกับตัวไมโครโปรเซสเซอร์ หรือ "ตัวประมวลผล" ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเขียนได้ในโปรแกรมโน้ตแพด ซึ่งเมื่อทำการเขียนคำสั่งแล้ว ให้ทำการบันทึกไฟล์เป็น .asm

```

Untitled - Notepad
File Edit Format View Help
ORG      000H
          MOV     P1, #00000000B
          MOV     SCON, #050H
          MOV     TMOD, #020H
          MOV     TH1, #0FDH
          SETB   TR1

ST:      MOV     21H, #'0'
          MOV     22H, #'0'
          MOV     C, P1.0
          JNC    SX1
          INC    21H

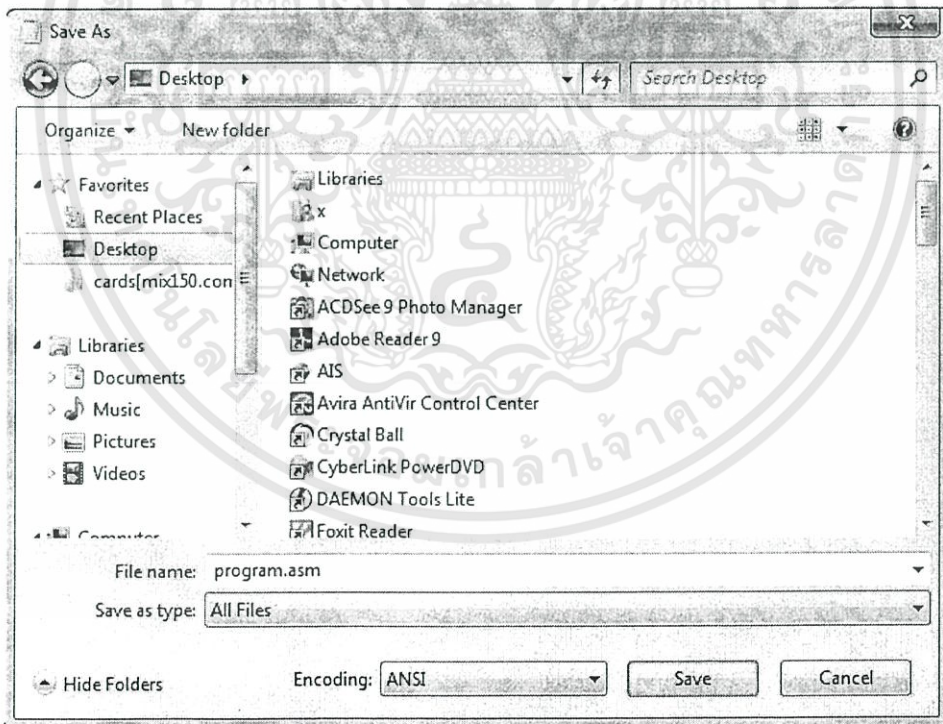
SX1:     MOV     C, P1.1
          JNC    SX2
          INC    22H

SX2:     MOV     A, #'@'
          MOV     SBUF, A
          JNB   TI, $
          CLR   TI

          MOV     SBUF, 21H
          JNB   TI, $

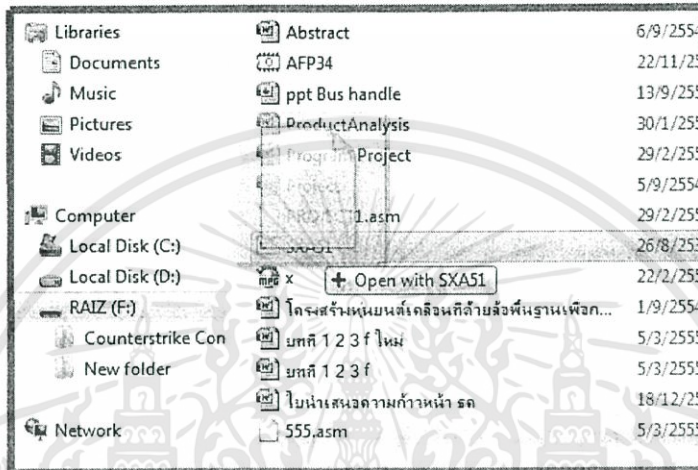
```

รูปที่ 3.25 แสดงการเขียนคำสั่งใน โปรแกรม Notepad

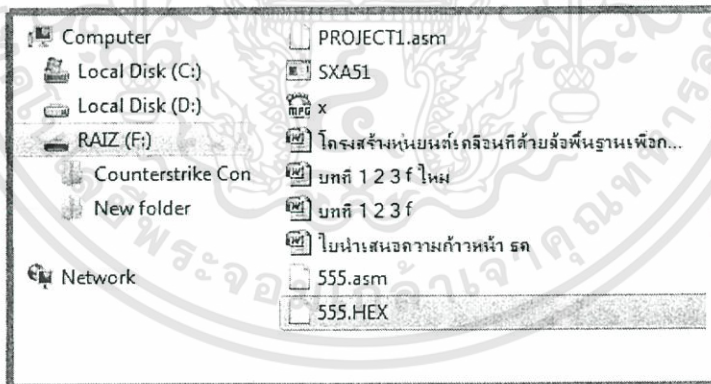


รูปที่ 3.26 แสดงการบันทึกไฟล์เป็น .asm

เมื่อทำการบันทึกไฟล์เป็น .asm แล้ว จะทำการเบิร์น โปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ไฟล์ที่จะทำการเบิร์นได้นั้นต้องแปลงไฟล์เป็นเลขฐานแปดก่อน (.HEX) ดังนั้นจึงทำการแปลงไฟล์จาก .asm เป็น .HEX โดยผ่านโปรแกรม SXAS1 โดยการใช้เมา์ท์ลากไฟล์ .asm ผ่านโปรแกรม SXAS1 จะได้ไฟล์ที่เป็น .HEX ออกมา

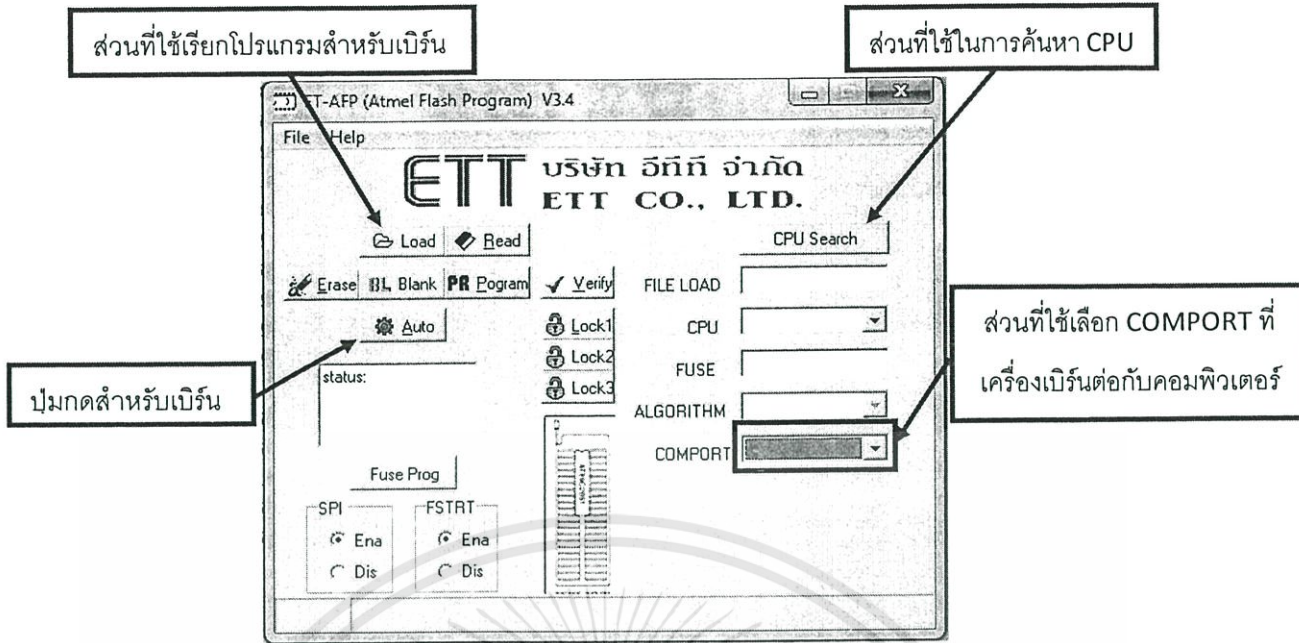


รูปที่ 3.27 แสดงการแปลงไฟล์จาก .asm เป็น .HEX



รูปที่ 3.28 แสดงไฟล์ .HEX

หลังจากได้ไฟล์ .HEX แล้วก็จะสามารถเบิร์นลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ โดยทำการเบิร์นผ่านโปรแกรม AFP34 ของบริษัทอีทีที จำกัด พร้อมกับนำไมโครคอนโทรลเลอร์บรรจุลงในเครื่องที่ใช้สำหรับเบิร์น

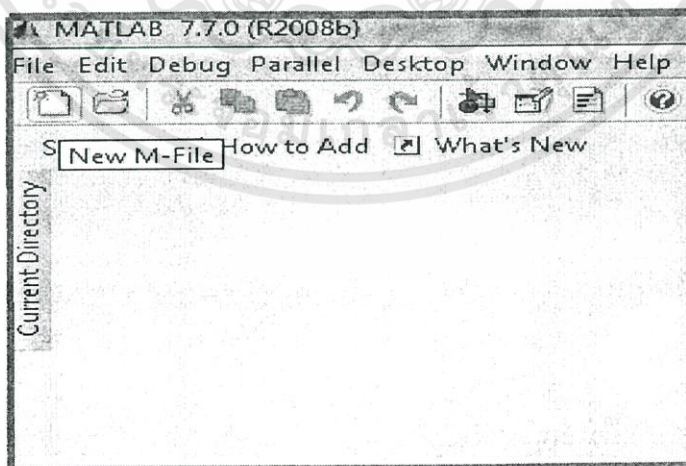


รูปที่ 3.29 แสดงการเบิร์นคำสั่งผ่าน โปรแกรม AFP34

3.8.2 การเขียนคำสั่งควบคุมในโปรแกรม Matlab

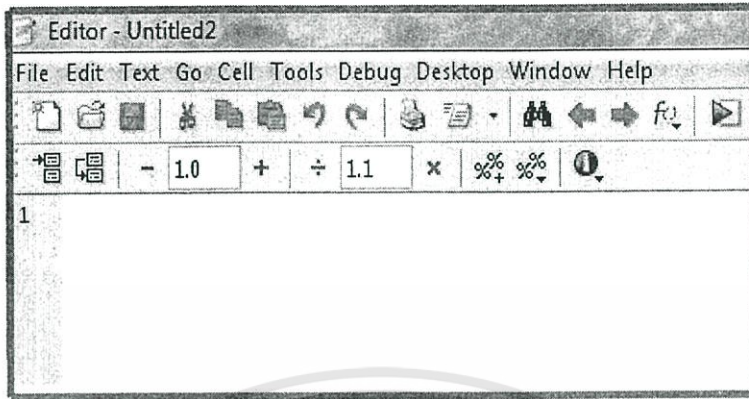
หลังจากการเขียนคำสั่งในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วต่อไปจะเป็นการเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานโดยผ่านโปรแกรม Matlab โดยทำการเขียนคำสั่งให้มีความสอดคล้องกับคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์และเป็นการเขียนคำสั่งในการทำงานของเซนเซอร์อีกด้วย โดยมีขั้นตอนในการเขียนคำสั่งดังต่อไปนี้

- เข้าโปรแกรม Matlab แล้วเลือก New M-File



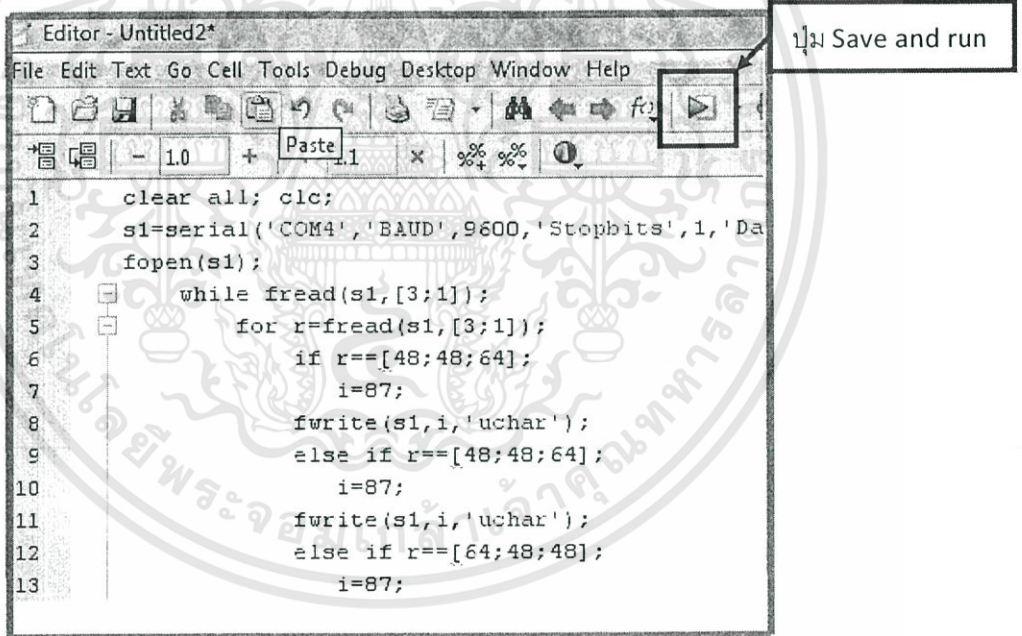
รูปที่ 3.30 แสดงขั้นตอนการเขียนคำสั่งบน โปรแกรม Matlab

- เมื่อเลือก New M-File แล้วจะขึ้นหน้าต่าง Editor ขึ้นมาให้เขียนคำสั่ง



รูปที่ 3.31 แสดงขั้นตอนการเขียนคำสั่งบน โปรแกรม Matlab

- เขียนคำสั่งลงในส่วนของ Editor เมื่อเสร็จตามต้องการแล้วทำการเลือกปุ่ม Save and run



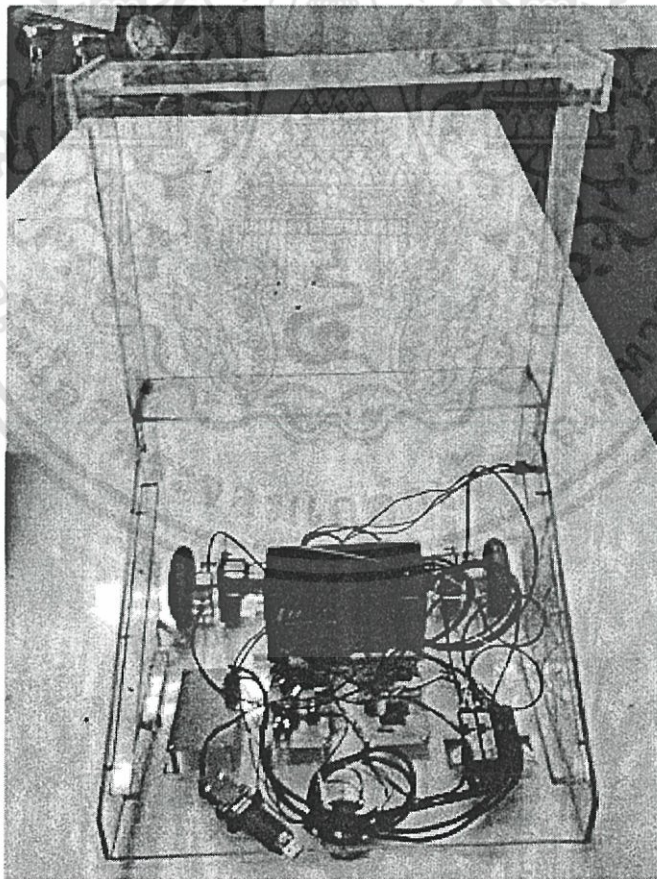
รูปที่ 3.32 แสดงขั้นตอนการเขียนคำสั่งบน โปรแกรม Matlab

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การจัดทำหุ่นยนต์

ในการจัดทำหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อพื้นฐานเพื่อการศึกษา ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ส่วนที่เป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์และส่วนที่เป็นวงจรรีเลย์ทรอนิกส์

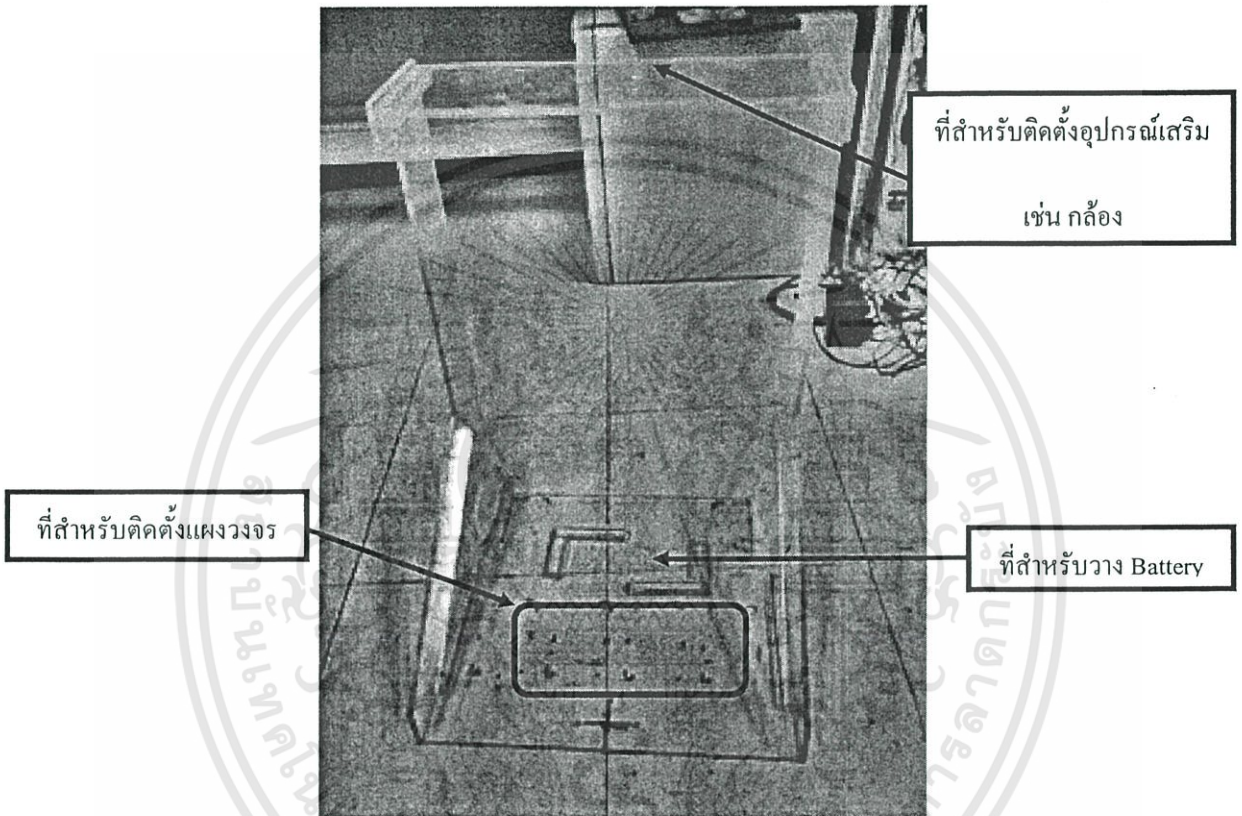


รูปที่ 4.1 แสดงหุ่นยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

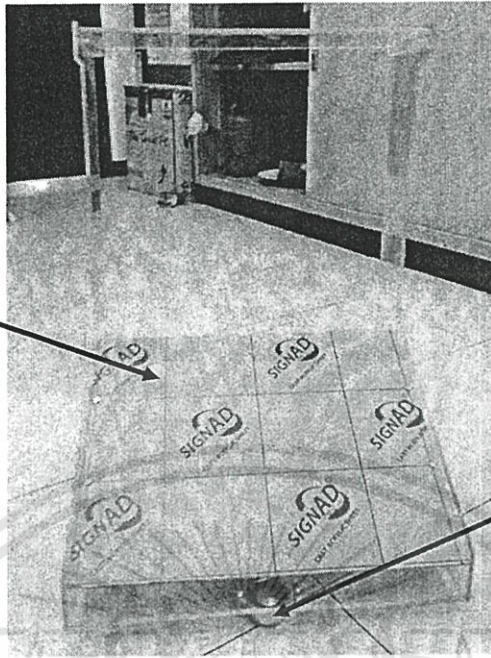
4.1.1 ส่วนของโครงสร้าง

ในส่วนของโครงสร้างหลักของหุ่นยนต์จะจัดทำด้วยแผ่นอะคริลิกหนา 5 mm เชื่อมต่อกันด้วยน้ำยาประสานแผ่นอะคริลิก และอะคริลิกตัดเป็นท่อนหน้าตัด 10 mm×10 mm แล้วใช้สกรูยึดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง โดยการจัดทำโครงสร้างนั้นจะคำนึงถึงตำแหน่งของการวางอุปกรณ์ต่างๆ ด้วย เพื่อความเป็นระเบียบของอุปกรณ์ต่างๆ และง่ายต่อการติดตั้ง



รูปที่ 4.2 แสดง โครงสร้างของหุ่นยนต์

ฝาปิดสำหรับวางคอมพิวเตอร์

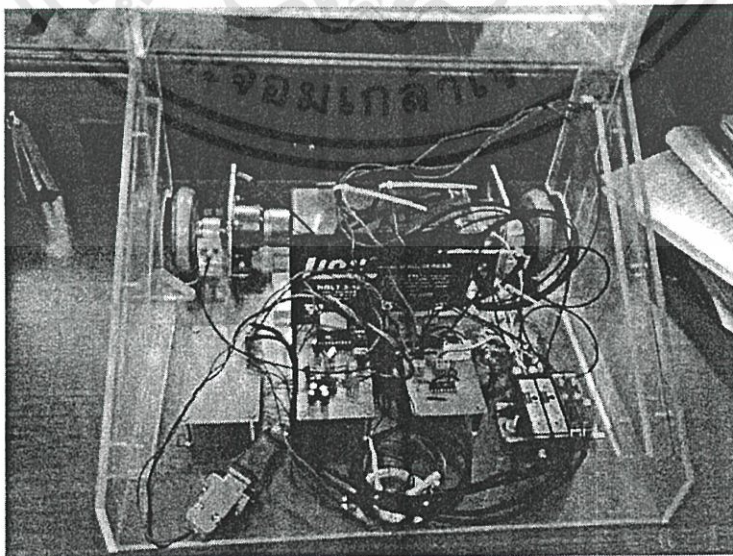


ที่สำหรับติดตั้งล้อหลัง

รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างหุ่นยนต์

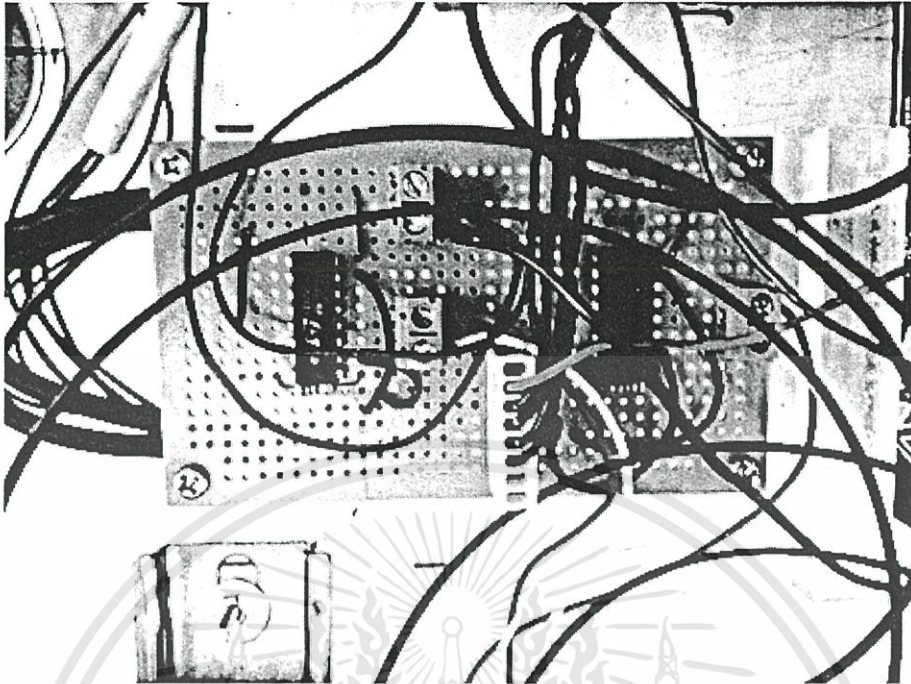
4.1.2 ส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะประกอบด้วย ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และล้อ แผงวงจรควบคุม ส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และชุดเซนเซอร์ โดยแต่ละส่วนจะถูกติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้จากการทำโครงสร้าง



รูปที่ 4.4 แสดงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

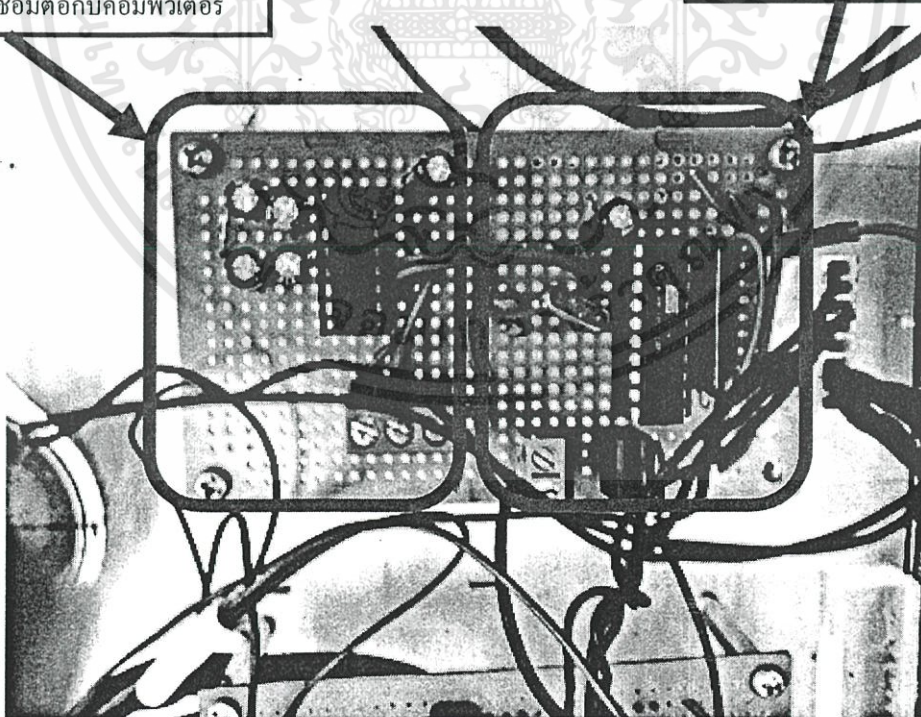
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงวงจรชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

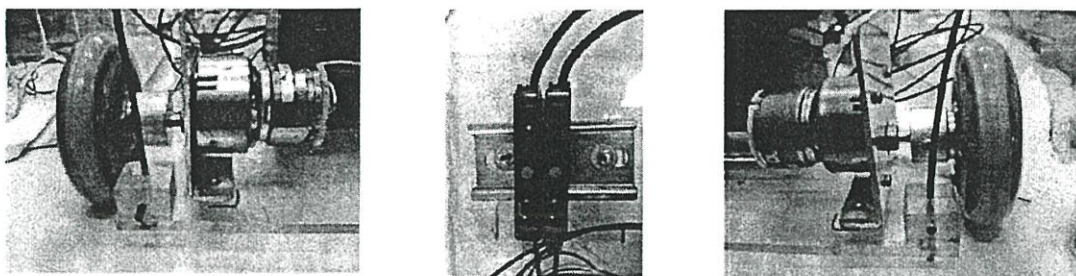
วงจรที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 4.6 แสดงวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรที่ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

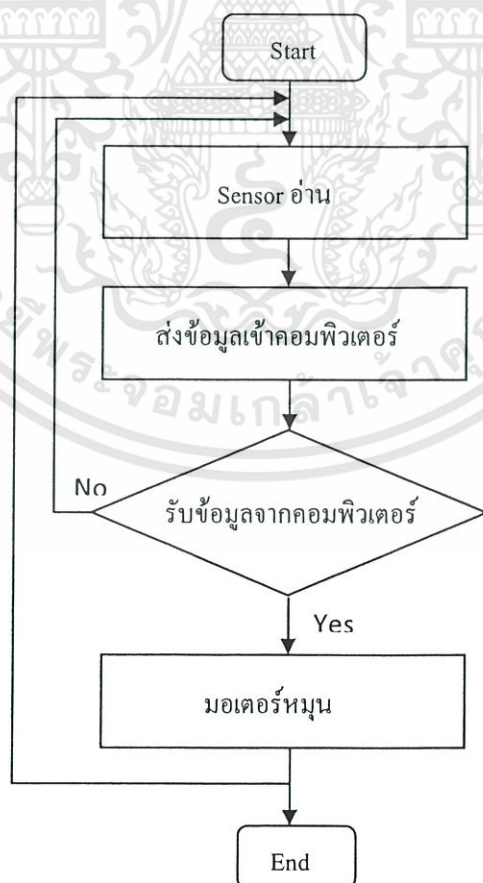


รูปที่ 4.7 แสดงชุดเซนเซอร์

4.2 การจัดทำโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่

4.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มจากการตรวจจับของเซนเซอร์ จากนั้นจะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบว่าค่าที่ได้ตรงกับค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าตรงก็จะสั่งให้มอเตอร์หมุน แต่ถ้าหากไม่ตรง ก็จะรับข้อมูลที่เซนเซอร์อ่านค่าได้ใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 4.8 แสดงกระบวนการทำงานของ MCS 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้เขียนแผนผังออกมาแล้วได้ทำการเขียนโปรแกรมลงใน Note Path และทำการเบิร์น IC ด้วยโปรแกรมของบริษัท ETT ซึ่งในส่วนของการรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ มีการป้อนตัวอักษรไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอักษรที่พิมพ์และการเคลื่อนที่เมื่อกดปุ่ม

ตัวอักษร	รหัส	การเคลื่อนที่
W	01010000	เดินหน้า
S	10100000	ถอยหลัง
A	00100000	เลี้ยวขวา(หลัง)
D	10000000	เลี้ยวซ้าย(หลัง)
C	00010000	เลี้ยวขวา(หน้า)
Z	01000000	เลี้ยวซ้าย(หน้า)
O	00000000	หยุด
B	10010000	หมุนอยู่กับที่ไปทางซ้าย
V	01100000	หมุนอยู่กับที่ไปทางขวา

ซึ่งในส่วนนี้ถ้าหากกดปุ่มตัวอักษร ในตารางดังกล่าว หุ่นยนต์ก็จะมีการเคลื่อนที่ตามการเคลื่อนที่ของแต่ละปุ่มที่ระบุไว้ดังตารางที่ 4.1

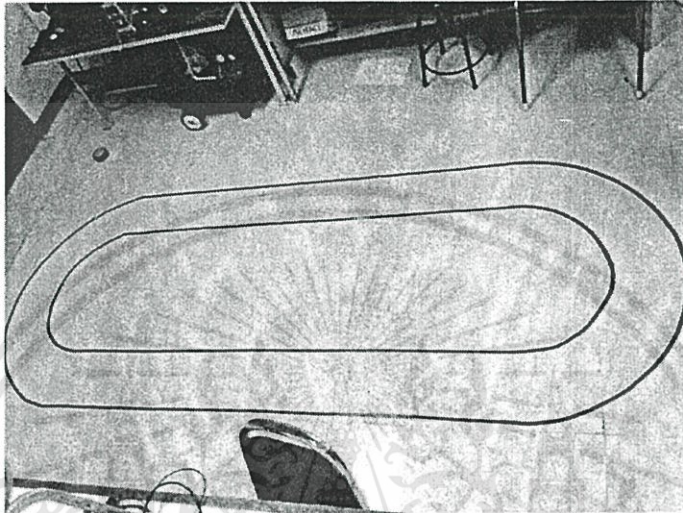
4.2.2 MATLAB

ใช้ Matlab ในการเขียน โปรแกรมควบคุมสั่งการให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น โดยมีหลักการดังต่อไปนี้

1. ถ้าเซนเซอร์จับ ไมโครเส้นดำรต่วงเดินหน้าตามปกติ ซึ่งก็คือการกดปุ่ม W นั่นเอง
2. ถ้าเซนเซอร์ขวาจับเจอเส้นดำ ล้อขวาจะหยุดหมุน โดยที่ล้อซ้ายยังทำงานปกติ เพื่อให้หุ่นยนต์เดินจนกว่าเซนเซอร์ขวาจะหยุดจับ ซึ่งก็คือการกดปุ่ม C นั่นเอง
3. ถ้าเซนเซอร์ซ้ายจับเจอเส้นดำ ล้อขวาจะหยุดหมุน โดยที่ล้อซ้ายยังทำงานปกติ เพื่อให้หุ่นยนต์เดินจนกว่าเซนเซอร์ซ้ายจะหยุดจับ ซึ่งก็คือการกดปุ่ม Z นั่นเอง
4. ถ้าเซนเซอร์จับ โคนเส้นดำทั้ง 2 ข้าง รถจะวิ่งถอยหลังซึ่งก็คือการกดปุ่ม S นั่นเอง

4.2.3 ผลการทดสอบการเคลื่อนที่

หลังจากเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเคลื่อนที่ในโปรแกรม Matlab แล้ว จากนั้นจึงนำหุ่นยนต์มาทดสอบการเคลื่อนที่ โดยกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ดังรูปที่ 4.8 โดยการควบคุมจะถูกส่งการจากคอมพิวเตอร์ซึ่งนำมาวางอยู่บนตัวหุ่นยนต์



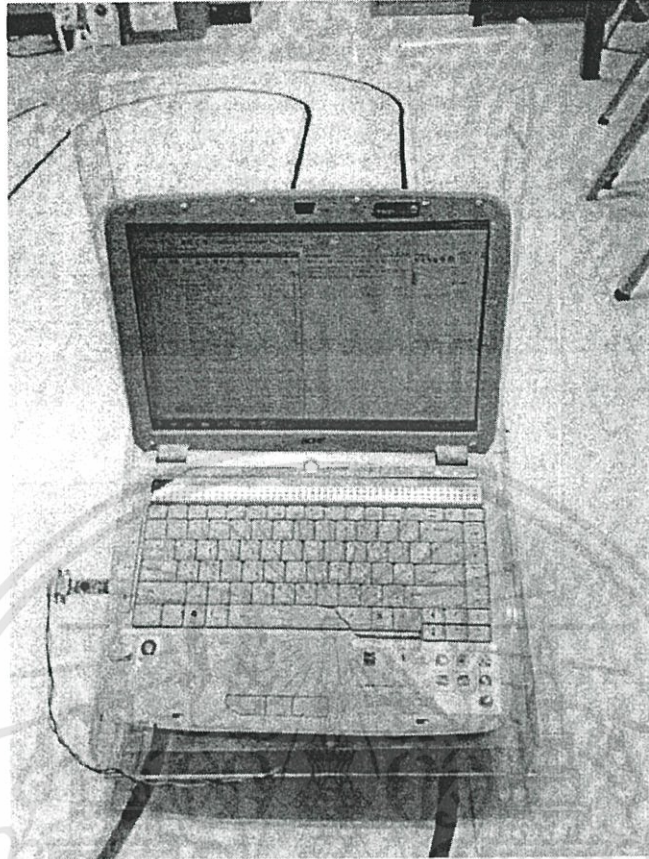
รูปที่ 4.9 แสดงเส้นทางการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ซึ่งจากการทดสอบการเคลื่อนที่ดังกล่าว หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่กำหนดไว้



รูปที่ 4.10 แสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามเส้นทางที่กำหนด

- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามเส้นทางที่กำหนด

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. โครงสร้างของหุ่นยนต์สามารถใช้งานได้จริง กล่าวคือ มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการรองรับน้ำหนักของอุปกรณ์ต่างๆ ของหุ่นยนต์ ทั้งขณะหุ่นยนต์เคลื่อนที่ และหยุดนิ่ง
2. อุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์สามารถทำงานได้จริง และสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดได้
4. หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ตามแบบทดสอบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต้องใช้ความชำนาญสูง เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ ดังนั้นควรทำการศึกษาและฝึกปฏิบัติก่อนลงมือทำจริง
2. โปรแกรมที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์มีความสลับซับซ้อน เพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและสัมพันธ์กันของมอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงควรทำการศึกษาให้ละเอียด ก่อนลงมือทำจริง

หนังสืออ้างอิง

- [1] สมยศ จุณณะปิยะ. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง, 2551.
- [2] “MAX232 คืออะไร?” [Online]. Available: <http://www.thaieasyelec.com/electronics-in-chapter/UART-TTL-RS232-MAX232-MAX3232.html>
- [3] “พื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์” [Online]. Available: <http://www.allowtech.info/electronics/ecleeknow/13-basic-of-elec.html>
- [4] “หุ่นยนต์” [Online]. Available: <http://www.wikipedia.org/wiki/หุ่นยนต์>
- [5] “ไฟเบอร์ออปติกส์ เซ็นเซอร์” [Online]. Available: <http://www.keyence.co.th/products/sensors/fiberoptic/fs01/fs01.php>



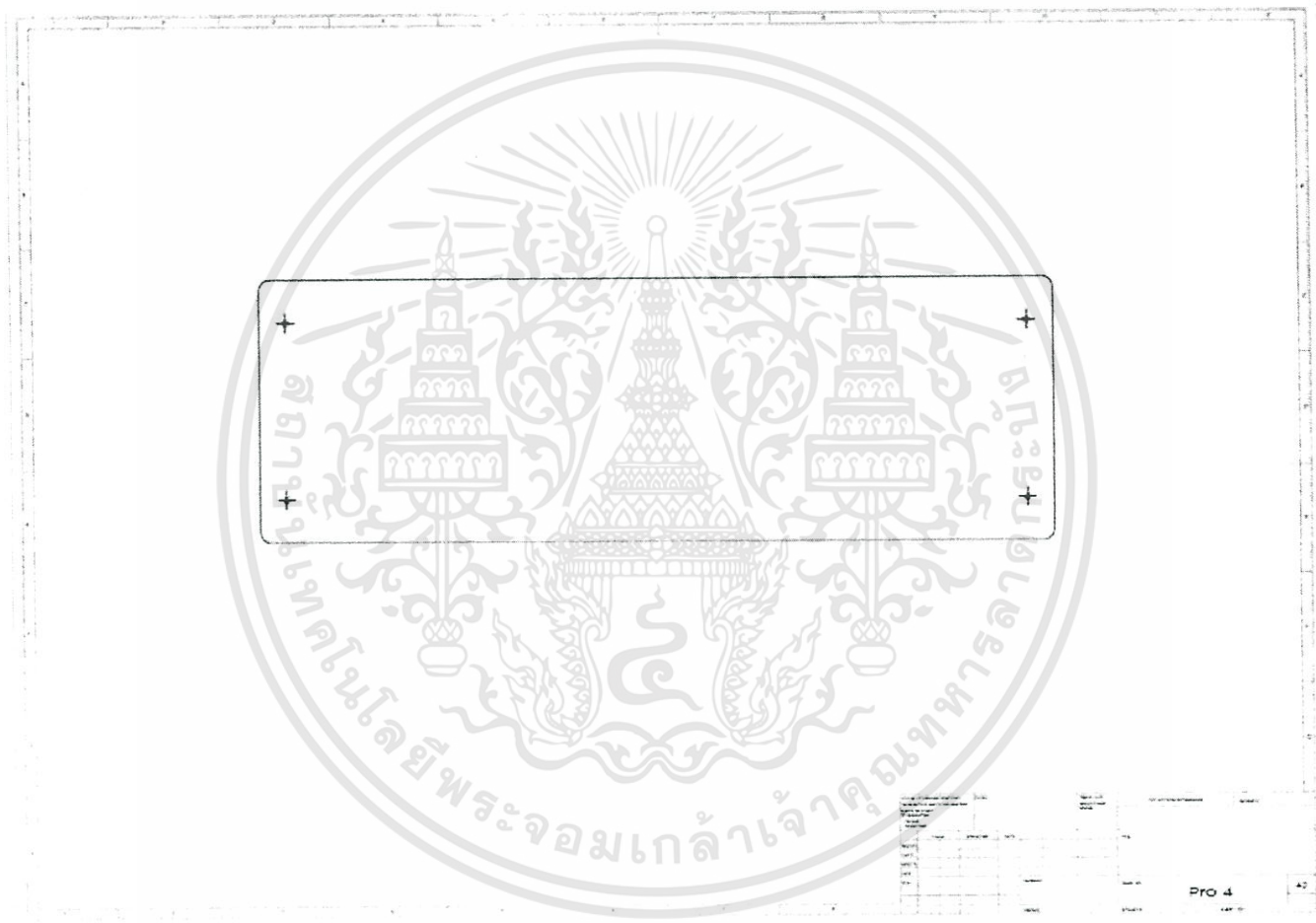
ภาคผนวก

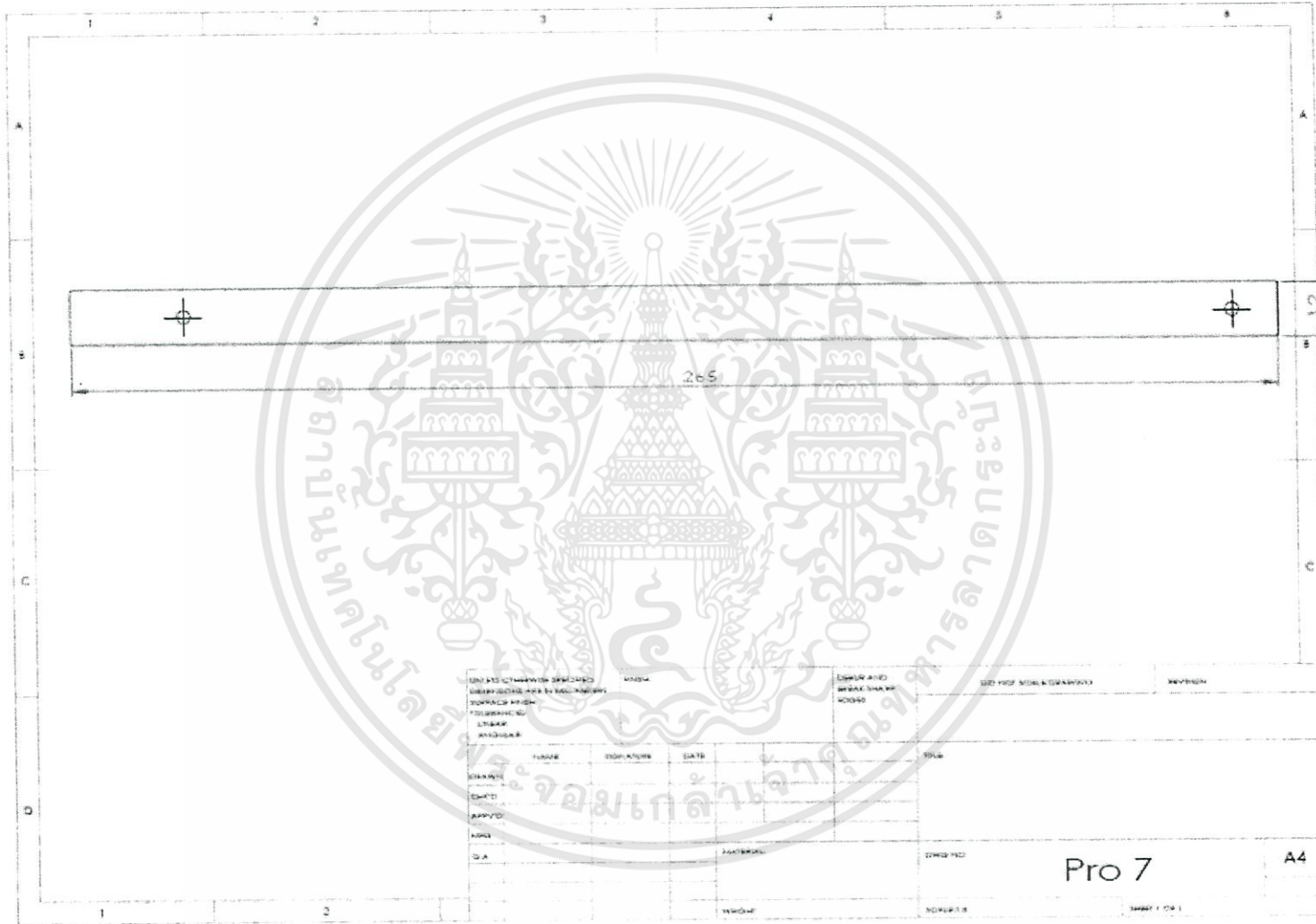
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







UNITS OF MEASUREMENT	MM	CM	DM	MT	CM	DM	MT
CONSTRUCTION	CONSTRUCTION	CONSTRUCTION	CONSTRUCTION	CONSTRUCTION	CONSTRUCTION	CONSTRUCTION	CONSTRUCTION
DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE
SCALE	SCALE	SCALE	SCALE	SCALE	SCALE	SCALE	SCALE
PROJECT	PROJECT	PROJECT	PROJECT	PROJECT	PROJECT	PROJECT	PROJECT
NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.
DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE

Pro 7

A4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ ชนิดความเที่ยงตรงสูง

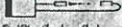
FS01 ซีรี่ส์

คุณสมบัติ:

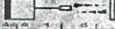
- เป็นรุ่นแรกที่มีระบบอัตโนมัติรองรับใช้ในอุตสาหกรรม
- สามารถปรับเทียบด้วยมือและระบบอัตโนมัติ
- เป็นชิปที่ผลิตจำนวน 20 บิต (concurrent chip)
- ความแม่นยำสูง และ ไร้ค่าสัฟเฟอ
- ประกอบด้วย 0-line หรือ 1-line สำหรับระบบเชื่อมต่อ

รายละเอียด:

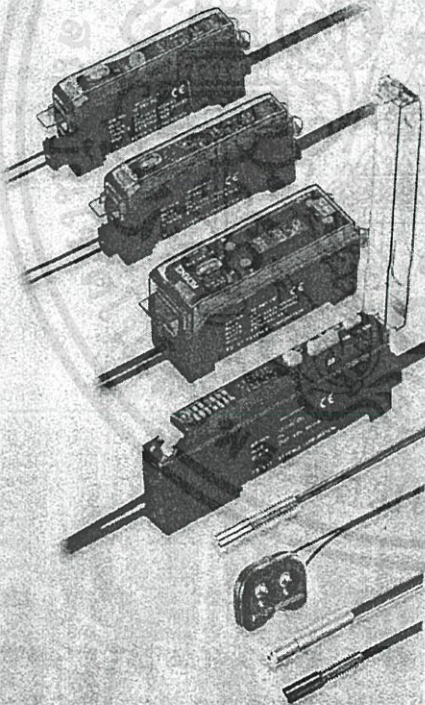
รูปเบสิคหรือขนาด สูงถึง 3,600 มม. (11' 5 1/2" นว)



ลิฟท์หรือรถไฟ สูงถึง 300 มม. (1' 0" นว)



ลิฟท์หรือรถไฟสูงถึง 14 มม. (0.55" นว)



58

รายละเอียด

ระบบอัตโนมัติสองแบบ

FS-V10 ซีรี่ส์ มีตัวจับ 2 แบบคือ คิวเจอร์ LED ซึ่งเน้นจะแสดงปริมาณความเข้มแสงเป็นดิจิทัล และแบบบาร์ LED ซึ่งจะแสดงระดับความเสถียรของการตรวจนับ (ถ้าถึงขนาด) ตัวจับแบบคิวเจอร์ LED สามารถใช้ปรับตั้งแถบแสง และแสดงสถานะการทำงานในระหว่างการผลิตสิ่งด้วยเซนเซอร์ได้ทันที ส่วนแบบบาร์ LED จะแสดงสถิติภาพการตรวจนับในระหว่างการทำงาน



คิวเจอร์ LED กับตัวจับแสงใช้การปรับแสงด้วยเซนเซอร์ได้ทันทีและละเอียด

การปรับเทียบด้วยแบนเนลและระบบอัตโนมัติ

ในสามเหลี่ยมนอกเหนือจากปุ่ม AUTO SET ที่ทั่วไป รุ่น FS-V10 ยังมีปุ่มปรับด้วยตนเอง ผู้ใช้สามารถเริ่มการตรวจนับหลังจากกดปุ่ม AUTO SET และทำการปรับอย่างละเอียดเพื่อให้จุดความไวที่ส่งการตรวจนับ โดยทั่วไปปรับละเอียด การปรับเทียบด้วยแบนเนลหรือใช้ระบบปรับอัตโนมัติจะ ได้ค่าที่แน่นอน แม้ว่าผู้ทำการปรับเทียบจะไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้งานมาก่อน

การเปรียบเทียบการปรับเทียบ	ขั้นตอนการปรับเทียบ	การปรับเทียบด้วยละเอียด	การปรับเทียบด้วยตนเอง
	คิวเจอร์ LED กับตัวจับแสง	ง่าย	ความไวของการตรวจนับสามารถปรับได้ด้วยการปรับแถบแสงตามความต้องการ
	การปรับด้วยตนเองใช้ระบบอัตโนมัติและระบบปรับด้วยตนเอง	ง่าย	ความไวของการตรวจนับสามารถปรับได้ด้วยการปรับแถบแสง
	การใช้การปรับด้วยแบนเนล	ง่าย	ความไวของการตรวจนับสามารถปรับได้ด้วยการปรับแถบแสง

<FS-V10 ซีรี่ส์>

**ไอซ์ปฏิบัติการแบบ concurrent ขนาด 20 บิต
รุ่นใหม่ร่วมกับชุดแปลงสัญญาณขนาด 12 บิต**

รูปปฏิบัติการขนาด 20 บิตใหม่ ที่พร้อมแปลง FS-V10 ใช้ปฏิบัติการขนาด 20 บิตใหม่ ซึ่งสามารถใช้ในความเร็ว 12 แบบ และมีความไวในการคำนวณสูงมือ ให้ความแม่นยำสูง 99.99 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแสงที่ส่งผ่าน สิ่งนี้ หรือค่าที่ส่งการทราบ เมื่อเปรียบเทียบกัน ส่วนประมวลผลแบบทั่วไป ส่วนรับงานอีกและระบบความถี่สูงรับรับชนิดใหม่จะมีประสิทธิภาพที่เหนือกว่าในหลายด้าน เช่น การตรวจสอบค่า ตัวอย่างที่ได้เร็วกว่าค่าความถี่ที่ลดน้อยลง ทำให้ลดภาพการตรวจนับที่ผิดพลาด

FS01 โฟลวเวอร์เปิดกั้นเขวอร์ชนิดความเที่ยงตรงสูง

รายละเอียด

แวนบลีโฟลเวอร์

FS-Y ซีรีส์

รุ่น	การปรับตั้งแบบไขว่ตัว (one-touch, หัวมือ, ลิจิดด)				การปรับตั้งแบบดิจิทัล
	ชนิดหลัก	ปุ่มกดขยับ 1-line	ปุ่มกดขยับ 0-line		ปุ่มกดหลัก
	NPN	FS-V11	FS-V12	FS-V10 ¹⁾	FS-V1
	PNP	FS-V11P	FS-V12P	—	FS-V1P
แหล่งขอมสง	LED สีแดง				
เวลาตอบสนอง	250 μ s (FINE)/500 μ s (TURBO) /1 ms (SUPER TURBO)		410 μ s to 1.7 ms ²⁾		250 μ s
โหมดการทำงาน	LIGHT-ON-DARK-ON (เปิดสวิตช์ให้ลิจิด)				
ไฟแสดงผล	ไฟแสดงสถานะปุ่ม : LED สีแดง ชนิดจอรับแบบดิจิทัล LED : 7-segment, 4-digit ชนิดจอรับแบบทั่วไป LED : LED ³⁾ สีเขียว สีฟ้า ไฟแสดงการปรับตั้ง : LED ⁴⁾ สีส้ม				ไฟแสดงสถานะปุ่ม : LED สีแดง ชนิดจอรับแบบดิจิทัล LED : LCD (LED back lit สีแดง สีเขียว) ไฟแสดงการปรับตั้ง : LED สีฟ้า
ฟังก์ชันเวลา	OFF-ดีเลย์ : 40 ms/10 ms/Timer OFF (เป็นสวิตช์ให้ลิจิด)				ON-ดีเลย์ : 40 ms OFF-ดีเลย์ : 40 ms Timer OFF (เป็นสวิตช์ให้ลิจิด)
เอาต์พุตควบคุม	NPN หรือ PNP open-collector: สูงสุด 100 mA (40 ไรต์), แรงดันคงที่: สูงสุด 1 ไรต์				
วงจรป้องกัน	ป้องกันการกลับขั้ว, กระแสเกิน, ป้องกันการชนสวิตช์				
แหล่งจ่ายไฟ	12 VDC ถึง 24 VDC \pm 10%				
กระแสรวมที่ไฟ	กระแสรวมที่ไฟสูงสุด 50 mA				
แหล่งจ่ายไฟ	หลอดไฟ : 10,000 ชั่วโมง, แสงแดง : 20,000 ชั่วโมง				
สภาวะอุณหภูมิการทำงาน	-10 ถึง +55°C ⁵⁾				
วัสดุที่ใช้	โพลีคาร์บอเนต / ฟิล์มพลาสติก / ฟิล์มใส				
น้ำหนัก (รวมสาย 2 ม. 6.6 ฟุต)	ประมาณ 80 กรัม	ประมาณ 45 กรัม	ประมาณ 20 กรัม	ประมาณ 20 กรัม	ประมาณ 80 กรัม

- FS-V10 ไม่มีสายไฟที่เชื่อมต่อการสวิตช์ที่ติดตั้ง (รุ่นสูง ราคา)
 - ขอใบอนุญาตนอกจากนี้เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม
 - LED สีอื่นที่มีขนาดเท่ากับ LED สีแดงที่กล่าวถึงและจะอยู่ใต้นี้ โฟลเวอร์เปิดกั้นเขวอร์ชนิดความเที่ยงตรงสูง
 - FS-V1 มี 2 สถานะ
 - เมื่อสายไฟถูกตัดจะเชื่อมไฟเขียวกับ จุดควบคุมที่เชื่อมไฟสีแดงและจุดควบคุมที่เชื่อมไฟสีฟ้า
- หมายเหตุ: ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ข้อมูลที่แท้จริงอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับรุ่นและสภาวะการทำงาน
 1. ฟิล์มใสที่เชื่อมสายไฟจะเชื่อมสายไฟกับสายไฟที่มีขนาด 0.5 มม. และใช้ไฟที่เชื่อมสายไฟที่มีขนาด 0.5 มม.
 2. เมื่อสายไฟที่เชื่อมสายไฟมีขนาด 0.5 มม. และใช้ไฟที่เชื่อมสายไฟที่มีขนาด 0.5 มม. และใช้ไฟที่เชื่อมสายไฟที่มีขนาด 0.5 มม.
 3. ไฟแสดงสถานะปุ่ม : LED สีแดง
 4. ไฟแสดงสถานะปุ่ม : LED สีฟ้า
 5. สภาวะอุณหภูมิการทำงาน

FS-T ซีรีส์

รุ่น	การปรับตั้งแบบ one touch			
	ชนิดหลัก	การวางขยับ	ปุ่มกดขยับ 1-line	ปุ่มกดขยับ 0-line
	NPN	FS-T1	FS-T1G	FS-T2
	PNP	FS-T1P	—	FS-T2P
แหล่งขอมสง	LED สีแดง	LED สีเขียว	LED สีแดง	LED สีแดง
เวลาตอบสนอง	250 μ s	250 μ s	250 μ s	410 μ s to 1 ms ¹⁾
โหมดการทำงาน	LIGHT-ON-DARK-ON (เปิดสวิตช์ให้ลิจิด)			
ไฟแสดงผล	ไฟแสดงสถานะปุ่ม : LED สีแดง, ไฟแสดงสถานะปุ่ม : LED สีเขียว, ไฟแสดงการปรับตั้ง : LED สีแดง			
ฟังก์ชันเวลา	ON-ดีเลย์ : 40 ms, OFF-ดีเลย์ : 40 ms, ไทม์เมอร์ OFF (เป็นสวิตช์ให้ลิจิด)			
สัญญาณที่ส่งจากการปรับตั้ง	ไม่มีรับสัญญาณ (contact, solid state)			
เอาต์พุตควบคุม	NPN หรือ PNP: สูงสุด 100 mA (สูงถึง 40 ไรต์), แรงดันคงที่: สูงสุด 1 ไรต์ ²⁾			
แหล่งจ่ายไฟ	NPN หรือ PNP: สูงสุด 50 mA (สูงถึง 40 ไรต์), แรงดันคงที่: สูงสุด 1 ไรต์ ²⁾			
วงจรป้องกัน	ป้องกันการกลับขั้ว, กระแสเกิน, ป้องกันการชนสวิตช์			
แหล่งจ่ายไฟ	12 ถึง 24 VDC \pm 10%	12 ถึง 24 VDC \pm 10%	12 ถึง 24 VDC \pm 10% ³⁾	12 ถึง 24 VDC \pm 10% ⁴⁾
กระแสรวมที่ไฟ	สูงสุด 35 mA	สูงสุด 35 mA	สูงสุด 35 mA	สูงสุด 35 mA
แหล่งจ่ายไฟ	หลอดไฟ : 10,000 ชั่วโมง, แสงแดง : 20,000 ชั่วโมง			
สภาวะอุณหภูมิการทำงาน	-10 ถึง +55°C	-10 ถึง +55°C	-10 ถึง +55°C	-10 ถึง +55°C
วัสดุที่ใช้	โพลีคาร์บอเนต	โพลีคาร์บอเนต	โพลีคาร์บอเนต	โพลีคาร์บอเนต
น้ำหนัก (รวมสาย 2 ม. 6.6 ฟุต)	ประมาณ 75 กรัม	ประมาณ 75 กรัม	ประมาณ 40 กรัม	ประมาณ 20 กรัม

- ความเร็วในการตอบสนองเพิ่มขึ้นเมื่อปรับตั้ง
- FS-T10-M1 ไม่มีสายไฟที่เชื่อมสายไฟ
- FS-T10-M1: มีสายไฟที่เชื่อมสายไฟ FS-T2-T0-M2-M9 มีสายไฟที่เชื่อมสายไฟ FS-T1-M1 หรือ FS-R0
- หลอดไฟที่เชื่อมสายไฟ FS-T2-T0-M2-M9 มีสายไฟที่เชื่อมสายไฟ FS-V1-T1-M1 หรือสายไฟ FS-R0

ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ชนิดความถี่เชิงตรงสูง FS01

ตารางแสดงการเลือกใช้งาน

ชุดประกอบเลนส์

ชนิด	คอนฟิกเกอร์เซ็น	ไฟเบอร์ออปติก ที่พร้อม	ระยะตรวจวัด (mm)			คุณสมบัติ	รุ่น
			FINE	TURBO	SUPER TURBO		
เลนส์โฟกัส		FU-35FA(Z)	0.75	0.75	0.75	สามารถให้กำลังแสงเพื่อการสังเกตการณ์อย่างแม่นยำ และเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจวัดบนพื้นผิวขนาดเล็ก	F-2HA
		FU-21X	7±2	และอื่น ๆ	และอื่น ๆ		
		FU-35FA(Z)	0 ถึง 20	และอื่น ๆ	และอื่น ๆ		
ระยะตรวจวัดไกล, เลนส์โฟกัส		FU-35FA(Z)	0 ถึง 20	และอื่น ๆ	และอื่น ๆ		F-3HA
ระยะตรวจวัดไกล, เลนส์โฟกัสเชิงสูง		FU-35FA(Z)	15±2	และอื่น ๆ	และอื่น ๆ		F-4HA
ตรวจวัดด้านข้าง		FU-7F,86	400	800	1000	ประสิทธิภาพดี, ตรวจวัดด้านข้าง	F-1 ¹
		FU-77	260	540	670		
		FU-78	220	440	550		
		FU-84C	220	440	550		
		FU-7F,86	1800	3600	3600 ²		
		FU-77	1500	3000	3600		
		FU-78	1200	2400	3000		
		FU-84C	1500	3000	3600		
		FU-7F	3000	3600 ²	3600 ²		
		FU-77	2500	3600 ²	3600 ²		
		FU-78	2000	3600 ²	3600 ²		

1) ต้องการใช้งาน F-1 ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า ให้ระบุ "ทนความร้อน F-1"
2) ค่านี้เป็นค่าที่วัด ณ ระยะยาว ไฟเบอร์ออปติกความยาว 2 เมตร

รายละเอียด

ไฟเบอร์ออปติก

ขนาด	มาตรฐาน	ทนความร้อน				ป้องกันน้ำ, ป้องกันสารเคมี
		350°C type	300°C type	180°C type	105°C type	
พหุคูณสัมพันธ์	-40 ถึง +70°C (FU-12, 67, 77) -40 ถึง +50°C, FU-39; -30 ถึง +100°C)	-30 ถึง +350°C ¹	-40 ถึง +300°C ¹	-60 ถึง +180°C ¹	-40 ถึง +105°C	-30 ถึง +70°C
วัสดุ	ไฟเบอร์: พอลิเอทิลีน, หุ้ม: โพลีเอทิลีน (FU-39; แก้ว)	ไฟเบอร์: แก้ว, หุ้ม: พลาสติกเคลือบ หุ้ม: พลาสติกเคลือบ	ไฟเบอร์: แก้ว, หุ้ม: พลาสติกเคลือบ หุ้ม: พลาสติกเคลือบ	ไฟเบอร์: พอลิเอทิลีน, หุ้ม: โพลีเอทิลีน	ไฟเบอร์: พอลิเอทิลีน, หุ้ม: พลาสติกเคลือบ	

1) ระยะตรวจวัดที่เปลี่ยนแปลง ขึ้นอยู่กับระยะการของไฟเบอร์ออปติก ตัวอย่างเช่น "30m" คือระยะการของไฟเบอร์ออปติกสำหรับรุ่น FU-87 และ FU-88 เป็นสกริปต์เฉพาะเท่านั้น

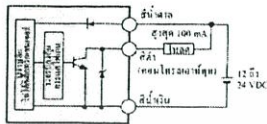
FS01 ไฟเวอร์ออปติกเซนเซอร์ชนิดความถี่สูงตรงสูง

วงจรอินพุตและ เอาท์พุท

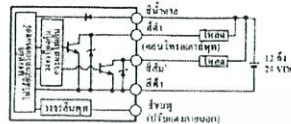
วงจรเอาท์พุท

NPN

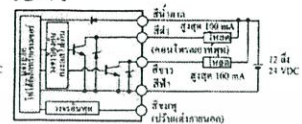
FS-Y11



FS-T1/M1/T1C/M1H

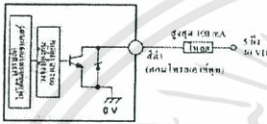


FS-Y1



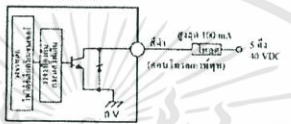
1. ถ้าสายที่ติดอยู่ที่ขั้วไปถูกใช้งาน ให้ใส่สายที่ติดบนอก หรือต่อสายเข้ากับขั้วที่ 0 โวลต์ ของแผงวงจรพิมพ์
2. FS-M1-MIN ไม่มีสายที่ติดที่ขั้ว (ใช้สำหรับทำการปรับเทียบแบบบนอก)

FS-Y12



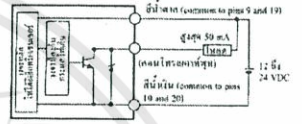
ไม่มีกั๊กไฟที่ขั้วบนแผงวงจรพิมพ์

FS-T2/M2



ไม่มีกั๊กไฟที่ขั้วบนแผงวงจรพิมพ์

FS-R0



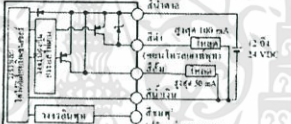
* เมื่อ OUT 15 สลับไปเป็น OUT 22 ไม่ควรจะติดกับขั้วบนอก

PNP

FS-Y11P

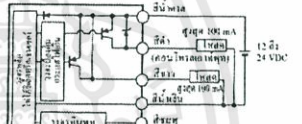


FS-T1P/M1P

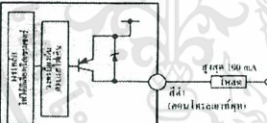


1. ถ้าสายที่ติดอยู่ที่ขั้วไปถูกใช้งาน ให้ใส่สายที่ติดบนอก หรือต่อสายเข้ากับขั้วที่ 0 โวลต์ ของแผงวงจรพิมพ์
2. FS-M1-MIN ไม่มีสายที่ติดที่ขั้ว

FS-Y1P

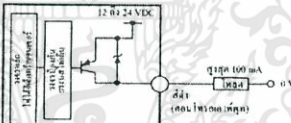


FS-Y12P



ไม่มีกั๊กไฟที่ขั้วบนแผงวงจรพิมพ์

FS-T2P/M2P



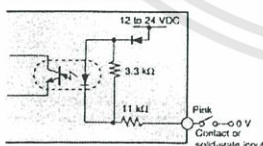
ไม่มีกั๊กไฟที่ขั้วบนแผงวงจรพิมพ์

วงจรอินพุท

NPN

FS-T1/T1C/Y1

วงจรปรับแต่งจากภายนอก

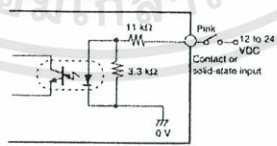


เมื่อใช้ต่อสายให้ปรับแต่งจากภายนอก ให้ใส่สายที่ติดบนอก หรือต่อสายเข้ากับขั้วที่ 0 โวลต์ ของแผงวงจรพิมพ์

PNP

FS-T1P/Y1P

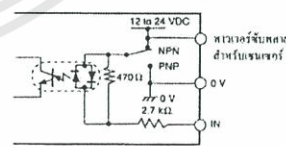
วงจรปรับแต่งจากภายนอก



เมื่อใช้ต่อสายให้ปรับแต่งจากภายนอก ให้ใส่สายที่ติดบนอก หรือต่อสายเข้ากับขั้วที่ 0 โวลต์ ของแผงวงจรพิมพ์

NPN/PNP

FS-R3

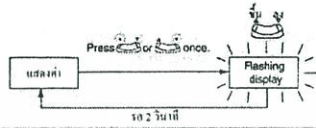


ไม่มีกั๊กไฟที่ขั้วบนแผงวงจรพิมพ์

FS01 ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ชนิดความถี่สูงตรงสูง

การเปลี่ยนค่าตั้ง (การปรับตั้งด้วยมือ)

ให้ปุ่ม 



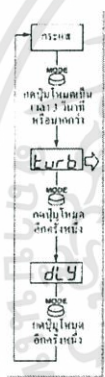
• เมื่อความแตกต่างของเวลาไม่มากพอ

ถ้าความไวเกินกว่าค่าเดิม "... " จะกะพริบที่ขึ้นหลังจากการปรับตั้งอัตโนมัติทั้งสิ้น

(หมายเหตุ)

ความไวจะถูกตั้งและบันทึกไว้ แม้ความแตกต่างของความไวจะไม่มากพอ ไลออดจะดูให้แน่ใจว่าการตรวจจับสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

โหมดการเลือก (เพาเวอร์/เวลา)



การเลือกเพาเวอร์

หลอดไฟที่แสดงโหมดเลือก LED แบบหนึ่งจะกะพริบ เพื่อแสดงโหมดการเลือกเพาเวอร์ กลมๆ หรือ ... เพื่อเลือกโหมดเพาเวอร์ที่ต้องการ

- FINE** 000000 จะแสดงว่าโหมดกำลังดีที่สุดในระยะการตรวจจับ
- TURBO** 000000 จะแสดงว่าอยู่ในโหมด FINE ที่ความเร็วไม่ติดทน
- SUPER** 000000 เมื่อค่าเพาเวอร์ไม่ติดทนกับโหมดอื่น

การเลือกวงจรตั้งเวลา

หลอดไฟที่แสดงโหมดเลือก LED แบบหนึ่งจะกะพริบ เพื่อแสดงโหมดการเลือกเพาเวอร์ กลมๆ หรือ ... เพื่อเลือกโหมดเพาเวอร์ที่ต้องการ

- OFF** 000000 ว่าจะแสดงว่าโหมด OFF
- 10 ms** 000000 OFF-ดีเลย์ 10ms
- 40 ms** 000000 OFF-ดีเลย์ 40ms

ข้อสังเกต

หลังจากที่มีการปรับเปลี่ยนโหมดเพาเวอร์ ให้ทำการปรับค่าความไวในการตรวจจับอีกครั้ง

โหมดเลือก LED แบบหนึ่งในสภาวะการทำงานปกติ

แสงถูกระงับโดยรังสี	-15% หรือมากกว่า	LED จะแสดงค่าความเข้มของแสงที่ได้รับได้ขณะที่รับการปรับตั้งให้โหมดเลือกจะแสดงระดับความละเอียดของการตรวจจับในขณะนั้น
แสงถูกระงับตามปกติ	+10% หรือมากกว่า	
แสงถูกตรวจจับโดยปกติ	+5% หรือมากกว่า	
แสงถูกตรวจจับโดยรังสี	-5% หรือต่ำกว่า	เมื่อการตรวจจับมีความไม่เสถียร เนื่องจากสิ่งแวดลอมรอบๆ ที่เปลี่ยนไป หรือวัตถุเป้าหมายเปลี่ยนไป ให้ทำการปรับค่าความไวในการตรวจจับใหม่
	-10% หรือต่ำกว่า	
	-15% หรือต่ำกว่า	

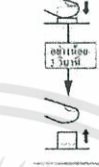
เมื่อการตรวจจับมีความไม่เสถียร เนื่องจากสิ่งแวดลอมรอบๆ ที่เปลี่ยนไป หรือวัตถุเป้าหมายเปลี่ยนไป ให้ทำการปรับค่าความไวในการตรวจจับใหม่

FS-Y1/FS-T ซีรีส์

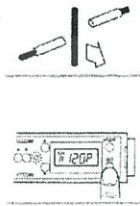
เลือกขั้นตอนการปรับตั้งความไวตามลักษณะของวัตถุเป้าหมาย (รุ่น FS-T ไม่มีหน้าจอ)

การปรับตั้งความไวในการตรวจจับโดยใช้เป้าหมายเคลื่อนที่

• การปรับเทียบแบบอัตโนมัติอย่างสมบูรณ์



1. ปล่อยเป้าหมายที่เคลื่อนที่จนกระทั่งไลออดจับ SET ในขณะนั้นเพียงหนึ่ง
2. สังเกตตัวรับออกการปรับเทียบ (LED สีเหลือง) จะกะพริบ
3. ปล่อยปุ่ม SET สำหรับออกการปรับเทียบจะหายไป



การวางตำแหน่งวัตถุเป้าหมาย

• การปรับเทียบตำแหน่ง



1. ปล่อยปุ่ม SET และปล่อย ไลออดจับวัตถุอยู่ในแนวกลางแสง LED สีเหลืองจะปรากฏ
2. วนเป้าหมายโดยใส่ตำแหน่งที่ต้องการ
3. ปล่อยปุ่ม SET ซึ่ง ไลออดจะจับวัตถุที่ปรับเทียบจะกะพริบ
4. ปล่อยปุ่ม SET



ตรวจสอบความแตกต่าง

• การปรับเทียบแบบ 2 จุด



1. วางวัตถุเป้าหมายสองตำแหน่ง กลมๆ SET และปล่อย ไลออดจะจับที่รังสี (LED สีเหลือง) จะปรากฏ
2. เมื่อวัตถุเป้าหมายถูกเคลื่อนย้ายออกไป ไลออด SET และปล่อย อีกครั้ง ไลออดจะจับที่รังสีจะหายไป

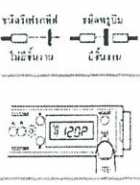


การจับตรวจสอบอย่างเสถียรโดยไม่มีพารกน

• การปรับตั้งความไวสูงสุด

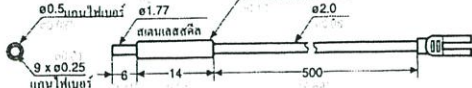


1. กดปุ่ม SET และปล่อย ไลออดจับวัตถุที่รังสี SET จะกะพริบ ไลออดจะจับที่รังสีออกการปรับตั้ง (LED สีเหลือง) จะกะพริบ
2. ปล่อยปุ่ม SET สำหรับออกการปรับตั้งจะหายไป

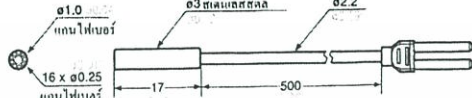


ไฟเบอร์จอตติกเซนเซอร์ชนิดความถี่ตรงสูง FS01

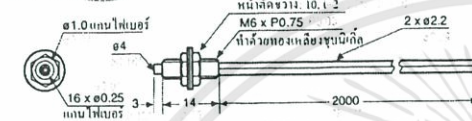
FU-22X



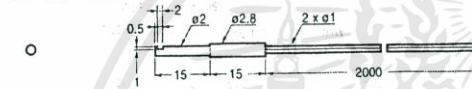
FU-23X



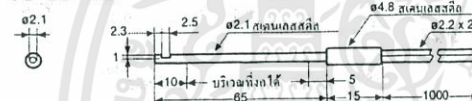
FU-25 (Free-cut)



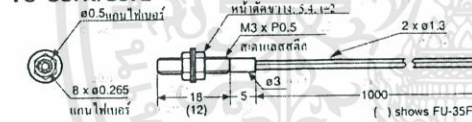
FU-31 (Free-cut)



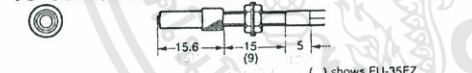
FU-33 (Free-cut)



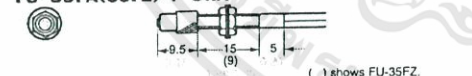
FU-35FA/35FZ (Free-cut)



FU-35FA(35FZ)+F-2HA



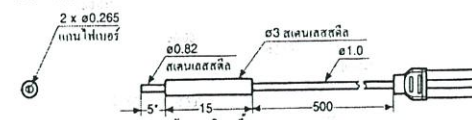
FU-35FA(35FZ)+F-3HA



FU-43 (Free-cut)



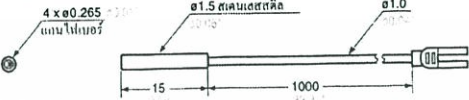
FU-45X



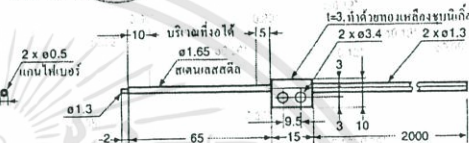
FU-48 (Free-cut)



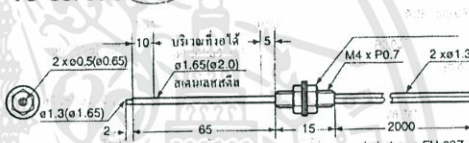
FU-49X



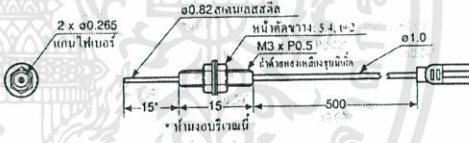
FU-63T (Free-cut)



FU-63/63Z (Free-cut)



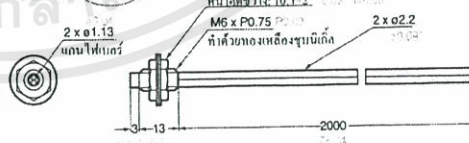
FU-65X



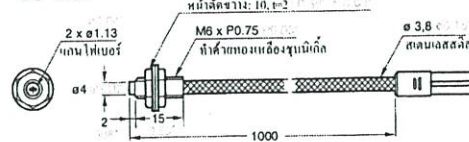
FU-66/66Z (Free-cut)



FU-67 (Free-cut)



FU-67C

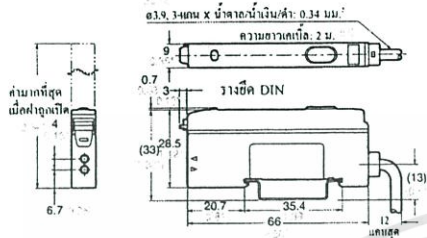


หน่วย : มม.

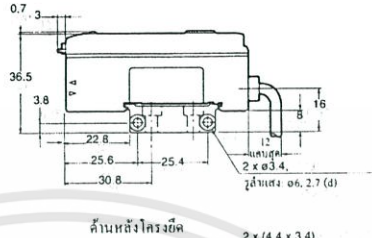
ไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์ชนิดความเที่ยงตรงสูง FS01

หน่วย : มม.

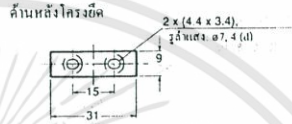
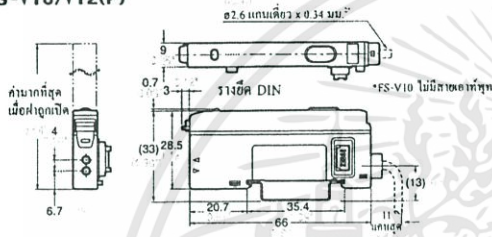
แอมพลิฟาย FS-Y11(P)



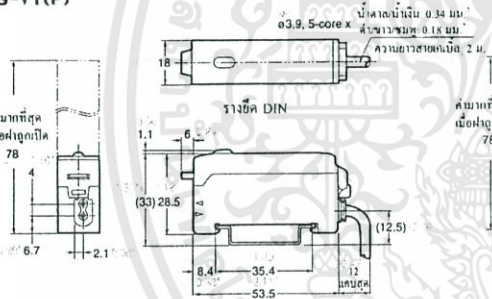
เมื่อใช้ร่วมกับฐานตัวยึดที่แบบมาตรฐาน



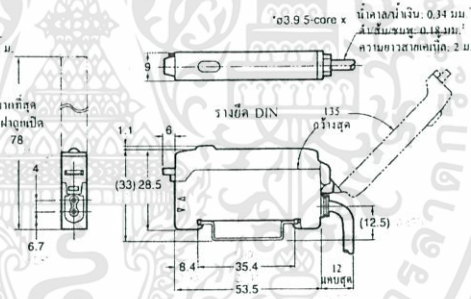
FS-Y10/Y12(P)



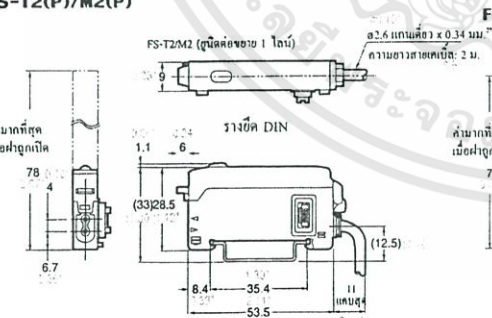
FS-Y1(P)



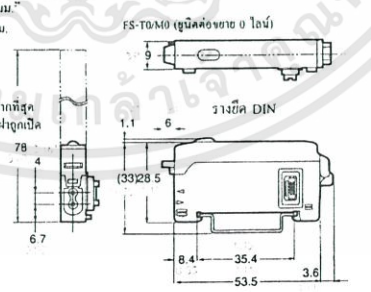
FS-T1(P)/M1(P)/T1C/M1H



FS-T2(P)/M2(P)



FS-T0/M0



รุ่น FS-T0/M0 ไม่มีสายเคเบิลสำหรับกรต่อเชื่อม

KEYENCE 85

Features

- Compatible with MCS[®]-51 Products
- 2K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 10,000 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
- Green (Pb/Halide-free) Packaging Option

1. 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.



**8-bit
Microcontroller
with 2K Bytes
Flash**

AT89C2051

0368H-MICRO-6/08



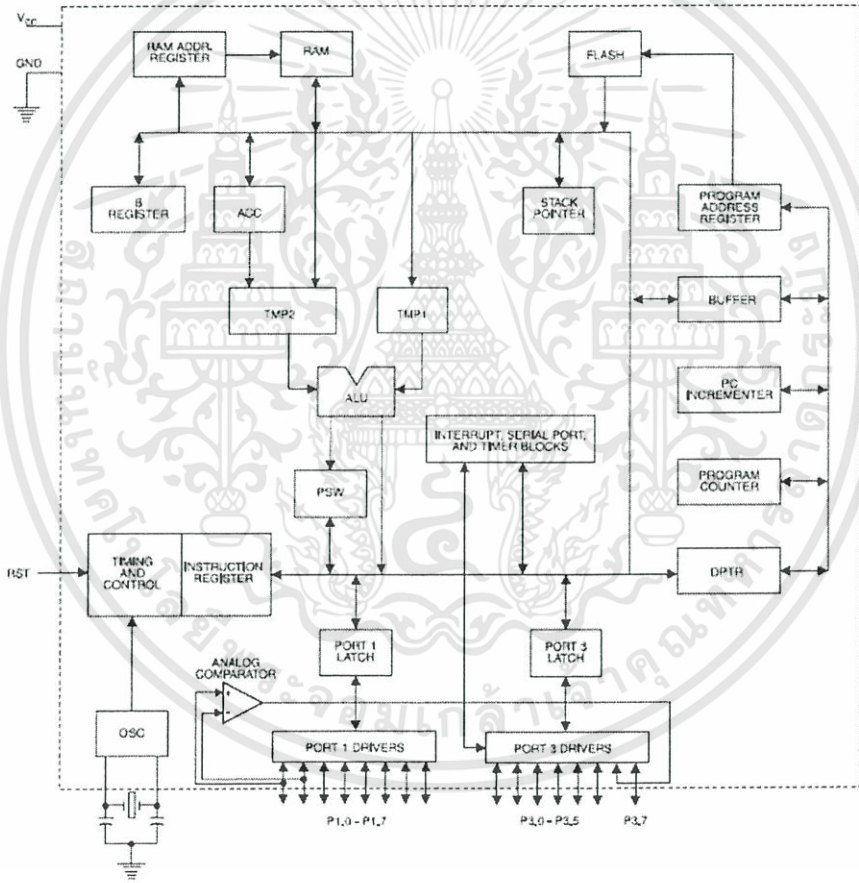


2. Pin Configuration

2.1 20-lead PDIP/SOIC

RST/VPP	1	20	VCC
(RXD) P3.0	2	19	P1.7
(TXD) P3.1	3	18	P1.6
XTAL2	4	17	P1.5
XTAL1	5	16	P1.4
(INTU) P3.2	6	15	P1.3
(INTT) P3.3	7	14	P1.2
(TO) P3.4	8	13	P1.1 (AIN1)
(T1) P3.5	9	12	P1.0 (AIN0)
GND	10	11	P3.7

3. Block Diagram



2 AT89C2051

0368H-MICRO-6/08

4. Pin Description

4.1 VCC

Supply voltage.

4.2 GND

Ground.

4.3 Port 1

The Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 provide internal pull-ups. P1.0 and P1.1 require external pull-ups. 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 pull-ups.

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

4.4 Port 3

Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bi-directional I/O pins with internal pull-ups. 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 pull-ups 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 pull-ups.

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	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	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.

4.5 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.

4.6 XTAL1

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

4.7 XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

5. Oscillator Characteristics

The 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 5-1. 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 5-2. 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 5-1. Oscillator Connections

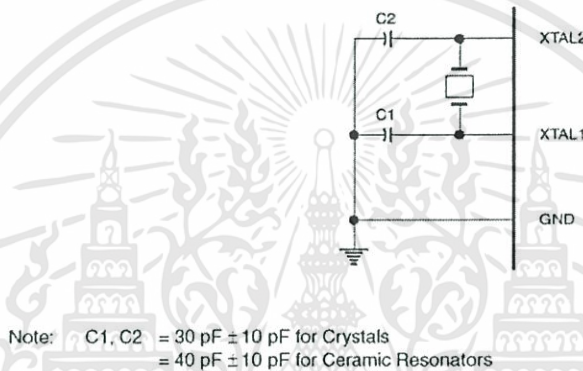
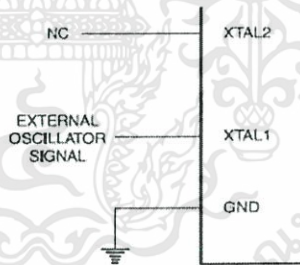


Figure 5-2. External Clock Drive Configuration



6. 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 6-1. 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

7. Restrictions on Certain Instructions

The AT89C2051 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.

7.1 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.

7.2 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.

8. 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 8-1.

Table 8-1. Lock Bit Protection Modes⁽¹⁾

Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	
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.

9. 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.

The P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pull-ups are used, or set to "1" if external pull-ups 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.

10. 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.

The P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pull-ups are used, or set to "1" if external pull-ups are used.

11. 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 appropriate 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 6 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

Data Polling: The AT89C2051 features 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. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/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

12. 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.

Most major worldwide programming vendors offer support for the Atmel AT89 microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

13. Flash Programming Modes

Mode	RST/VPP	P3.2/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		H	H	H	H
	Bit - 2		H	H	L	L
Chip Erase	12V		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 XTAL1 pin.
 2. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.
 3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate RDY/BSY.

Figure 13-1. Programming the Flash Memory

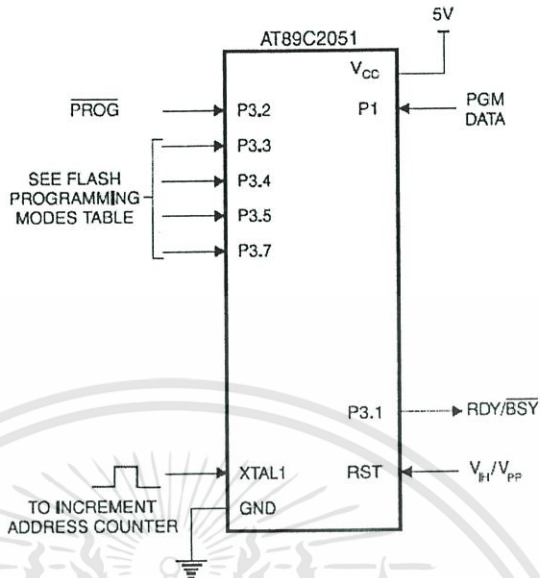
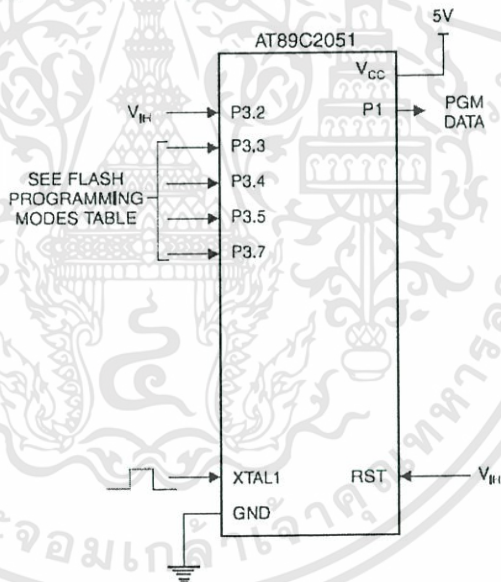


Figure 13-2. Verifying the Flash Memory



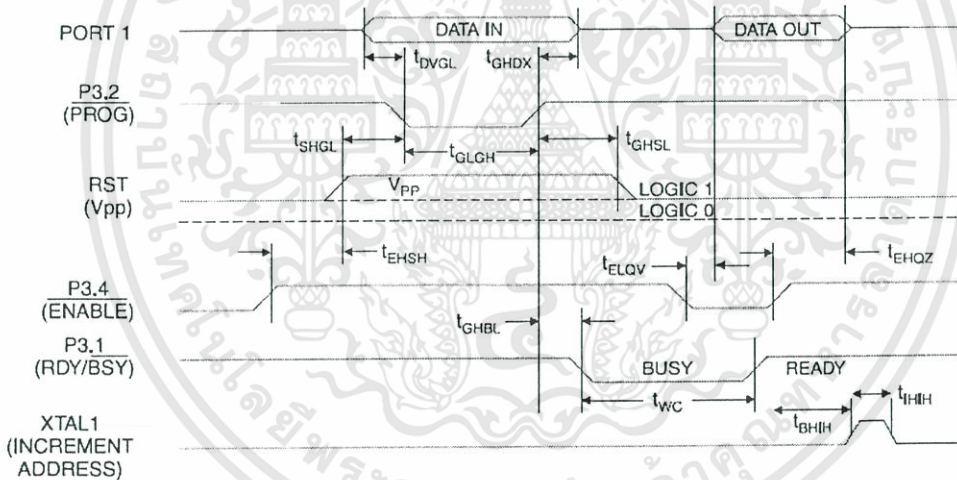
14. Flash Programming and Verification Characteristics

$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

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 $\overline{\text{PROG}}$ Low	1.0		μs
t_{GHDX}	Data Hold after $\overline{\text{PROG}}$	1.0		μs
t_{EHS}	P3.4 (ENABLE) High to V_{PP}	1.0		μs
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold after $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t_{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t_{ELOV}	ENABLE Low to Data Valid		1.0	μs
t_{EHOZ}	Data Float after ENABLE	0	1.0	μs
t_{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to BUSY Low		50	ns
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms
t_{BHH}	RDY/ $\overline{\text{BSY}}$ to Increment Clock Delay	1.0		μs
t_{IHL}	Increment Clock High	200		ns

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

15. Flash Programming and Verification Waveforms



16. 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.

17. DC Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 2.7\text{V}$ 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)	$I_{OL} = 20\text{ mA}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ $I_{OL} = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$		0.5	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1, 3)	$I_{OH} = -80\ \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -30\ \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -12\ \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1, 3)	$V_{IH} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-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	$V_{CC} = 5\text{V}$		20	mV
V_{CM}	Comparator Input Common Mode Voltage		0	V_{CC}	V
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	$\text{k}\Omega$
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6\text{V}/3\text{V}$		15/5.5	mA
		Idle Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6\text{V}/3\text{V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		5/1	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6\text{V}$, P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		100	μA
		$V_{CC} = 3\text{V}$, 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:

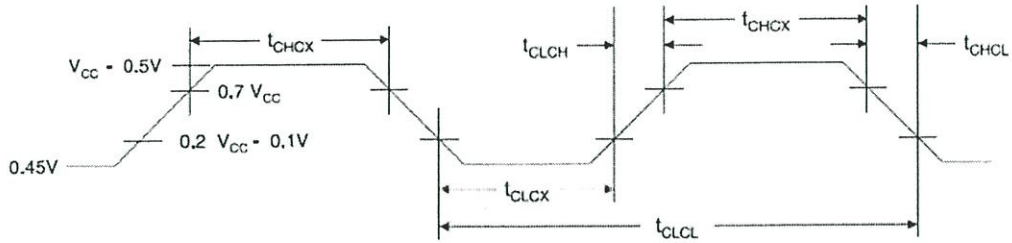
Maximum I_{OL} per port pin: 20 mA

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.

18. External Clock Drive Waveforms



19. External Clock Drive

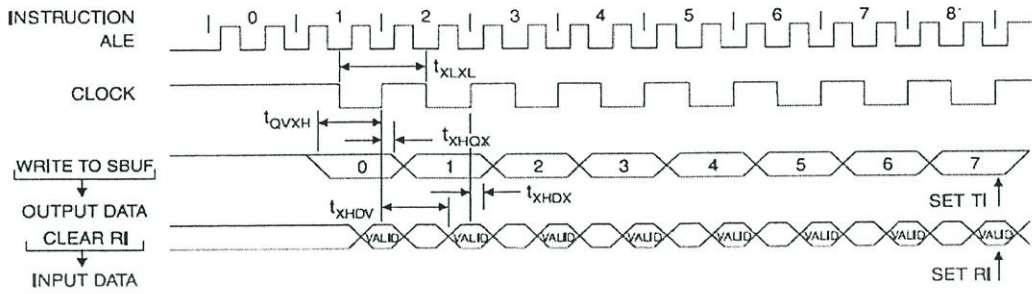
Symbol	Parameter	V _{CC} = 2.7V to 6.0V		V _{CC} = 4.0V to 6.0V		Units
		Min	Max	Min	Max	
1/t _{CLCL}	Oscillator Frequency	0	12	0	24	MHz
t _{CLCL}	Clock Period	83.3		41.6		ns
t _{CHCX}	High Time	30		15		ns
t _{CLCX}	Low Time	30		15		ns
t _{CLCH}	Rise Time		20		20	ns
t _{CHCL}	Fall Time		20		20	ns

20. Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

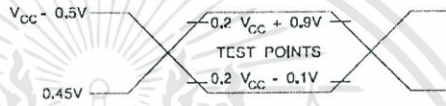
V_{CC} = 5.0V ±20%; Load Capacitance = 80 pF

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t _{LXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		12 t _{CLCL}		µs
t _{OVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		10 t _{CLCL} -133		ns
t _{XHOX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		2 t _{CLCL} -117		ns
t _{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
t _{XHOV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		10 t _{CLCL} -133	ns

21. Shift Register Mode Timing Waveforms

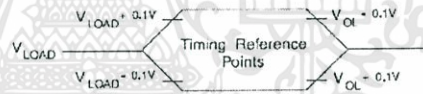


22. AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



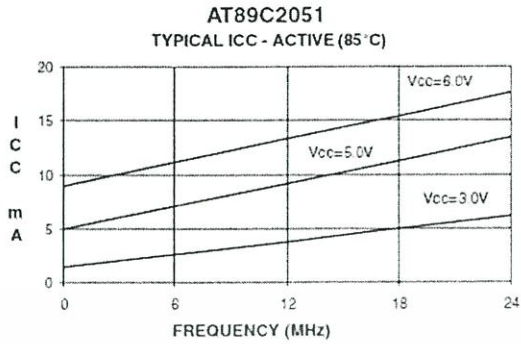
Note: 1. AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

23. Float Waveforms⁽¹⁾

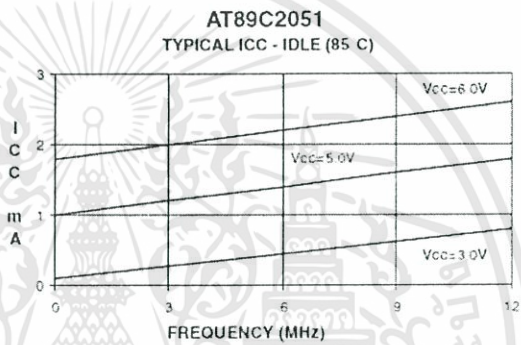


Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

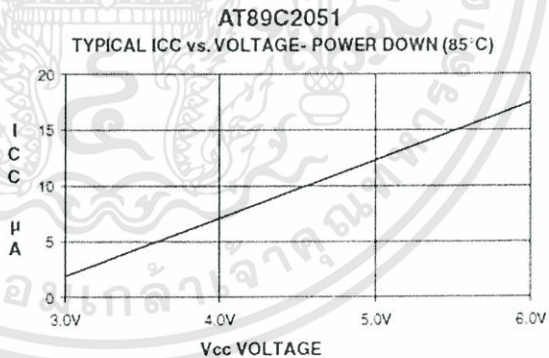
24. I_{CC} (Active Mode) Measurements



25. I_{CC} (Idle Mode) Measurements



26. I_{CC} (Power Down Mode) Measurements



- Notes:
1. XTAL1 tied to GND
 2. P.1.0 and P.1.1 = V_{CC} or GND
 3. Lock bits programmed

27. Ordering Information

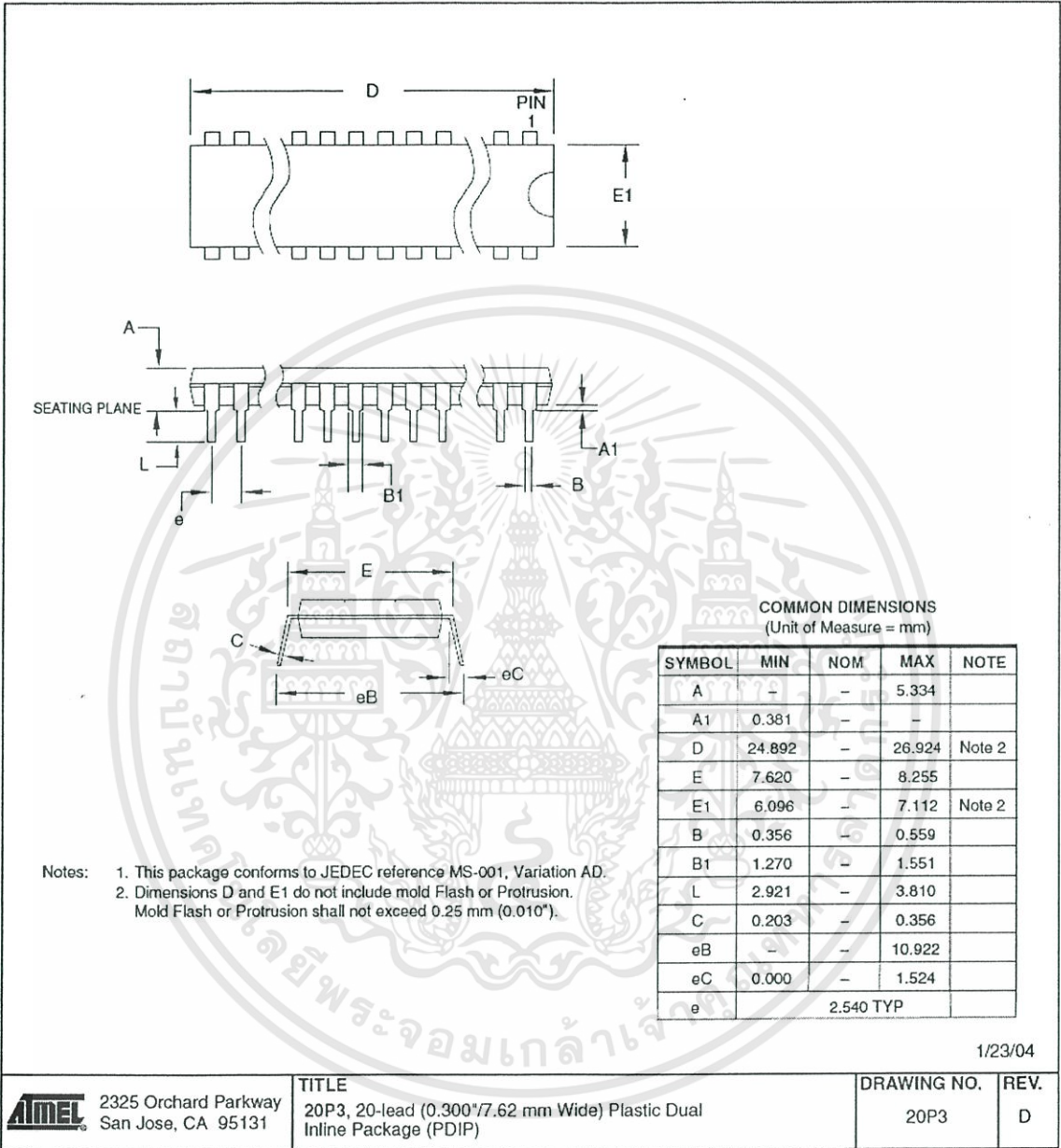
27.1 Green Package Option (Pb/Halide-free)

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	2.7V to 6.0V	AT89C2051-12PU AT89C2051-12SU	20P3 20S	Industrial (-40° C to 85° C)
24	4.0V to 6.0V	AT89C2051-24PU AT89C2051-24SU	20P3 20S	Industrial (-40° C to 85° C)

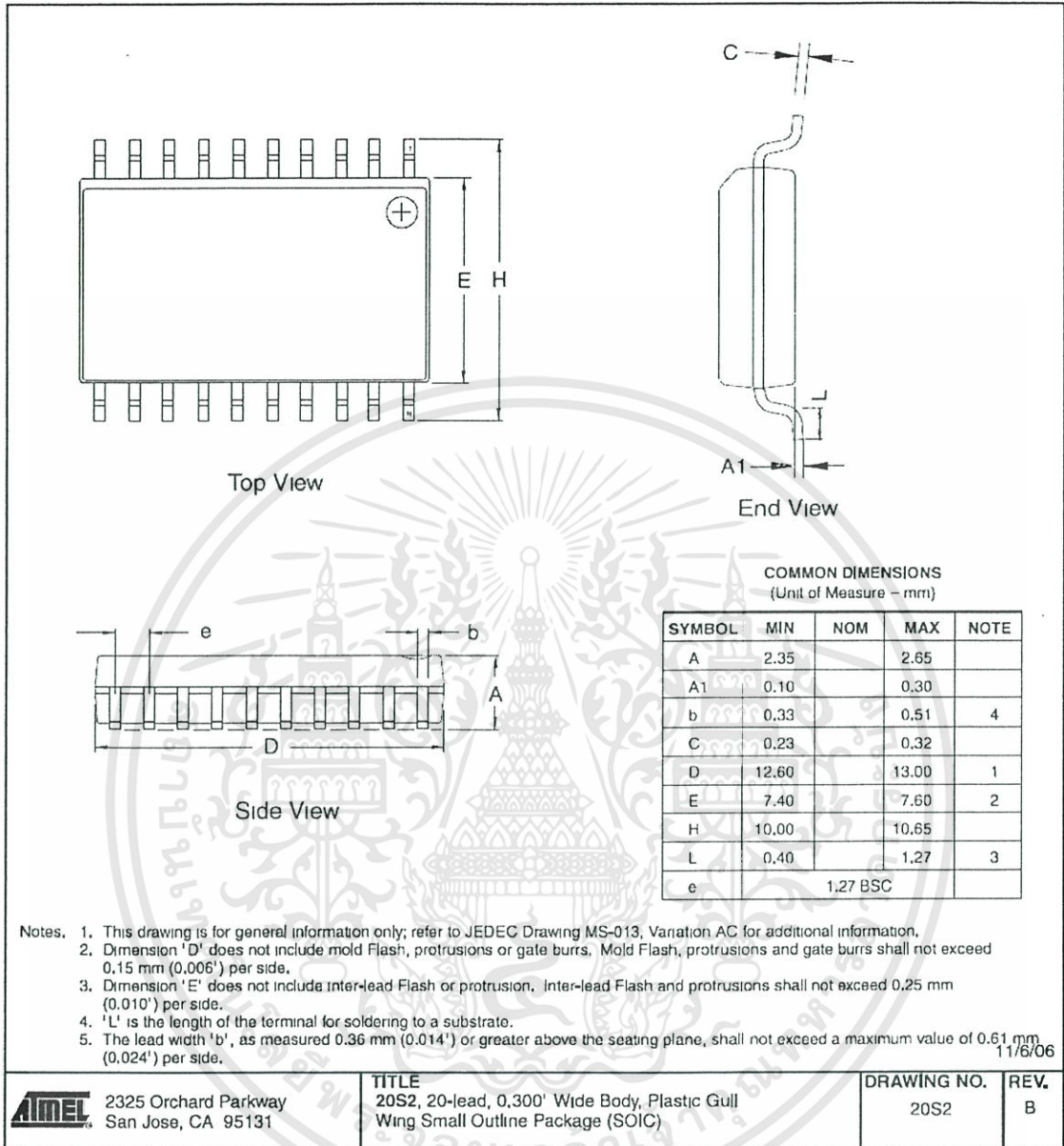
Package Type	
20P3	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
20S	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)

28. Package Information

28.1 20P3 – PDIP



28.2 20S – SOIC



2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE
20S2, 20-lead, 0.300" Wide Body, Plastic Gull
Wing Small Outline Package (SOIC)

DRAWING NO.
20S2

REV.
B

Headquarters

Atmel Corporation
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

International

Atmel Asia
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimshatsui
East Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2721-9778
Fax: (852) 2722-1369

Atmel Europe
Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-
Yvelines Cedex
France
Tel: (33) 1-30-60-70-00
Fax: (33) 1-30-60-71-11

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

Product Contact

Web Site
www.atmel.com

Technical Support
mcu@atmel.com

Sales Contact
www.atmel.com/contacts

Literature Requests
www.atmel.com/literature

Disclaimer: The information in this document is provided in connection with Atmel products. No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property right is granted by this document or in connection with the sale of Atmel products. EXCEPT AS SET FORTH IN ATMEL'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE LOCATED ON ATMEL'S WEB SITE, ATMEL ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER AND DISCLAIMS ANY EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY WARRANTY RELATING TO ITS PRODUCTS INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR NON-INFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL ATMEL BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE, SPECIAL OR INCIDENTAL DAMAGES (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES FOR LOSS OF PROFITS, BUSINESS INTERRUPTION, OR LOSS OF INFORMATION) ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THIS DOCUMENT, EVEN IF ATMEL HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. Atmel makes no representations or warranties with respect to the accuracy or completeness of the contents of this document and reserves the right to make changes to specifications and product descriptions at any time without notice. Atmel does not make any commitment to update the information contained herein. Unless specifically provided otherwise, Atmel products are not suitable for, and shall not be used in, automotive applications. Atmel's products are not intended, authorized, or warranted for use as components in applications intended to support or sustain life.

© 2008 Atmel Corporation. All rights reserved. Atmel®, logo and combinations thereof, and others are registered trademarks or trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Other terms and product names may be trademarks of others.

0368H-MICRO-6/08

PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

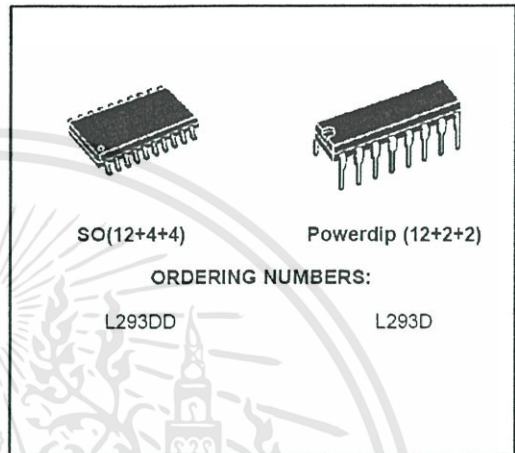
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

DESCRIPTION

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoids, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

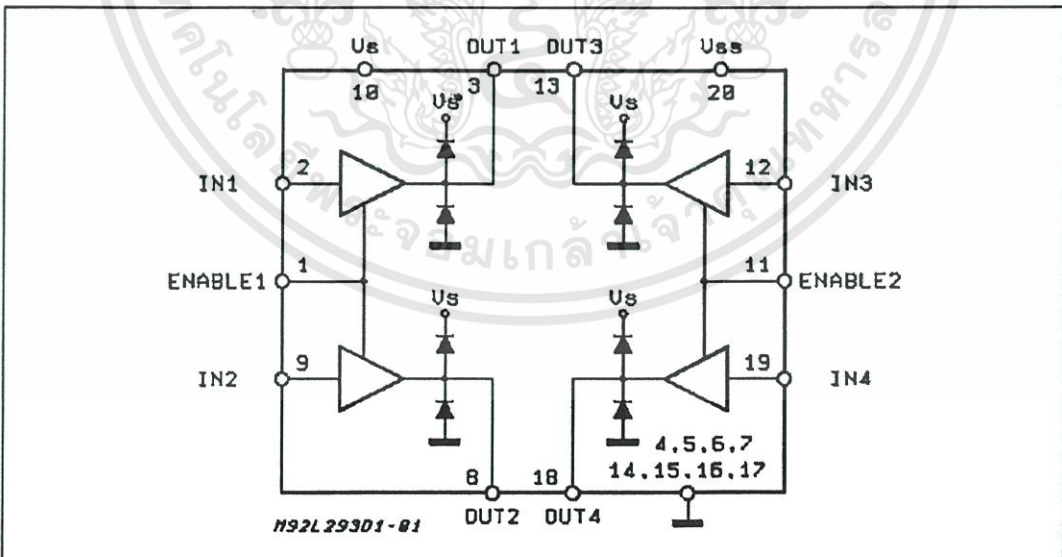
This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

BLOCK DIAGRAM

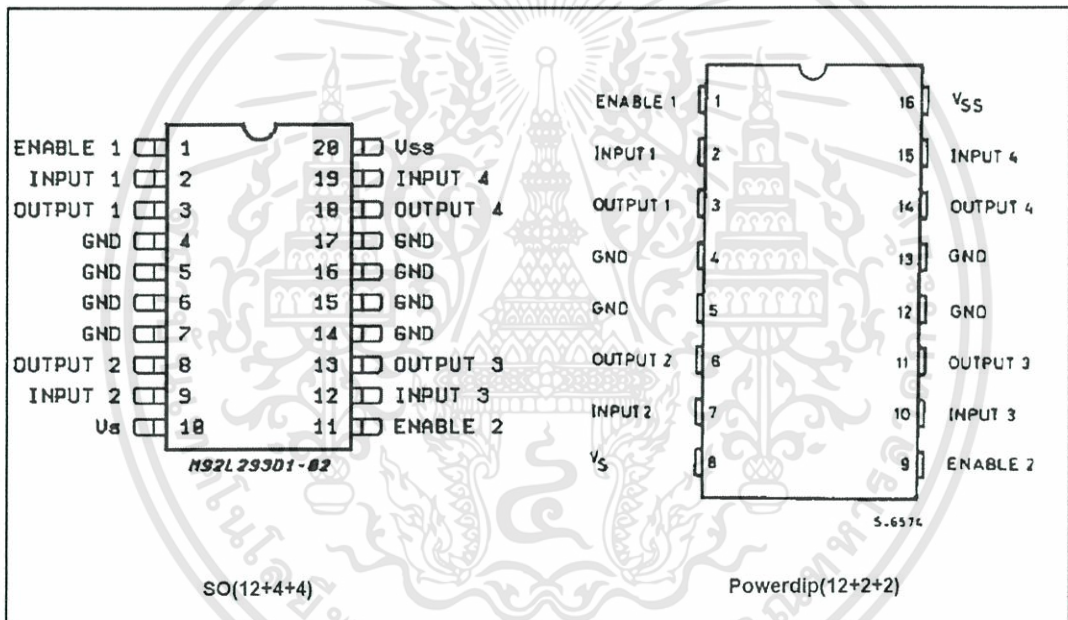


L293D - L293DD

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Supply Voltage	36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	36	V
V_I	Input Voltage	7	V
V_{en}	Enable Voltage	7	V
I_o	Peak Output Current (100 μ s non repetitive)	1.2	A
P_{tot}	Total Power Dissipation at $T_{pins} = 90^\circ\text{C}$	4	W
T_{sto}, T_J	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	$^\circ\text{C}$

PIN CONNECTIONS (Top view)



THERMAL DATA

Symbol	Description	DIP	SO	Unit
$R_{th(j-pins)}$	Thermal Resistance Junction-pins	max.	14	$^\circ\text{C/W}$
$R_{th(j-amb)}$	Thermal Resistance junction-ambient	max.	50 (*)	$^\circ\text{C/W}$
$R_{th(j-case)}$	Thermal Resistance Junction-case	max.	14	

(*) With 6sq. cm on board heatsink

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (for each channel, $V_S = 24\text{ V}$, $V_{SS} = 5\text{ V}$, $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 10)		V_{SS}		36	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
I_S	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_I = L$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_I = H$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		16	24	mA
		$V_{en} = L$			4	mA
I_{SS}	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_I = L$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_I = H$; $I_O = 0$; $V_{en} = H$		16	22	mA
		$V_{en} = L$		16	24	mA
V_{IL}	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
V_{IH}	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
I_{IL}	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{IL} = 1.5\text{ V}$			-10	μA
I_{IH}	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	μA
V_{enL}	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
V_{enH}	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		V_{SS}	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
I_{enL}	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{enL} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	μA
I_{enH}	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{enH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			± 10	μA
$V_{CE(sat)H}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{CE(sat)L}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
t_r	Rise Time (*)	$0.1\text{ to }0.9\text{ }V_O$		250		ns
t_f	Fall Time (*)	$0.9\text{ to }0.1\text{ }V_O$		250		ns
t_{on}	Turn-on Delay (*)	$0.5\text{ }V_I\text{ to }0.5\text{ }V_O$		750		ns
t_{off}	Turn-off Delay (*)	$0.5\text{ }V_I\text{ to }0.5\text{ }V_O$		200		ns

(*) See fig. 1.

L293D - L293DD

TRUTH TABLE (one channel)

Input	Enable (*)	Output
H	H	H
L	H	L
H	L	Z
L	L	Z

Z = High output impedance
 (*) Relative to the considered channel

Figure 1: Switching Times

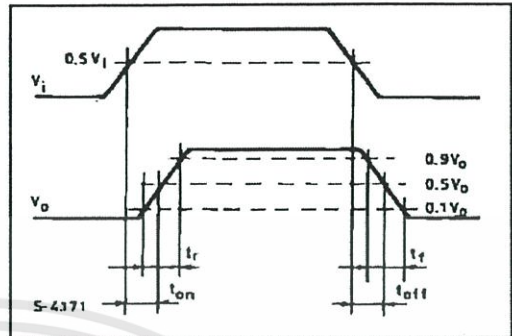
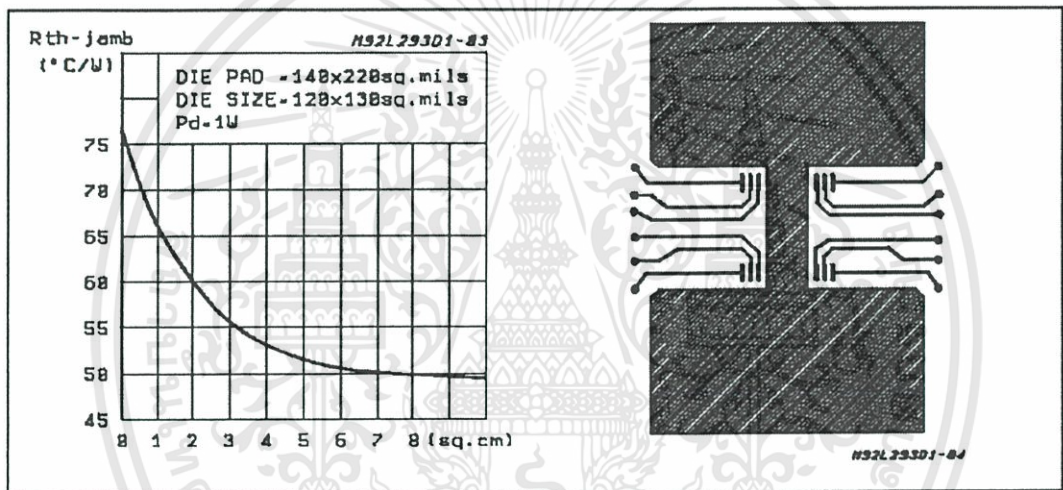
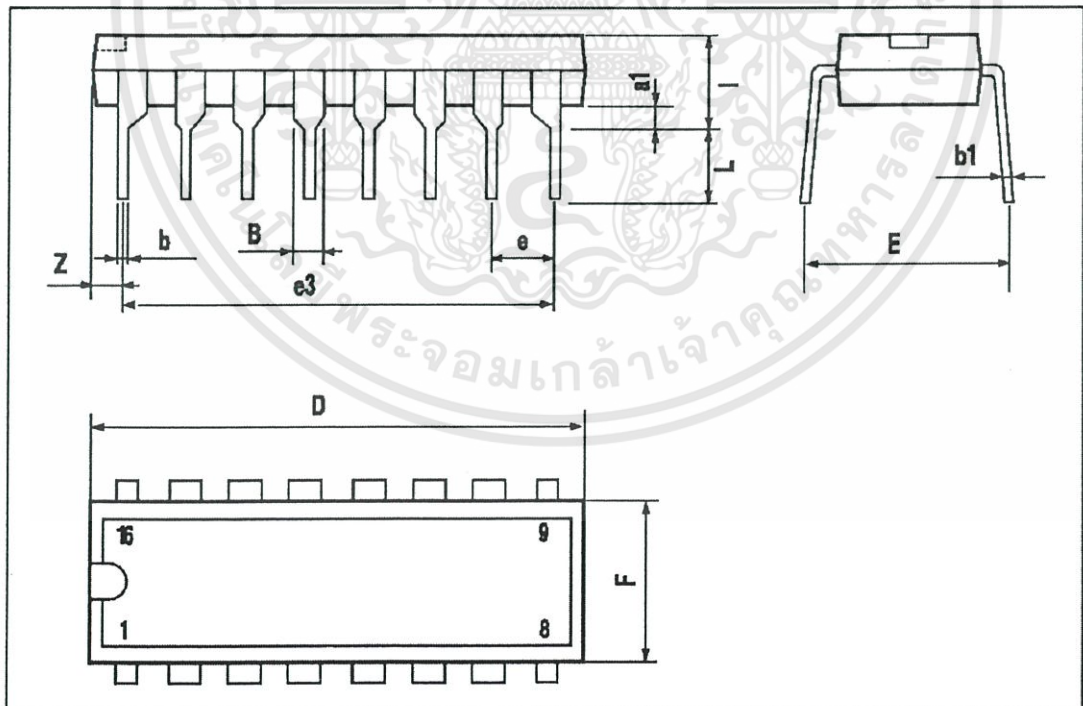


Figure 2: Junction to ambient thermal resistance vs. area on board heatsink (SO12+4+4 package)



POWERDIP16 PACKAGE MECHANICAL DATA

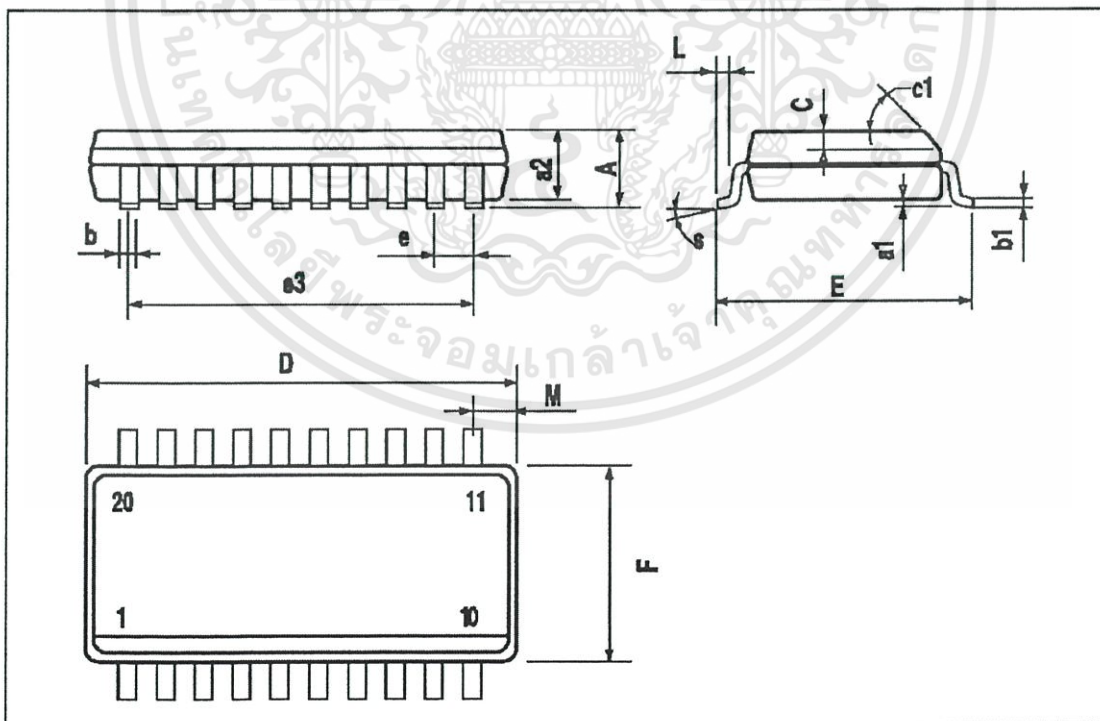
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.85		1.40	0.033		0.055
b		0.50			0.020	
b1	0.38		0.50	0.015		0.020
D			20.0			0.787
E		8.80			0.346	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.10			0.280
I			5.10			0.201
L		3.30			0.130	
Z			1.27			0.050



L293D - L293DD

SO20 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			2.65			0.104
a1	0.1		0.2	0.004		0.008
a2			2.45			0.096
b	0.35		0.49	0.014		0.019
b1	0.23		0.32	0.009		0.013
C		0.5			0.020	
c1		45			1.772	
D		1	12.6		0.039	0.496
E	10		10.65	0.394		0.419
e		1.27			0.050	
e3		11.43			0.450	
F		1	7.4		0.039	0.291
G	8.8		9.15	0.346		0.360
L	0.5		1.27	0.020		0.050
M			0.75			0.030
S	8° (max.)					





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clear all; clc;
s1=serial('COM4','BAUD',9600,'Stopbits',1,'DataBits',8,'parity','none');
fopen(s1);
while fread(s1,[3;1]);
    for r=fread(s1,[3;1]);
        if r==[48;48;64];
            i=87;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[48;48;64];
            i=87;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[64;48;48];
            i=87;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[48;49;64];
            i=90;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[49;64;48];
            i=90;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[64;48;49];
            i=90;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[49;49;64];
            i=83;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[49;64;49];
            i=83;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[64;49;49];
            i=83;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[49;48;64];
            i=67;
            fwrite(s1,i,'uchar');
        else if r==[48;64;49];

```



```

ORG 000H

MOV P1,#00000000B

MOV SCON,#050H

MOV TMOD,#020H

MOV TH1,#0FDH

SETB TR1

```

```

ST: MOV 21H,#0'
MOV 22H,#0'
MOV C,P1.0
JNC SX1
INC 21H

```

```

SX1: MOV C,P1.1
JNC SX2
INC 22H

```

```

SX2: MOV A,#'@'

MOV SBUF,A

JNB TI,$

CLR TI

MOV SBUF,21H

```



JNB TI,\$

CLR TI

MOV SBUF,22H

JNB TI,\$

CLR TI

JNB RI,ST

CLR RI

MOV A,SBUF

CJNE A,#'W',X1

MOV P1,#01011111B

X1: CJNE A,#'S',X2

MOV P1,#10101111B

X2: CJNE A,#'O',X3

MOV P1,#00001111B

X3: CJNE A,#'A',X4

MOV P1,#00101111B



X4: CJNE A,#'C',X5
MOV P1,#00011111B

X5: CJNE A,#'D',X6
MOV P1,#10001111B

X6: CJNE A,#'Z',X7
MOV P1,#01001111B

X7: CJNE A,#'B',X8
MOV P1,#10011111B

X8: CJNE A,#'V',X9
MOV P1,#01101111B

X9: JMP ST
END

