ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ หุ่นยนต์เดินตามเส้น

Line Tracking Robot

ชื่อนักศึกษา 1. นายจักรกฤษณ์ เบญจมาหา รหัสประจำตัว 47035300

2. นายทศพล เพ็ชร์ท่าช้าง รหัสประจำตัว 47035306

3. นายรุ่งโรจน์ ทรงศิริ รหัสประจำตัว 47035320

4. นายธีรวัชร์ ปัทมานุช รหัสประจำตัว 47035627

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา นายสุชิน อาจหาญ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายวรวิทย์ สมหา

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
1. อ.สุชิน อาจหาญ	
2. อ.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
3. อ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
4. อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
5. อ.วรวิทย์ สมหา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 27 เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 เวลา 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2549

<BT482222>

หุ่นยนต์เดินตามเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

หุ่นยนต์เดินตามเส้น

LINE TRACKING ROBOT

นายจักรกฤษณ์ เบญจมาหา
นายทศพล เพ็ชร์ท่าช้าง
นายรุ่งโรจน์ ทรงศิริ
นายธีรวัชร์ ปัทมานุช

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....66713
วัน,เดือน,ปี.....- 8 พ.ย. 2549

b.11660618
i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง หุ่นยนต์เดินตามเส้น

Line Tracking Robot

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดินตามเส้น
2. เพื่อออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์และระบบควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้น
3. เพื่อสร้างหุ่นยนต์เดินตามเส้นและพัฒนาควบคุมระบบหุ่นยนต์เดินตามเส้น
4. เพื่อทดลอง,ทดสอบและวงจรควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้น
5. เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้นและวงจรควบคุม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดินตามเส้น
2. ได้ทำให้สามารถออกแบบและควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้นได้
3. ได้หุ่นยนต์เดินตามเส้นและระบบควบคุมได้
4. ได้ผลการทดลองและการปรับปรุงพัฒนาหุ่นยนต์เดินตามเส้น
5. ได้นำหุ่นยนต์เดินตามเส้นและควบคุมวงจรไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	หุ่นยนต์เดินตามเส้น	
นักศึกษา	นายจักรกฤษณ์	เบญจมาหา
	นายทศพล	เพ็ชร์ท่าช้าง
	นายรุ่งโรจน์	ทรงศิริ
	นายธีรวัชร์	ปัทมานุช
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สุชิน	อาจหาญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ วรวิทย์	สมหา
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2548	

บทคัดย่อ

โดยปกติการแก้ปัญหาต่างๆด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นจะเริ่มต้นที่การพิจารณาอินพุตแล้วออกแบบขบวนการที่จะดำเนินการกับอินพุตเหล่านั้นเพื่อจะได้สร้างเอาท์พุตได้ตามต้องการ วิธีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบคลาสสิกนี้มีข้อจำกัดคือไม่สามารถใช้ได้กับปัญหาซึ่งขบวนการมีความซับซ้อนอย่างมากจนเราไม่สามารถสรุปขั้นตอนที่แน่นอนได้ ระบบโครงข่ายแบบฉลาดเป็นรูปแบบการแก้ปัญหาอีกแบบหนึ่งซึ่งเหมาะสมกับปัญหาดังกล่าว ระบบโครงข่ายแบบฉลาดจะสร้างขบวนการขึ้นเองจากความรู้ซึ่งได้จากการเรียนรู้จากตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างที่นำมาสอนมีจำนวนมากพอและมีวิธีการสอนดีพอ ขบวนการที่สร้างขึ้นจะมีความถูกต้องเพียงพอสำหรับนำไปใช้งานจริงได้

สำหรับโครงงานนี้เป็นการจำลองลักษณะการทำงานของระบบโครงข่ายแบบฉลาดโดยการนำมาประยุกต์ใช้กับการจำเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดนให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นทางที่เรากำหนดไว้ และหลังจากนั้นหุ่นยนต์ก็เคลื่อนที่ไปเป็นเส้นทางเดิมได้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Line Tracking Robot	
Students	Mr. Jakkrit	Benjamaha
	Mr. Tossapol	Pettachang
	Mr. Rungroj	Songsiri
	Mr. Threrawat	Pattamanuch
Advisor	Mr. Suchin	Adhan
Co - Advisor	Mr. Worrawit	Somha
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

In general computer solving problem, programmer will firstly consider an input and step forward along the designed algorithm to produce an output. Classical programs have a lot of limit conditions using with a complicated process. So an articial intelligence network is one way to solve this problem which can manage things through by examples.

This project present the recognize of route by robot. Robot can move to route and recall route by itself.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิก ภายในกลุ่ม คณะผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ อาจารย์สุชิน อาจหาญ อาจารย์วรวิทย์ สมหา และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองร่วมถึงขั้นตอนต่างๆในการสร้างโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล และสุดท้ายต้องขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนในทุกๆด้านและเป็นผู้ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความเป็นมาของเซนเซอร์	3
2.2.1 ความสำคัญของการวัดและการควบคุม	3
2.2.2 ระบบการวัด	4
2.2.3 มาตรฐานการวัด	5
2.2.4 แสง	6
2.2.5 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง	10
2.3 มอเตอร์	20
2.3.1 มอเตอร์กระแสตรง	20
2.3.2 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	20
2.3.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง	22
2.4 สถาปัตยกรรมและความเป็นมาของไมโครคอนโทรลเลอร์	23
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	25
2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	25
2.5.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	30
3.1 กล่าวนำ	30
3.2 การออกแบบวงจรต่างๆ และการทำงานของวงจร	30
3.3 การออกแบบและการสร้างภาคเซนเซอร์	31
3.4การออกแบบและการสร้างวงจรภาคขับมอเตอร์	32
3.5 การออกแบบและการสร้างวงจรภาคประมวลผลกลาง	33
3.6 ผังการเขียนโปรแกรม	34
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	35
4.1 กล่าวนำ	35
4.2 การทดลองเซนเซอร์	35
4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง	35
4.2.2 ผลการทดลอง	35
4.2.3 การทดลองตรวจเซนเซอร์ในสถาพต่างๆ	39
4.3 การทดลองวิ่งเส้นตรง	39
4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง	39
4.3.2 ผลการทดลอง	40
4.4 การทดลองวิ่งเส้นทางโค้ง	40
4.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง	40
4.4.2 ผลการทดลอง	41
4.5 การทดลองวิ่งเป็นรูปวงกลม	41
4.5.1 ลำดับขั้นการทดลอง	45
4.5.2 ผลการทดลอง	45
4.6 การทดลองวิ่งป็นทางแยกแบบ 1 แยก	46
4.6.1 ลำดับขั้นการทดลอง	46
4.6.2 ผลการทดลอง	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.7 การทดลองวิ่งแบบสนาม	47
4.7.1 ลำดับขั้นการทดลอง	47
4.7.2 ผลการทดลอง	47
บทที่ 5 บทสรุป	49
5.1 สรุป	49
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	50
5.3 แนวทางการพัฒนา	50
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	52
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	56
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	65
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	69
ภาคผนวก จ แผนผังการทำงานและคุณสมบัติของอุปกรณ์	91
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	96
ประวัติผู้แต่ง	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียตามชนิดแสง	11
2.2 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด	15
2.3 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ	15
2.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง	16
2.5 ตัวอย่างของค่าตัวคูณประกอบ (factor) ของเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง	16
2.6 แสดงหน้าที่พิเศษของแต่ละขาของพอร์ต 3 ของไมโครคอนโทรลเลอร์	27
4.1 ผลการทดสอบเซนเซอร์	34
4.2 ผลการทดลองเซนเซอร์ในสภาพต่างๆ	39
4.3 ผลการทดลองการวิ่งเส้นตรง	40
4.4 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 160 องศา	41
4.5 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 150 องศา	42
4.6 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 130 องศา	42
4.7 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 110 องศา	43
4.8 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 100 องศา	44
4.9 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 90 องศา	44
4.10 ผลการทดลองการวิ่งเส้นวงกลม	45
4.11 ผลการทดลองการวิ่งทางแยกแบบ 1 แยก	46
4.12 ผลการทดลองการวิ่งแบบสนาม	47
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคขับมอเตอร์	66
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคเซนเซอร์	67
ค.3 รายการของอุปกรณ์ภาคประมวลผล	67
ค.3(ต่อ) รายการของอุปกรณ์ภาคประมวลผล	68
จ.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น	100
จ.2 ข้อมูลจำเพาะของบอร์ดเอนกประสงค์	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การกระจายของแสงอาทิตย์ที่ผ่านปริซึม	8
2.2 การสังเคราะห์แสงโดยการหมุนแผ่นกลม	9
2.3 การกระจายแสงจากหยดน้ำที่ทำให้เกิดผลของสีรุ้ง	10
2.4 วิธีการรับส่งแบบทั่วไป	12
2.5 วิธีการรับส่งแบบพัลส์	13
2.6 โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งลำแสง	14
2.7 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด	14
2.8 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านสะท้อนกลับ	15
2.9 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง	16
2.10 ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ที่อยู่ใกล้เคียงกันแบบลำแสงผ่านตลอด	18
2.11 วิธีการสลับตำแหน่งของตัวรับและตัวส่งของเซนเซอร์	19
2.12 ช่องกราฟ (parallel deviation)	19
2.13 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง	20
2.14 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์	21
2.15 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน	21
2.16 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	22
2.17 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	28
3.1 แสดงส่วนประกอบการทำงานของหุ่นยนต์	30
3.2 โครงสร้างภายในตัวเซนเซอร์	31
3.3 วงจรภาคเซนเซอร์	31
3.4 วงจรภาคขับมอเตอร์	32
3.5 วงจรภาคประมวลผล	33
3.6 ผังการเขียนโปรแกรม	34
4.1 แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีขาว	36
4.2 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีดำ	36
4.3 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีเขียว	37
4.4 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีม่วง	37
4.5 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีฟ้า	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีแดง	38
4.7 การทดลองเส้นตรง ขนาด 5m กว้าง 2cm	40
4.8 การทดลองเส้นโค้ง 160 องศา	41
4.9 การทดลองเส้นโค้ง 150 องศา	41
4.10 การทดลองเส้นโค้ง 130 องศา	42
4.11 การทดลองเส้นโค้ง 110 องศา	43
4.12 การทดลองเส้นโค้ง 100 องศา	43
4.13 การทดลองเส้นโค้ง 90 องศา	44
4.14 การทดลองเส้นวงกลม	45
4.15 การทดลองทางแยก 1 แยก	46
4.16 การทดลองวิ่งแบบสนาม	47
ก.1 หุ่นยนต์เดินตามเส้น	53
ก.2 ด้านหน้าของหุ่นยนต์	53
ก.3 ด้านหลังของหุ่นยนต์	54
ก.4 บอร์ดควบคุมเซ็นเซอร์และขับมอเตอร์	54
ก.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	55
ก.6 เซนเซอร์	55
ข. 1 ด้านหน้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ MCS-51 เบอร์ AT89S52	57
ข.2 ด้านหลังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ MCS-51 เบอร์ AT89S52	58
ข.3 วงจรบอร์ดเซนเซอร์ และ ขับมอเตอร์	59
ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเซนเซอร์ และ ขับมอเตอร์ (ด้านล่าง)	60
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ตำแหน่งขาด้านล่าง)	61
ข.6 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรเซ็นเซอร์ และ ขับมอเตอร์	62
ข.7 วงจรบอร์ดรีเลย์	63
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดรีเลย์ (ด้านล่าง)	63
ข.9 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรรีเลย์	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.1 ผังงานโปรแกรมของหุ่นยนต์เดินตามเส้น	92
ฉ.1 ตำแหน่งของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	103
ฉ.2 ตำแหน่งของบนบอร์ดขับมอเตอร์ และ เซนเซอร์	103
ฉ.3 การเลือก mode ใน NAVI mode	101
ฉ.4 TEACH : TEACHING MODE	102
ฉ.5 การตั้งค่าเลือก MODE color และ mark	102
ฉ.6 การตรวจจับ Mark สีแดงอ่อน บนพื้นสีแดง	103
ฉ.7 การปรับตั้ง Mark Mode	103
ฉ.8 การตรวจจับ Mark สีดำ บนซองลูกอมที่ผลิตออกมาหลายสีเพื่อจะตัด	104
ฉ.9 การปรับตั้ง Color Mode	104
ฉ.10 ไฟแสดงที่ Timer mode	105
ฉ.11 การปรับตั้ง Timer mode	105
ฉ.12 การปรับตั้ง Pro Mode	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันมีการนำหุ่นยนต์มาใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งหุ่นยนต์ที่เลียนแบบมนุษย์และหุ่นยนต์ใช้งานเฉพาะด้าน เช่น แขนกลที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น หุ่นยนต์เดินตามเส้นเป็นหุ่นยนต์ใช้งานเฉพาะด้านแบบหนึ่ง ส่วนใหญ่จะเป็นระบบที่ขับเคลื่อนด้วยล้อใช้ประโยชน์ในการขนถ่ายสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งตามเส้นทางที่กำหนดซึ่งจะขีดเป็นเส้นทึบให้มีสีแตกต่างจากสีพื้นลากจากต้นทางไปยังปลายทาง ที่ตัวหุ่นยนต์จะมีอุปกรณ์ตรวจจับเส้นทึบนี้แล้วบังคับระบบขับเคลื่อนให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นไปโดยอัตโนมัติ การบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามเส้นที่ลากไว้มีหลายวิธี ถ้าเป็นระบบที่ซับซ้อนมีลักษณะการบังคับอัตโนมัติหลายอย่างก็จะมีราคาสูง แต่การใช้สัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับมาควบคุมระบบการเคลื่อนที่โดยตรงเป็นวิธีการที่สะดวกในการใช้งาน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1) สามารถเดินตามเส้นทางที่กำหนดได้โดยกำหนดเป็นเส้นสีขาว พื้นสีเขียว โดยเส้นต้องมีความกว้าง 2.5 cm.

2) สามารถเดินด้วยความเร็วประมาณ 6 เมตร ต่อ 1 นาที

เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับ เซนเซอร์,มอเตอร์กระแสตรง,ไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับแผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น แบบของวงจรที่ใช้ในการควบคุม โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลองของวงจร ขับมอเตอร์และการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้ากับตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพหุ่นยนต์ต้นแบบ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ ที่ใช้ในงานแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการและการทำงานของ เซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์กระแสตรง

2.2 ความเป็นมาของเซ็นเซอร์

2.2.1 ความสำคัญของการวัดและการควบคุม

วัตถุประสงค์ของการวัดและการควบคุมมีความสำคัญดังนี้

1.การวัดเป็นการแสดงตัวแปรซึ่งเป็นรายละเอียดของระบบ หน้าที่ที่สำคัญอย่างหนึ่งของระบบการวัดคือการแสดงตัวแปรหรือรายละเอียด ของระบบหรือกระบวนการ อาจจะอยู่ในรูปของการบอกค่าที่แสดงให้เห็น เก็บค่าไว้บันทึก หรือแสดงค่าแล้วส่งเป็นสัญญาณที่เหมาะสมไปยังอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องการในระบบ ในความเป็นจริงค่าในสภาวะของระบบพื้นฐานของการปฏิบัติงานจะมีใช้กันอย่างกว้างขวาง

2.เพื่อควบคุมความแน่นอนในการปฏิบัติงานหรือกระบวนการระบบดังกล่าวอยู่ในระบบการควบคุมอัตโนมัติซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบรวมในการควบคุมดังกล่าวจะทำหน้าที่ปรับกระบวนการเพื่อให้ระบบเข้าสู่เซ็ตพอยต์ (เป้าหมาย) หรือเปลี่ยนไปตามโปรแกรมที่เซ็ตไว้

หลักการของการวัดคือเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าที่ต้องการจะปฏิบัติงานเราพบว่าความแน่นอนในการวัดตัวแปรทางกายภาพใดๆในกระบวนการหรือการปฏิบัติงานจะเกี่ยวพันธ์กับระบบของการวัดและอุปกรณ์วัดค่าโดยตรงเช่นเทอร์โมสแตจ ที่อยู่ในตู้เย็นจัดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิในช่วงเวลาที่เราต้องการ ความแน่นอนของอุณหภูมิที่ได้จะขึ้นอยู่กับเทอร์โมสแตจที่ทำการวัดโดยทั่วไประบบการควบคุมอัตโนมัติใช้ในการอุตสาหกรรมมากมาย ตัวแปรทางกายภาพที่เราวัดและควบคุมอาจจะเป็นความดัน อัตราการไหลและตัวแปรอื่นๆนอกจากนี้เราก็ยังพบในระบบการควบคุมซึ่งใช้ปรัชญาการควบคุมสมัยใหม่ เช่นงานควบคุมการบินของเครื่องบิน การควบคุมพื้นที่ของท่าอากาศยาน ระบบนำวิถีของจรวดมิสไซน์ ระบบการนำทางของเรดาร์เป็นต้น

3.การจำลองสภาพของระบบ ในบางครั้งจำเป็นจะต้องทำการจำลองระบบการทดลอง เนื่องจากการทดลองโดยใช้ของจริงนั้นอาจมีความยุ่งยากและสลับซับซ้อน ในการหาสภาพใกล้เคียงกับพฤติกรรมของระบบจริงภายใต้การควบคุมสภาพจริงที่เกิดขึ้นจริงซึ่งโดยทั่วไปเราจะใช้โมเดลแทนสเกลของจริง เช่นการวิเคราะห์มิติเพื่อทำการแปลงผลการทดลองจากโมเดลเป็นต้นแบบ ในงานอากาศพลวัตรซึ่งจะต้องการทดลอง ยก ดึง หรือทำอย่างหนึ่งอย่างใดที่ใกล้เคียงกับงานจริงกับวัตถุที่ทดสอบเพื่อหาโมเดลของการควบคุม หรือการดูผลจากกระแสลมในอุโมงค์ลมที่จำลองสภาพการไหลเวียนของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.เพื่อการทดลองเพื่อศึกษาการออกแบบโดยปกติทั่วไปในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆนั้น จะต้องมีการลองผิดลองถูก ในการลองผิดลองถูกนั้นต้องอ้างอิงจากความสัมพันธ์วิเคราะห์ ข้อมูลจากเครื่องมือ มาตรฐานการปฏิบัติมาในครั้งก่อนๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ โดยใช้สมการการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในงานลักษณะนี้ บางครั้งจึงต้องทำการทดลองศึกษาออกแบบวิธีใหม่ๆ เพื่อรองรับและพัฒนางานแบบใหม่ๆ ตัวอย่างเช่นทีมงานออกแบบที่มีประสบการณ์ในการออกแบบเครื่องบินซึ่งต้องกำหนดจำนวนปีของประสบการณ์ในต้นแบบของเครื่องบิน ที่ต้นแบบนี้กำหนดได้จากการทดสอบผลการบินหาตัวแปรในการปฏิบัติงานหลายๆตัว หลังจากนั้นจึงทดสอบข้อมูลของต้นแบบเพื่อแก้ไขสูตรการออกแบบและปรับปรุงต้นแบบที่จะผลิต ดังนั้นการศึกษาทดลองการออกแบบ จึงมีบทบาทสำคัญในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือระบบใหม่ๆ

5.เพื่อใช้ในการปรับกระบวนการ มีตัวปฏิบัติงานหลายตัวที่ใช้ในการปรับกระบวนการเช่น ตัวบวกสัญญาณ ตัวลบสัญญาณ ตัวคูณสัญญาณ ตัวหารสัญญาณ ตัวดิฟเฟอเรนเชียลสัญญาณ ตัวรวมสัญญาณ ตัวปรับสภาพสัญญาณให้เป็นเชิงเส้น ตัวสุ่มสัญญาณ ตัวเฉลี่ยสัญญาณ ตัวควบคุมอัตราส่วนเป็นต้น

6.เพื่อทดสอบวัสดุ รักษามาตรฐาน และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ในหลายๆประเทศจะมีองค์กรมาตรฐานที่กำหนดมาตรฐานของวัสดุและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานการวัดและการทดสอบ องค์การดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดมาตรฐานเพื่อยืนยันความถูกต้องให้แก่ผู้บริโภค

7.เพื่อยืนยันปรากฏการทางฟิสิกส์/ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ บ่อยครั้งที่การทดลองข้อมูลจะเป็นการสร้างหรือกำเนิดปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ใหม่ๆ เช่นการวางหลักการความฝืด ซึ่งเป็นค่าความฝืดระหว่างผิวแห้งสองผิวโดยค่า ดังกล่าวจะแปรผันตรงกับปฏิกิริยาปกติและเป็นอิสระต่อพื้นที่ของผิวสัมผัสจากการทดลองนี้ต่อมาภายหลังก็รู้จักกันในนามของ “กฎแรงเสียดทานของคูลอมป์” ในความเป็นจริงนักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรรมจะเป็นคนทดลองและสังเกตพฤติกรรมของระบบที่ทดลองจึงจำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบการทดสอบและสรุปความสัมพันธ์ดังกล่าว

8.เพื่อควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรม การควบคุมจะการทดสอบผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องหลักการนี้จัดเป็นการควบคุมมวลผลิตภัณฑ์รวม (mass product) ที่สามารถจะตรวจสอบความบกพร่องของการผลิตทั้งหมดได้หากพบว่า มีส่วนประกอบใดที่ไม่สมบูรณ์ก็จะถูกส่งคืนลำดับการผลิตที่ผ่านมาจากลำดับแรกๆการแก้ไขดังกล่าวจัดเป็นการปรับปรุงความน่าเชื่อถือของการผลิต

2.2.2 ระบบการวัดประกอบด้วยอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่พื้นฐาน

เป็นอุปกรณ์หลักๆ ในระบบทำงานที่เป็นอุปกรณ์พื้นฐานของระบบการวัดค่าทั้งหมด อันประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานสดิวเซอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวแปรอินพุตที่ต้องการให้ไปอยู่ใน รูปของสัญญาณอื่นที่ใช้งานได้สะดวกกว่า

ตัวปรับสภาพสัญญาณหรืออุปกรณ์ปรับแต่งตัวกลาง ใช้สำหรับปรับสภาพสัญญาณทางด้านเอาท์พุตของทรานสดิวเซอร์ ให้ไปอยู่ในรูปของสัญญาณอื่นที่เหมาะสม อาจแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณมาตรฐานสำหรับระบบการควบคุมอัตโนมัติ

อุปกรณ์แสดงข้อมูลของสัญญาณ ใช้สำหรับแสดงรายละเอียดของตัวแปรที่จะวัดค่า ให้อยู่ในรูปของจำนวนที่เข้าใจ

2. อุปกรณ์เสริม อยู่รวมกับระบบการวัดค่าที่สร้างขึ้นโดยจะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดงาน ธรรมชาติของเทคนิคในการเป็นต้น โดยหลักๆจะประกอบไปด้วย

อุปกรณ์สอบเทียบ เพื่อทำการสอบเทียบอุปกรณ์ให้ทำงานถูกต้องเสมอ

แหล่งจ่ายกำลังงานภายนอก เพื่อทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้

อุปกรณ์ป้อนกลับ ทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางกายภาพที่วัดได้โดยอุปกรณ์ป้อนกลับนี่อาจเป็นโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ปรับสมดุลด้วยตัวเอง หรือวงจรวีสโตนบริดจ์เพื่อทำให้มันปรับสภาพตัวเองโดยอัติโนมัติ

เซ็นเซอร์ หรือ ระบบประสาทการรับรู้ จะทำหน้าที่ในการรับส่งสัณญาณซึ่งมีหลายประเภทเช่น ตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุ อุณหภูมิ การไหลของเหลว ตรวจวัดค่าความดัน การไหลของลม ตรวจจับแสง ตรวจจับสี ตรวจจับนับชิ้นงาน เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณแบบอนาลอกหรือดิจิตอล ไปยัง PLC Computer หรืออุปกรณ์ควบคุม ให้ทำงานต่อไป

2.2.3 มาตรฐานการวัด

มาตรฐานนานาชาติ (International Standards) มาตรฐานนานาชาตินี้ ใช้เพื่อกำหนดการออกแบบโครงสร้าง ซึ่งหลักเกณฑ์นี้ กำหนดโดยการประชุมนานาชาติ ที่กำหนดหน่วยการวัดจำนวนทางกายภาพหลายๆ ค่าซึ่งมีความแม่นยำสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงสุดสำหรับการสร้างและการวัด มาตรฐานนี้จะถูกกำหนดไว้โดย International Bureau of Weighr and Measres ที่กรุง Sevres ประเทศฝรั่งเศส

มาตรฐานขั้นปฐมภูมิ (Primary Standards) มาตรฐานขั้นปฐมภูมินี้อุปกรณ์จะถูกรักษาไว้โดยองค์กรมาตรฐานหรือห้องทดลองนานาชาติซึ่งอยู่ในแต่ละส่วนของโลก ซึ่งอุปกรณ์นี้จะมีมาตรฐานประจำตัวอยู่และถือว่าอุปกรณ์ดังกล่าวนั้นเป็นที่มาของจำนวนซึ่งมีความมาตรฐานต่างๆ ที่จะทำการทดสอบและสามารถจะถูกสอบเทียบไว้โดยอิสระอย่างสมบูรณ์หน้าที่หลักของมาตรฐานนี้คือการรักษามาตรฐานขั้นปฐมภูมิที่ใช้ในการสอบเทียบหรือการตรวจสอบและการรอรับมาตรฐานขั้นทุติยภูมิซึ่งลักษณะเหมือนกับมาตรฐานนานาชาติคือไม่ง่ายนักที่ผู้ใช้โดยทั่วไปใช้มาตรฐานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานทุติภูมิ (Secondary Standards) มาตรฐานขั้นทุติยภูมินี้เป็นมาตรฐานพื้นฐานทั่วไปที่ใช้ในการอ้างอิงโดยถูกใช้สำหรับการวัดในห้องทดลองทางอุตสาหกรรม มาตรฐานนี้จะถูกรักษาโดยห้องทดลองที่เกี่ยวข้อง หน้าที่ที่สำคัญ ของห้องทดลองทางอุตสาหกรรมคือรักษามาตรฐานซึ่งใช้เป็นช่วงการสอบเทียบมาตรฐานขั้นทุติยภูมินี้ไว้และจะนำไปสอบเทียบกับมาตรฐานขั้นปฐมภูมิของห้องทดลอง หรือองค์กรมาตรฐานนานาชาติเพื่อนยืนยันความถูกต้องตากำหนด

มาตรฐานในการทำงาน (Working Standards) มาตรฐานนี้มีความแน่นอนสูง ในทางพาณิชย์มาตรฐานในการทำงานนี้จะใช้กว้างขวางโดยทั่วไปโดยใช้สอบเทียบ เช่น ใช้สอบเทียบเครื่องมือในห้องทดลองใช้เพื่อเปรียบเทียบการวัดหรือจำนวนของชิ้นงานที่ผลิต

2.2.4 แสง

1. ประวัติของแสง

หลายศตวรรษมาแล้วที่มนุษย์ให้ความสนใจปรากฏการณ์ของแสง และได้พยายามศึกษาธรรมชาติของแสงในงานด้านโทรคมนาคมการปรากฏตัวของเส้นใยแสงทำให้สามารถส่งข่างสารโดยใช้แสงได้

ในสมัยโบราณได้พบพยานหลักฐานถึงความสนใจของประชาชนที่เกี่ยวกับแสงได้ในถ้ำต่างๆ นักปราชญ์ชาวกรีกมีความสนใจในเรื่องของแสงด้วยเหมือนกันและ Euclid ได้สังเกตว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง อย่างไรก็ตามความจริงแล้วนักวิทยาศาสตร์เพิ่งเริ่มศึกษาเกี่ยวกับแสงในศตวรรษที่ 17 นี้เอง

DESCARTES ได้ยืนยันเกี่ยวกับแสงไว้อย่างชัดเจนว่าเป็นสสารที่กระจัดกระจายซึ่งมากระทบกับนัยน์ตา และยังได้อธิบายถึงวิธีการสะท้อนกลับและการหักเหของแสงอีกด้วย

NEWTON ได้แสดงถึงลักษณะของแสงเมื่อแสงอาทิตย์ผ่านแท่งปริซึมทำให้เกิดสีรุ่ง HUYGENS ได้กำหนดทฤษฎีของคลื่น

ปลายศตวรรษที่ 19 MAXWELL ได้อธิบายเรื่องของแสงในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและ MICHESON ได้พิสูจน์ว่าความเร็วของแสงคงที่

แนวความคิดเหล่านี้เป็นรากฐานของทฤษฎีสัมพันธภาพของ EINSTEIN และ PLANCK ได้แสดงให้เห็นว่าแสงประกอบด้วยอนุภาคของพลังงาน ซึ่งขัดกับทฤษฎีของคลื่น ในปี 2467 LUIO DE BROGLIE ได้อธิบายลักษณะสองประการของแสงคือ เป็นคลื่น และ อนุภาค

2. การเปล่งแสงและการดูดกลืนแสงของการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กอะตอม

ในปี พ.ศ. 2452 RUTHERFORD ได้ใช้ความเข้าใจในเรื่องโครงสร้างของอะตอมเป็นแนวทางทดลอง และ ข้อสมมุติอันไม่ต้องพิสูจน์ BOHR และ SOMMERFORD ว่าวัตถุที่ล้อมรอบตัวเราเช่น ของแข็งของเหลวและก๊าซในรูปของอะตอมที่เชื่องโยงเข้าด้วยกันวิธีต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จุดศูนย์ของอะตอมคือ นิวเคลียสประกอบด้วยอนุภาคของสสารที่เรียกว่า นิวคลีออนส์ มี2ชนิดคือ

1. โปรตอนซึ่งเป็นประจุบวก จำนวนของโปรตอนของธาติแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่นนิวเคลียสของอะตอมไฮโดรเจนประกอบด้วยโปรตอน 1 ตัว อะตอมของยูเรเนียมโปรตอน 92 ตัวและอะตอมของฮีเลียมมีโปรตรอน 105 ตัว

2. นิวตรอน ซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า (ไม่มีประจุ)

รังสีอินฟาเรด

การค้นพบ

ต้นศตวรรษที่ 19 HERSCHEL นักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษได้ค้นพบว่าการแพร่กระจายของรังสีอินฟาเรดในขณะที่เขาพยายามที่จะสังเกตแสงอาทิตย์ผ่านกล้องจุลทรรศน์โดยใช้แผ่นกรองแสงสีดำเขาประหลาดใจที่รู้สึกว่าได้สัมผัสกับความร้อน เขาใช้เทอร์โมมิเตอร์ตรวจสอบโซลาร์สเป็กสตรัม (SOLAR SPECTRUM) ทั้งหมดและสังเกตพบว่าการแพร่กระจายของรังสีบางอย่างที่มองไม่เห็นด้วยนัยน์ตามีกำลังความร้อนผิดปกติ เขาได้เขียนรายงานถึง ROYAL SOCIWTY ในกรุงลอนดอน "SOLAR RADIATION IS AT LEAST PARTICALLY , IF I MAY USE THE EXPRESSION , INVISIBLE LIGHT" ครั้งแรกรีสีนี้เรียกรวมกันว่า รังสีอินฟาเรด แหล่งกำเนิดนี้ สสารที่อยู่ในลักษณะที่สั่นตลอดเวลา และที่อยู่รอบตัวจะแพร่กระจายรังสี-อินฟาเรด แหล่งกำเนิดที่รู้จักกันดีและเห็นได้ง่ายที่สุด คือ แสงอาทิตย์ หลอดไฟไอระเหยปรอทหรือจากธาตุซีเซียม หลอดไส้แสงสว่าง (คาร์บอนหรือทังสเตน)เป็นต้น

สสารที่อยู่ในลักษณะที่สั่นตลอดเวลาและที่อยู่รอบตัวเราแพร่กระจายรังสีอินฟาเรด แหล่งกำเนิดที่รู้จักกันดี

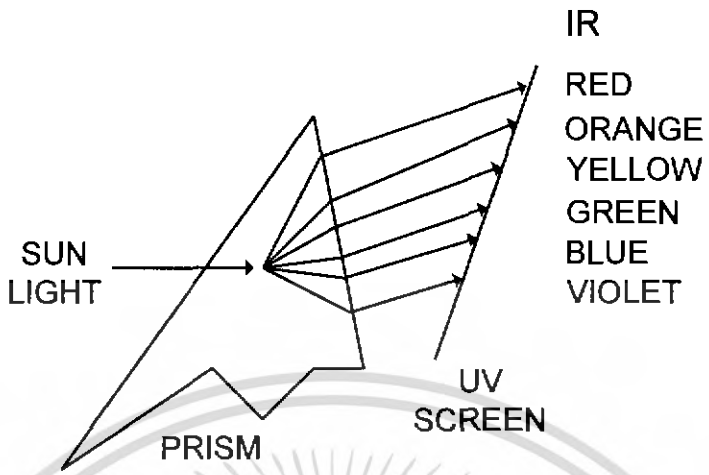
ส่วนใหญ่เลเซอร์จะปล่อยรังสีในแถบอินฟาเรด โดยเฉพาะกรณีของคาร์บอนไดออกไซด์เลเซอร์(+10 ไมโครเมตร) ที่ใช้ในศัลยกรรมทางการแพทย์ ตัวรับรังสีอินฟาเรดบางอย่างที่มีความไวมากสามารถตรวจพบแสงอินฟาเรดที่ไกลออกไป 100 กิโลเมตรได้ในชั้นบรรยากาศ

การส่งผ่านชั้นบรรยากาศ

เนื่องจากสีอินฟาเรดมีความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็นได้จึงมีการหักเหน้อยกว่าฉะนั้นอุปสรรคต่างๆ เช่น เมฆหมอกจึงมีผลน้อยกว่า จากเหตุนี้จึงได้มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในการถ่ายภาพทางอากาศ

ระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง เยอรมันได้ใช้เทเลโฟโต้เลนส์ซึ่งมีความยาวของจุดรวมแสง 30 เมตร เพื่อถ่ายภาพหน้าผาโดเวอร์ และสายอากาศรับ-ส่งของอังกฤษจากชายฝั่งทะเลของฝรั่งเศสด้วยแสงอินฟราเรด แม้จะมีหมอกจากทะเลซึ่งอาจทำให้มองไม่เห็น อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าโมเลกุลของไนโตรเจน และออกซิเจนในอากาศยอมให้แสงอินฟาเรดผ่านได้ตลอด แต่จะนำมาใช้กับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซค์ หรือไอน้ำไม่ได้ ซึ่งก๊าซที่กล่าวถึงไปแล้วนั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การกระจายของแสงอาทิตย์ที่ผ่านปริซึม

3. รังสีที่มองเห็นได้

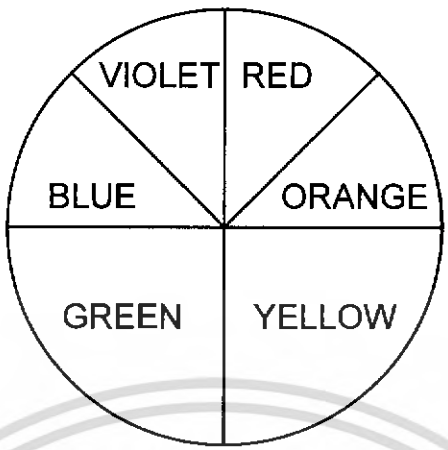
การทดลองของนิวตัน

การทดลองครั้งแรกของนิวตัน ประกอบด้วยการให้ลำแสงของแสงอาทิตย์ผ่านปริซึม หลักจากที่ได้มีการหักเหของแสงในปริซึมแล้วลำแสงพุ่งตรงไปยังจอสีขาวและจำปรากฏเป็นแถบสีรุ้ง

จากการวิเคราะห์แสงอาทิตย์โดยวิธีนี้เห็นได้ว่า ประกอบด้วยรังสีต่างๆ เป็นจำนวนมากมายโดยแต่ละรังสี จะมีความยาวคลื่น และสีของตัวเอง การแผ่รังสีแต่ละรังสีเรียกว่า โมโนโครเมติกเรดิเอชั่น (MONCHROMATIC RADIATION) แถบของการแผ่รังสีซึ่งนัยน์ตาของเรารับได้เริ่มจากปลายสีแดงสุด (ความยาวคลื่น 0.75 ไมโครเมตร) ที่ปลายแต่ละด้านของแถบแสงที่มองเห็นได้คือ แสงอินฟาเรดและแสงอุลตราไวโอเล็ท ซึ่งเป็นแสงที่มองไม่เห็น

แสงสีแดง	หมายถึงความยาวคลื่นสีแดง	0.65 ไมโครเมตร
แสงสีส้ม	หมายถึงความยาวคลื่นสีส้ม	0.60 ไมโครเมตร
แสงสิเหลือง	หมายถึงความยาวคลื่นสีเหลือง	0.58 ไมโครเมตร
แสงสีเขียว	หมายถึงความยาวคลื่นสีเขียว	0.53 ไมโครเมตร
แสงสีน้ำเงิน	หมายถึงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน	0.47 ไมโครเมตร
แสงสีม่วง	หมายถึงความยาวคลื่นสีม่วง	0.41 ไมโครเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การสังเคราะห์แสงโดยการหมุนแผ่นกลม

การนำเอาสีคราม เข้ามารวมในแถบสีนี้เป็น ความผิดพลาดอย่างหนึ่ง สีคราม เป็นสีที่ได้อย่างการสังเคราะห์ โดย การผสมสีน้ำเงินกับสีเทา เข้าด้วยกัน ภายหลังจากการวิเคราะห์ แสงอาทิตย์เข้าไปยังองค์ประกอบของมัน ที่แผ่กระจายออกไป นิวตันไปพยายามอ้างเหตุผลสรุปโดยตรง จากสมมุติฐานและกฎเกณฑ์ที่มีอยู่จากแสงอาทิตย์ เขาได้ทาสีลงบนแผ่นกระดาษแข็งกลมด้วยแถบสีดังในรูป เมื่อหมุนแผ่นกระดาษกลมด้วยความเร็ว นิวตันได้สังเกตุ จากผลได้รับคือ มีสีเพิ่มขึ้นมาจากภาพลวงตาของแสงที่เห็นปรากฏว่าแผ่นกระดาษกลมนั้นเป็นสีขาว เขาได้ประสบความสำเร็จในการสังเคราะห์แสงสีขาว

4. รังสีอุลตราไวโอเลต

การค้นพบ

หลังจากที่ค้นพบรังสีอินฟาเรดไม่นาน RITTER ได้สังเกตว่าผลึกของซิลเวอร์คลอไรด์ที่ถูกแสงอุลตราไวโอเล็ทใน โซลาร์ – สเปกตรัมจะกลายสภาพเป็นเงินคืนรูป รังสีนี้ได้ชื่อว่ารังสี "ซีมิคอล" (CHEMICAL) เนื่องจากผลของการแผ่รังสีของมันเส้นแบ่งเขตระหว่างแสงที่มองเห็นได้กับรังสีอุตราไวโอเล็ทขึ้นอยู่กับนักสังเกตการณ์แต่ละคน จะอยู่ที่ตำแหน่งของความยาวคลื่นประมาณ 0.4 ไมโครเมตรหรือ 4000 อามสตรอง

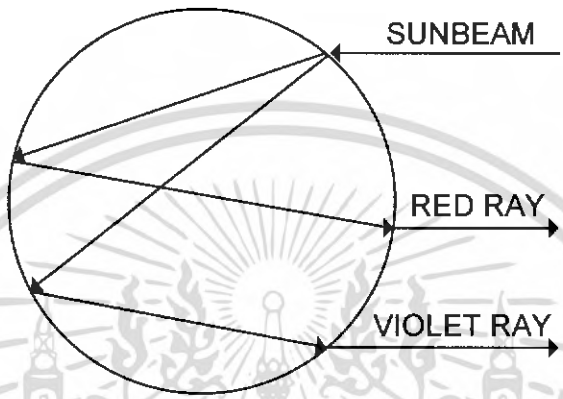
แหล่งกำเนิด

หลอดไฟฟ้าให้แสงอุลตราไวโอเล็ทน้อยมากในจำพวกแหล่งกำเนิดที่รู้จักกันที่ดีที่สุด คือหลอดไฟอาร์ค ซึ่งเปล่งแสงเมื่อไฟฟ้าคลายประจุคร่อมแท่งคาร์บอน หรือแท่งโลหะอิเล็กโถด ทั้งสองคายประจุเรืองแสง เช่น หลอดปรอท ไอระเหยที่มีความดันต่ำ หลอดไฮโดรเจน และหลอดนีออน แหล่งกำเนิดที่สำคัญที่สุดของแสงอุลตราไวโอเลท คือ ดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สีรุ้ง

นิวตันเป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่พบความหมายสีรุ้งเมื่อดวงอาทิตย์ฉายแสงหลังฝนตกหยดน้ำในชั้นบรรยากาศแสดงตัวปริซึมรังสี ที่เกิดจากการหักเหจากหยดน้ำแต่ละหยดที่มุมต่างๆ กัน และสังเกตการณ์สามารถเห็นรังสีได้เพียงรังสีเดียวที่ตรงกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ หยดน้ำ และนัยน์ตาเท่านั้น



รูปที่ 2.3 การกระจายแสงจากหยดน้ำที่ทำให้เกิดผลของสีรุ้ง

2.2.5 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical Sensor)

ในงานบางลักษณะที่เราต้องการตรวจจับชิ้นงานที่มีระยะห่างจากตัวเซนเซอร์ค่อนข้างมากซึ่งอาจมีค่าเป็นเมตร ถามว่าแล้วควรใช้เซนเซอร์ชนิดไหนดี แนวทางหนึ่งก็คือการใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงตรวจจับ หากถามต่อว่าแล้วเซนเซอร์ทั้ง 2แบบที่มา คือ แบบเหนี่ยวนำและชนิดเก็บประจะไม่สามรถใช้ได้หรือ คำตอบก็คือเซนเซอร์ทั้ง 2 แบบที่ผ่านมา คือแบบที่ผ่านมาระยะการตรวจจับสูงสุดประมาณ 50 มิลลิเมตรหรืออย่างมากไม่เกิน 100 มิลลิเมตร หากต้องการระยะการตรวจจับที่มีมากกว่านี้ก็จะทำให้มีขนาดที่ใหญ่ เพื่อทำให้สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นอาจจะส่งผลกระทบกับ ระบบอื่นๆได้นอกจากนี้ยังรวมไปถึงปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์

นอกจากมีคุณลักษณะเด่นในเรื่องของระยะการตรวจจับที่ระยะไกลแล้ว เซนเซอร์แบบนี้ยังมีข้อดีอยู่อีกหลายประการด้วยกัน คือ สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท ความเร็วในการตรวจจับสูง มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ นอกจากนี้ยังสามรถตรวจจับวัตถุในบริเวณที่เซนเซอร์แบบทั่วไปไม่สามารถใช้งานได้ เช่น บริเวณที่มีเนื้อที่ติดตั้งจำกัด บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ชิ้นงานมีขนาดเล็กเป็นต้น

1. ชนิดของตัวรับแสงและส่งแสง

เซนเซอร์ชนิดใช้แสงประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ตัวส่งแสงและตัวรับแสง ลักษณะการตรวจจับนั้นเกิดขึ้นจากการที่ลำแสงจากตัวส่งส่งไปสะท้อนกับวัตถุ หรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ และมีผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้น โดยจะเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณเอาต์พุตเอนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวรับแสง จะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า โฟโต้ไดโอด หรือ โฟโต้ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวรับแสงและแปลงสัญญาณทางไฟฟ้า

- ตัวกำเนิดแสง มีหลายประเภทด้วยกัน คือ

- หลอดแบบมีไส้ เป็นเซนเซอร์รุ่นเก่าที่เคยใช้กัน มีข้อเสียตรงที่ขาดง่ายและมีขนาดค่อนข้างใหญ่ใช้พลังงานมาก ซึ่งปัจจุบันก็ยังพอมีใช้อยู่ โดยใช้กับงานเฉพาะอย่าง

- หลอด LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์กำเนิดแสงที่มีขนาดเล็ก มีความทนทานสูง นิยมใช้กันมากในเซนเซอร์รุ่นใหม่

- LED แบบแสงอินฟาเรด จะเป็นแสงอินฟราเรด ที่มีคามยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910 ถึง 950 นาโนเมตร มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ให้ความเข้มของแสงสูงจึงส่งไปได้เป็นระยะทางไกลและสามารถส่งทะลุวัตถุบางชนิดได้ แต่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้

- LED แบบแสงสีแดง เป็นแสงที่ตามองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 660 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงปานกลาง เซนเซอร์ที่ใช้แสงสีแดง จะสามารถตรวจจับเครื่องหมาย (mark) สีดำ น้ำเงิน หรือเขียว บนพื้นสีขาวได้

- LED แบบแสงสีเขียว เป็นแสงที่ตามองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 560 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงต่ำ เซนเซอร์ที่ใช้แสงสีเขียว จะมีระยะการตรวจจับใกล้ แต่สามารถตรวจจับเครื่องหมาย (mark) สีแดง บนพื้นสีขาวได้

- LED แบบแสงเลเซอร์ แสงเลเซอร์ เป็นแสงที่ถูกขยายโดยการกระตุ้นให้แผ่รังสีออก โดยปกติแล้วแสงที่เราเห็นทั่วๆ ไปไม่ว่าจะเป็นแสงจากหลอดไฟ แสงจากดวงอาทิตย์ จะเป็นแสงที่กระจายออกมารอบจุดกำเนิด มีหลายความถี่หรือหลายสี แต่เลเซอร์จะมีคุณสมบัติให้แสงเดียว มีสีเดียวและเฟสเดียว ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้แสงเลเซอร์เป็นแสงที่มีความเข้มสูง แสงเลเซอร์จะมีความยาวเข้มสูง แสงเลเซอร์จะมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.01 มิลลิเมตร หรืออยู่ในความถี่ช่วงประมาณ 10^{13} ถึง 10^{15} เฮิรตซ์ ปกติทั่วไปแล้วจะเป็นลำแสงสีแดง

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียตามชนิดแสง

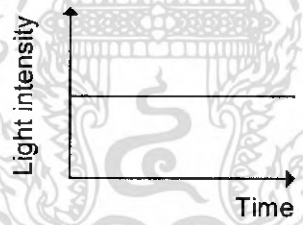
แหล่งกำเนิดแสง	ข้อดี	ข้อเสีย
- แสงอินฟราเรด	- ระยะการตรวจจับไกล - ต้านทานต่อแสงรบกวน	- ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้
- แสงสีแดง	- ระยะการตรวจจับอยู่ในระหว่างแสงอินฟราเรดกับแสงสีเขียว - สามารถตรวจจับเครื่องหมายสีดำ น้ำเงิน	- แสงจากภายนอกรบกวนได้ง่าย - เครื่องหมายสีแดงบนพื้นสีขาวไม่สามารถตรวจจับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หรือสีเขียวบนพื้นสีขาวได้ - ตามองเห็น	
- แสงสีเขียว	- สามารถตรวจจับเครื่องหมายสีแดงบนพื้นขาวได้ - ตามองเห็น	- ระยะการตรวจจับสั้นที่สุด - ไม่สามารถตรวจจับเครื่องหมายสีเขียวได้
- แสงสีขาว	- แยกแยะความแตกต่างของสีได้เกือบทุกสี	- แสงจากภายนอกรบกวนการทำงานได้ง่าย - อายุการใช้งานของหลอดไฟมีขีดจำกัด
- แสงเลเซอร์	- ระยะการตรวจจับไกลสุด - สามารถตรวจจับชิ้นงานหรือวัตถุเล็กๆ ได้	- เป็นอันตรายต่อสายตา

2. เทคนิคในการรับส่งลำแสง

วิธีการรับส่งแบบทั่วไป

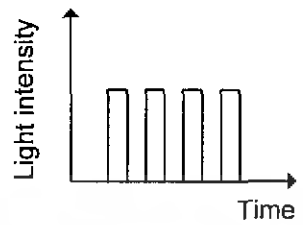


รูปที่ 2.4 วิธีการรับส่งแบบทั่วไป

เป็นวิธีที่ตัวส่งแสงส่งลำแสงไปอย่างต่อเนื่องเป็นปกติ เหมือนกับแสงตามธรรมชาติ วิธีนี้ระยะการตรวจจับจะไม่ไกลนักและอาจจะถูกแสงจากภายนอกรบกวนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการรับส่งแบบพัลส์



รูปที่ 2.5 วิธีการรับส่งแบบพัลส์

เป็นวิธีที่ตัวส่งแสง จะส่งสำแสงเป็นจังหวะที่สม่ำเสมอด้วยอัตราความถี่ที่สูง และที่ส่วนของตัวรับก็จะถูกออกแบบมาสำหรับรับสัญญาณแสงนี้โดยเฉพาะ ด้วยวิธีนี้จะทำให้ระยะการตรวจจับทำได้ไกลและต้านทานต่อแสงรบกวนจากภายนอก

3. โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งลำแสง

โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งแสงโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ แสดงดังรูป 2.8 คือประกอบด้วย

1.วงจรกำเนิดคลื่นหรือพัลส์ความถี่สูง

2.แหล่งกำเนิดแสง ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ LED

3.อุปกรณ์รับแสง โดยส่วนมากจะใช้โฟโต้ไดโอด หรือโฟโต้ทรานซิสเตอร์

4.อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (preamplifier)

5.อุปกรณ์เปรียบเทียบสัญญาณจากแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่ และสัญญาณจากตัวรับแสง (logic operation)

6.อุปกรณ์แยกแยะสัญญาณให้ทำงานหรือไม่ทำงาน

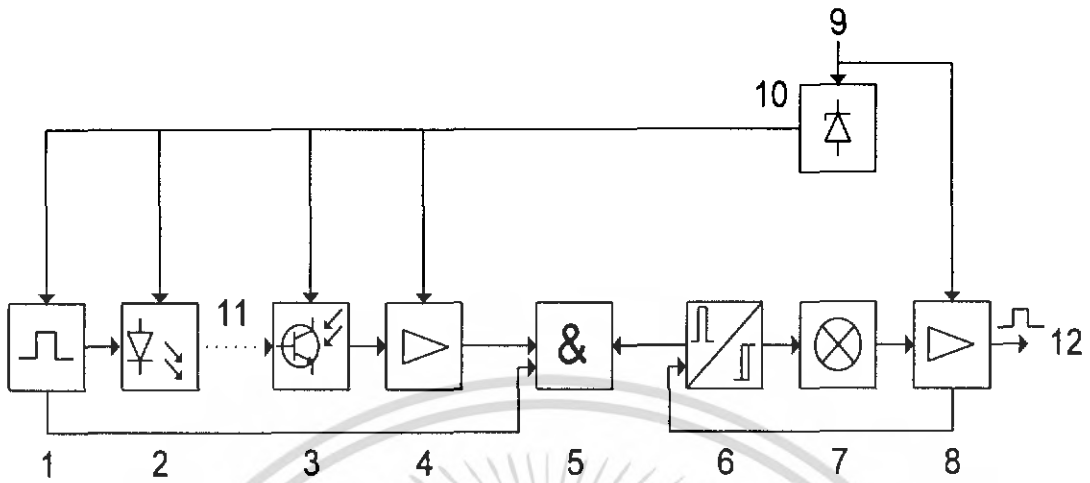
7.หลอดไฟแสดงการทำงาน

8.เอาต์พุตและวงจรป้องกัน

9.แหล่งจ่ายแรงดันจากภายนอก

10.วงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

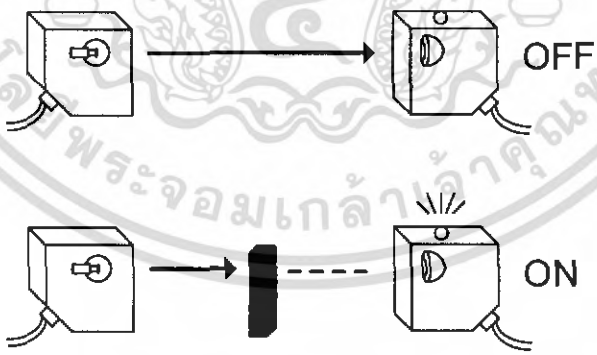


รูปที่ 2.6 โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งลำแสง

เซนเซอร์ชนิดใช้แสงที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นหากแบ่งตามวิธีการตรวจจับแบ่งออกได้เป็น3กลุ่ม ด้วยกันซึ่งทั้งนี้ตัวส่งและตัวรับแสงอาจจะอยู่รวมภายในห้องเดียวกันหรือแยกกันอยู่คนละที่ก็ได้

4. เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด (Through-beam Sensor)

เซนเซอร์แบบนี้จะแยกตัวส่งและตัวรับสัญญาณออกจากกันและให้วัตถุที่ต้องการตรวจจับเคลื่อน-ผ่านระหว่างกลาง



รูปที่ 2.7 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด

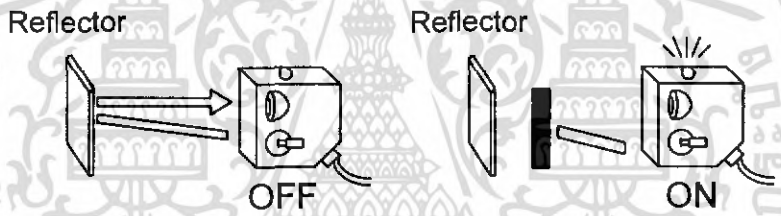
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด

ข้อดี	ข้อเสีย
- ระยะการตรวจจับไกล - ความแม่นยำค่อนข้างสูง - สีและผิวของวัตถุไม่มีผลกระทบต่อการงาน	- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้ง - ต้องจ่ายไฟทั้งตัวส่งและตัวรับ - ไม่สามารถตรวจจับวัตถุโปร่งใสได้

5. เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านสะท้อนกลับ (Retro-Reflective Sensor)

เซนเซอร์ประเภทนี้จะรวมตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสงไว้ภายในตัวเดียวกัน และใช้แผ่นสะท้อนแสง (reflector) สะท้อนแสงกลับ



รูปที่ 2.8 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านสะท้อนกลับ

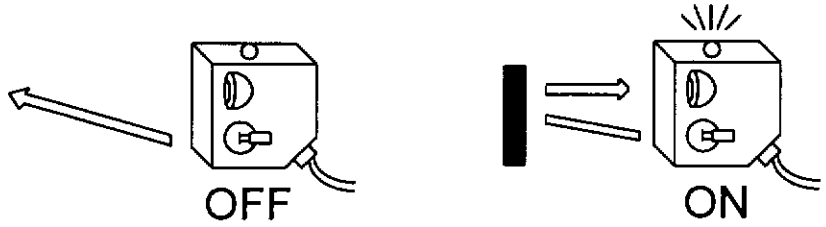
ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ

ข้อดี	ข้อเสีย
- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อยกว่าแบบลำแสงตลอด - ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและเดินสายไฟต่ำกว่า - การปรับแต่งทำได้ง่าย	- จำเป็นต้องใช้แผ่นสะท้อนแสงแบบพิเศษ - ความแม่นยำในการตรวจจับน้อยกว่าแบบลำแสงผ่านตลอด - อาจมีปัญหาในกรณีตรวจจับวัตถุที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงใกล้เคียงกับแผ่นสะท้อนแสง

6. เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง (Diffuse-Reflective Sensor)

เซนเซอร์ประเภทนี้ ตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสงจะอยู่ภายในตัวเดียวกัน แล้วใช้วัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นตัวสะท้อนแสงกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง

ข้อดี	ข้อเสีย
- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย - ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและเดินสายต่ำ - ไม่ต้องมีการปรับแต่งทิศทางลำแสง	- ระยะการตรวจจับน้อยกว่าทั้งสองแบบที่ผ่านมา - ความสามารถในการตรวจจับขึ้นอยู่กับสีและสัมประสิทธิ์ในการสะท้อนแสงที่ผิวของวัตถุหรือชิ้นงาน

เซนเซอร์แบบนี้ ระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะขันอยู่กับคุณสมบัติของตัวชิ้นงาน และตารางต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างของค่าตัวคูณประกอบ (factor) ของเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรงในการตรวจจับชิ้นงานประเภทต่างๆ

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างของค่าตัวคูณประกอบ (factor) ของเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง

ชนิดของวัตถุ	ค่าตัวคูณประกอบ (factor)
- กระดาษแข็งสีขาว	1.0
- โพลีสธีลีนสีขาว	1.0 ... 1.2
- โลหะที่สะท้อนแสงได้	1.2 ... 2.0
- ไม้หยาบ	0.4 ... 0.8
- ฝ้ายสีขาว	0.5 ... 0.8
- กระดาษแข็งสีดำ	0.1
- กระดาษแข็งสีดำสะท้อนแสงได้	0.3
- PVC สีเทา	0.4 ... 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมกับงาน

ขนาดรูปร่างของวัตถุที่จะตรวจจับ

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด ขนาดเล็กสุดของวัตถุที่เซนเซอร์ประเภทนี้สามารถตรวจจับได้นั้น ประมาณว่ามีค่าใกล้เคียงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ที่ติดอยู่ที่ด้านหน้าตัวเซนเซอร์นั้น แต่ถ้าจำเป็นต้องการตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่า ก็อาจจะต้องใช้หน้ากากบังลำแสงช่วย แต่ก็จะมีผลทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลง

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง ให้ระมัดระวังเกี่ยวกับย่านตรวจจับของเซนเซอร์แบบนี้ เพราะมันจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของวัตถุที่ถูกตรวจจับ ถ้าเลื่อนเซนเซอร์เข้าไปใกล้ตัววัตถุมากขึ้นหรือปรับความไวของเซนเซอร์ให้เพิ่มขึ้น จะทำให้เซนเซอร์นั้นสามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กลงได้ แต่อย่างไรก็ตามต้องระวังไม่ให้เซนเซอร์ตรวจจับฉากหลังของวัตถุได้

ชนิดของวัตถุที่จะตรวจจับ

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด ใช้กับวัตถุได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นวัตถุโปร่งใส เช่น พลาสติก กระจกใส ขวดใส เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงวัตถุที่มีลักษณะเป็นโครงแสงลอดผ่านได้

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง ตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นวัตถุนั้นดูดซับแสงได้ เช่น วัตถุสีดำด้าน หรือวัตถุที่มีผิวขรุขระ หรือวางเป็นมุมเอียง เพราะบางทีอาจจะทำให้ลำแสงจากตัวส่งส่งไปกระทบกับวัตถุแล้วแสงจะหักเหไม่สะท้อนกลับมายังตัวรับแสงได้

สีและผิวของวัตถุที่จะตรวจจับ

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด ความสามารถในการตรวจจับไม่ขึ้นอยู่กับสีผิวของวัตถุที่จะตรวจจับ

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง ถ้าวัตถุที่ตรวจจับนั้นสะท้อนแสงได้ไม่ดีมีสีดำด้านหรือโปร่งใสมาก จะพิจารณาให้ดีในการเลือกใช้เซนเซอร์แบบนี้ เพราะวัตถุดังกล่าวจะทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลงหรืออาจตรวจจับไม่ได้เลยก็เป็นได้

ตำแหน่งที่ตรวจจับ

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด วัตถุจะถูกตรวจจับได้ ไม่ว่าจะตัดผ่านลำแสงในทิศทางหรือตำแหน่งระยะใดๆ ระหว่างตัวรับและตัวส่งแสง ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องห่วงใยมากนักในตำแหน่งของวัตถุที่ตัดผ่านลำแสง

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง ให้ระมัดระวังในการเลือกใช้เซนเซอร์แบบนี้เพราะพื้นที่ในการตรวจจับจะเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งระยะที่วัตถุนั้นเลื่อนเข้ามาสัมผัสลำแสง

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตรวจจับ

ปัจจุบันนี้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงส่วนใหญ่จะมีการตอบสนองได้เร็วถึง 1/1000 วินาที หรือ 1 มิลลิวินาที ทั้งนี้ก็เพื่อให้สามารถตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวเร็วได้ และในกรณีที่ต่อเซนเซอร์เข้ากับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

66713

ควบคุมแบบโปรแกรมได้ (PLC) หากสัญญาณที่เซนเซอร์ตรวจจับได้นั้นสั้นเกินไปจนอุปกรณ์ควบคุมรับไม่ทัน ให้ใช้เซนเซอร์รุ่นที่มีตัวตั้งเวลารวมอยู่ด้วย (timer แบบ off delay)

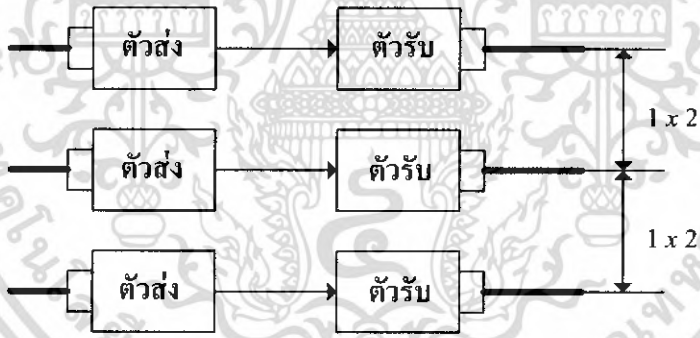
สภาพแวดล้อมในบริเวณที่จะใช้งาน

ควรเอาใจใส่การเลือกเซนเซอร์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่นละออง น้ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเซนเซอร์แต่ละรุ่นจะมีมาตรฐานในการป้องกันอยู่

ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ที่อยู่ใกล้เคียงกัน

ยิ่งระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ชนิดใช้แสงมีน้อยเพียงใด โอกาสที่เกิดการรบกวนกันก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น

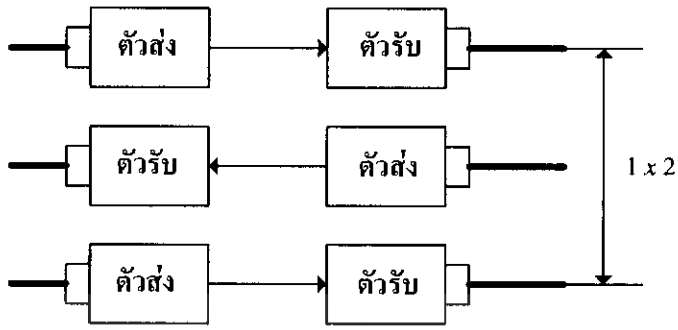
- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด ดังที่ทราบแล้วว่าเซนเซอร์แบบนี้นั้น ลำแสงจะวิ่งผ่านเลนส์จากตัวส่งมายังตัวรับ ลำแสงจากตัวส่งไม่ได้ถูกบีบเป็นลำตรงเข้ามายังตัวรับเสียเลยทีเดียว (ยกเว้น)หากเป็นแสงเลเซอร์) แต่มันจะกระจายออกเป็นมุมที่กว้าง ผลที่ตามมาก็คือ หากมีเซนเซอร์ตัวอื่นๆ ติดตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวก็อาจจะทำให้เกิดการรบกวนกันเองได้ เพื่อหลีกเลี่ยงเหตุการณ์ดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดระยะห่างระหว่างเซนเซอร์แต่ละชุดดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.10 ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ที่อยู่ใกล้เคียงกันแบบลำแสงผ่านตลอด

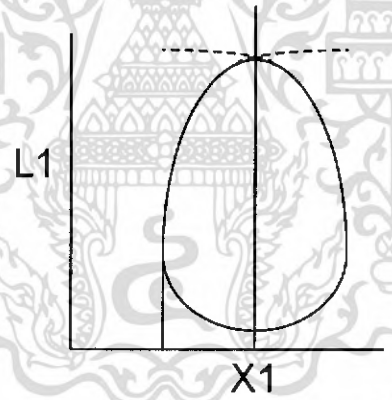
โดยที่ 1 เท่ากับรัศมีลำแสงของเซนเซอร์แต่ละรุ่นซึ่งสามารถดูได้จากช่องกราฟ (parallel deviation) ในคู่มือของเซนเซอร์ที่เลือกใช้ นอกจากนั้นอาจใช้วิธีการสลับตำแหน่งของตัวรับและตัวส่งของเซนเซอร์ชุดที่อยู่ติดกันเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนกันเองก็ได้ แสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 วิธีการสลับตำแหน่งของตัวรับและตัวส่งของเซนเซอร์

- กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแสง (characteristic curve) ของย่านการตรวจจับของเซนเซอร์รุ่นนั้นๆ เพื่อป้องกันไม่ให้มีการรบกวนกันเองได้ ในการพิจารณา (curve) จะต้องพิจารณาจากระยะ X1 และ L1 โดยจะต้องกำหนดให้เซนเซอร์ที่อยู่ใกล้กันต้องมีระยะห่างอย่างน้อย 2 เท่าของระยะ X1 ดูรูปที่ 2.14 ประกอบ



รูปที่ 2.12 ช่องกราฟ (parallel deviation)

เมื่อ X1 คือรัศมีของลำแสงตัดกันซึ่งดูได้จากช่องกราฟ (parallel deviation) ในคู่มือของเซนเซอร์แต่ละรุ่น และในกรณีที่ต้องติดตั้งเซนเซอร์ประเภทนี้หันหน้าเข้าหากัน ต้องพยายามให้แนวลำแสงของแต่ละตัวตัดกันเป็นมุม อย่าให้อยู่ในแนวเดียวกัน

การติดตั้งเซนเซอร์บนชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว โดยทั่วไปแล้วจะไม่นิยมติดตั้งเวนเซอร์ใช้แสงบนชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหว แต่ถ้าหากจำเป็นจริงๆ จะต้องพิจารณาดูให้แน่ใจว่าเมื่อติดตั้งไปแล้ว จะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อโครงสร้างของเซนเซอร์ ตลอดจนสายไฟที่เป็นส่วนสำคัญ โดยส่วนมากสายไฟของเซนเซอร์มักจะชำรุดหรือขาดตรงบริเวณที่สายไฟต่อกับเซนเซอร์ ดังนั้นจึงควรมีการยึดสายไฟบริเวณดังกล่าว ไม่ให้มี

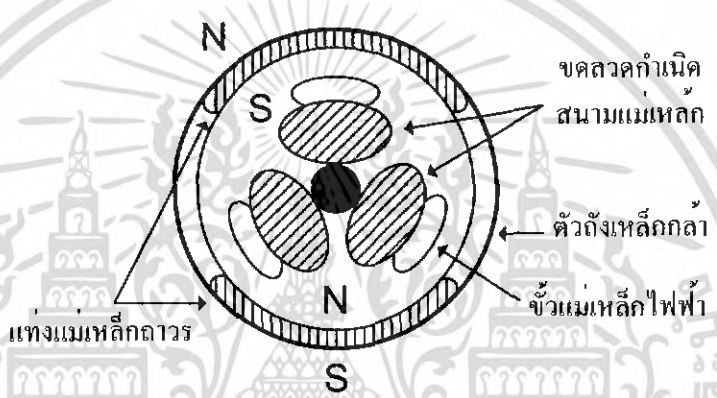
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนไหวโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการใช้สายใยแก้วที่มีการเคลื่อนไหวบ่อยๆ ควรจะใส่ปลอกป้องกันไว้เพื่อเพิ่มความแข็งแรง

2.3 มอเตอร์

2.3.1 มอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)

มอเตอร์กระแสตรงมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง

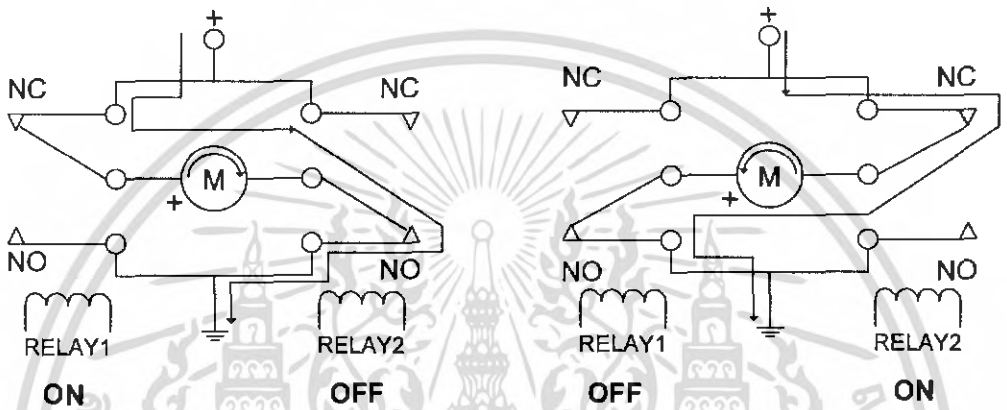
จากในรูปทางเดินของฟลั๊กซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลั๊กซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.3.2 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)

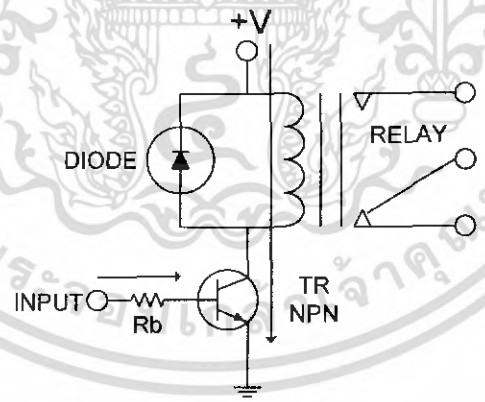
ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น จะต้องมีส่วนของวงจรที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตช์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่นทรานซิสเตอร์มอสเฟตแล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปเป็นการใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด-เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา



รูปที่ 2.14 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์

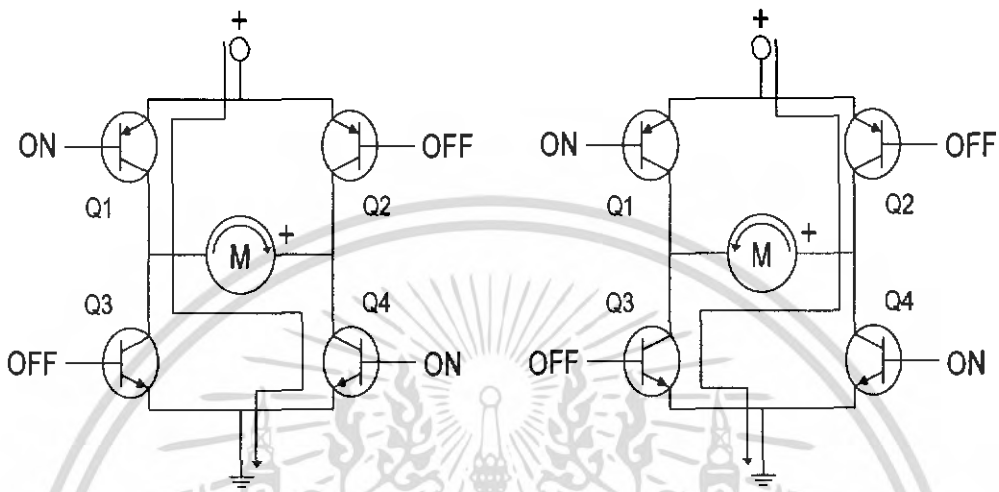


รูปที่ 2.15 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

จากรูปเป็นวงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นจึงต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้



รูปที่ 2.16 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

จากรูปเป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับและควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

2.3.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สถาปัตยกรรมและความเป็นมาของไมโครคอนโทรเลอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์กำเนิดขึ้นมาในช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 โดยเกิดจากการนำเทคโนโลยี 2 อย่างมาพัฒนาร่วมกัน ซึ่งก็คือเทคโนโลยีทางด้านดิจิตอลคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีทางด้านโซลิตสเตต (Solid State) ดิจิตอลคอมพิวเตอร์จะทำงานตามโปรแกรมที่เราป้อนเข้าไป โดยโปรแกรมเป็นตัวบอกดิจิตอลคอมพิวเตอร์ว่าจะทำการเคลื่อนย้ายและประมวลผลข้อมูลอย่างไร การที่จะทำงานได้นั้นก็ต้องมีวงจรคำนวณ หน่วยความจำ และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output) เป็นส่วนประกอบซึ่งรูปแบบในการนำสิ่งที่กล่าวมานี้รวมเข้าด้วยกันเราเรียกว่าสถาปัตยกรรม (Architecture) ไมโครโปรเซสเซอร์มีสถาปัตยกรรมคล้ายกับดิจิตอลคอมพิวเตอร์ หรือพูดอีกนัยหนึ่งได้ว่าไมโครโปรเซสเซอร์ก็เหมือนกับดิจิตอลคอมพิวเตอร์ เพราะสิ่งทั้งสองนี้ทำงานภายใต้การควบคุมของโปรแกรมเหมือนกัน ช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานทางด้านการทหาร ในช่วงกลางทศวรรษที่ 1940 ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในด้านวิทยาศาสตร์และธุรกิจ ในช่วงสงครามนี้ได้มีการศึกษาการทำงานของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูง (มีชื่อว่า วงจรแบบพัลส์) ที่ใช้ในเรดาร์ ทำให้เข้าใจดิจิตอลคอมพิวเตอร์มากขึ้น จนในปี ค.ศ. นักวิทยาศาสตร์ได้ประดิษฐ์ทรานซิสเตอร์ที่ทำจากโซลิดสเตต ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่งๆ จะมีวงจรต่างๆ อยู่มากมาย ในช่วงแรกวงจรต่างๆ จะสร้างขึ้นจากหลอดสูญญากาศ จึงทำให้ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ในช่วงแรกๆ มีขนาดใหญ่ และเนื่องจากหลอดสูญญากาศนี้เมื่อใช้งานนานๆ จะร้อน ดังนั้นจึงต้องติดตั้งระบบระบายความร้อนเข้าไปด้วย ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ที่ใช้หลอดสูญญากาศนี้มักเชื่อถือไม่ค่อยได้ เมื่อเทียบกับมาตรฐานของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน การใช้หลอดสูญญากาศนี้เป็นส่วนประกอบของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ทำให้ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ช่วงแรกมีราคาแพงและยากต่อการดูแลรักษา ข้อเสียต่างๆของหลอดสูญญากาศนี้ทำให้เราพัฒนาดิจิตอลคอมพิวเตอร์ในช่วงแรกไปได้ช้ามาก คอมพิวเตอร์ช่วงแรกๆ ยังไม่มีที่สำหรับเก็บโปรแกรม แต่จะมีที่ไว้สำหรับเก็บข้อมูลเท่านั้น ซึ่งในช่วงปลายทศวรรษที่ 1940 จนถึงต้นทศวรรษที่ 1950 การใช้งานคอมพิวเตอร์จะทำการโปรแกรมโดยวิธีที่เรียกว่า พาทช์คอร์ด โดยหน่วยความจำของเครื่องจะมีไว้สำหรับเก็บข้อมูลเท่านั้น คอมพิวเตอร์ในช่วงหลังๆ จะมีที่สำหรับเก็บโปรแกรม ซึ่งก็หมายความว่า ขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์จะถูกจัดเก็บอยู่ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ด้วย ในช่วงทศวรรษที่ 1950 ได้มีการค้นคว้าและทดลองใช้โซลิตสเตตอย่างจริงจังทำให้รู้จักสารกึ่งตัวนำมากขึ้น ในช่วง 1960 แนวทางการสร้างคอมพิวเตอร์จากโซลิดส-เตตได้แยกออกเป็น 2 ทาง คือการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ สามารถประมวลผลได้ทีละมากๆ และถูกนำไปใช้ทางด้านพาณิชย์และวิทยาศาสตร์ อีกแนวทางคือการสร้างคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กโดยมีขนาดเท่าโต๊ะเรียกว่ามินิคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถไม่เท่ากับเครื่องขนาดใหญ่แต่มีราคาสูงกว่า ในช่วงทศวรรษที่ 1960 ได้มีการนำทรานซิสเตอร์หลายตัวมาบรรจุลงในซิลิกอนเพียงตัวเดียว โดยทรานซิสเตอร์แต่ละตัวจะถูกเชื่อมต่อกันโดยขนาดเล็กเพื่อสร้างวงเป็นวงจรแบบต่างๆ เช่น เกต ฟลิปฟลอป วงจรที่สร้างจากเทคโนโลยีชนิดคอนดักเตอร์แบบใหม่นี้เรียกว่า ไอซี หลังจากที่วงจรคำนวณได้ถูกลดขนาดลงสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ก็ถูกลดขนาดลงด้วย โดยเหลือ IC เพียงบางตัว และเราเรียกว่าไมโครโปรเซสเซอร์ ชุดคำสั่ง ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครโปรเซสเซอร์จะมีขนาดเพิ่มขึ้น และมีความซับซ้อนมากขึ้นเมื่อจำนวนบิตของไมโครโปรเซตเซอร์เพิ่มขึ้น ในช่วง 1980 ได้มีการพัฒนาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งมีความสามารถในการติดต่อสื่อสารระบบนี้เรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์วิปเดี่ยว ซึ่งมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายไมโครโปรเซสเซอร์คืออะไร ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นวงจรที่มีโครงสร้างทางตรรกะคล้ายกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ของดิจิตอลคอมพิวเตอร์ ซึ่งโครงสร้างจะประกอบด้วย IC แบบ LSI ไมโครโปรเซสเซอร์มีวงจรที่ทำหน้าที่จัดข้อมูล และทำการคำนวณภายใต้การควบคุมของโปรแกรม เราจึงอาจเรียกไมโครโปรเซสเซอร์อีกอย่างว่าหน่วยประมวลผลข้อมูล จุดนี้เป็นจุดสำคัญที่จะบอกถึงความแตกต่างของไมโครโปรเซสเซอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ เราจะพบไมโครโปรเซสเซอร์ในสินค้าหลายชนิดแต่มันไม่สามารถทำงานตามลำพังได้ จะต้องมีวงจร อินพุต/เอาท์พุตที่เก็บข้อมูลที่เก็บโปรแกรมแหล่งจ่ายไฟเพื่อช่วยในการทำงาน ไมโครคอมพิวเตอร์คืออะไร ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นระบบคำนวณที่สมบูรณ์ โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นแกนกลางหรือ CPU นอกจากนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์ยังมีหน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุต/เอาท์พุต ระบบนี้ประกอบด้วย CPU การ์ด RAM การ์ดควบคุมการทำงานของดิสก์การ์ดจอภาพ ความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์คืออะไร ไมโครโปรเซสเซอร์เกือบทุกรุ่นจะทำจากซิปซิลิกอน คำว่าความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์หมายถึง ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลของมันมีวิธีการวัดความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์หลักๆอยู่ 3 วิธีด้วยกัน

1) การวัดความยาวของเวิร์ดข้อมูล (Data Word)

2) การวัดขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ้างอิง

3) การวัดความเร็วในการปฏิบัติการตามคำสั่ง

ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 4 บิตถูกนำมาใช้เป็นอันดับแรก เนื่องจากข้อมูลขนาด 4 บิตสามารถนำมาใช้แทนรหัส BCD ได้ซึ่งในงาน เช่น เครื่องคิดเลข การควบคุมทางอุตสาหกรรม ของเล่น ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต ถูกพัฒนามาจาก 4 บิต และมีรหัสซึ่งได้แก่รหัส แอสกี ซึ่งใช้แทนตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ต่างๆ การวัดความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์อีกอย่างหนึ่งมีโครงการวัดขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ้างอิงได้ตำแหน่งจะต้องมีขนาดเท่ากับขนาดของเวิร์ดข้อมูลที่ใช้ในไมโครโปรเซสเซอร์นั้นๆ เช่นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 4 บิต ไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนใหญ่จะใช้เลขฐานสองที่มีขนาดมากว่าขนาดเวิร์ดข้อมูลของมันจึงทำให้ค่าแอดเดรสไม่ถูกจำกัดโดยขนาด การวัดความสามารถของไมโครโปรเซสเซอร์วิธีที่ 3 คือ การวัดความเร็วที่ใช้ในการปฏิบัติคำสั่งความเร็วนี้จะวัดโดยการจับเวลา ความเร็วของไมโครโปรเซสเซอร์จะขึ้นอยู่กับตัวให้จังหวะการทำงานหรือเรียกว่า วงจรนาฬิกา ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ช้าๆ ใช้วงจรนาฬิกาที่มีความถี่ราวๆ 100 กิโลเฮิร์ต ทำให้การทำงาน ไซเกิลหนึ่งๆ จะใช้เวลา 10-20 ไมโครวินาที ความเร็วของไมโครโปรเซสเซอร์จะสัมพันธ์กับความถี่สูงสุดของวงจรนาฬิกาบางครั้งจึงเปรียบเทียบไมโครโปรเซสเซอร์อย่างคร่าวๆ โดยใช้ความถี่ของวงจรนาฬิกาเป็นตัวเปรียบเทียบ การปฏิบัติตามคำสั่งเดียวกันในหน่วยประมวลผลที่ต่างกันมักใช้เวลาไม่เท่ากัน ฉะนั้นจึงมีการใช้โปรแกรมสั้นๆ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า เบนช์มาร์กโปรแกรม (Benchmark Program) เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบที่ง่ายขึ้นโดยจะป้อนโปรแกรมให้กับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต้องการเปรียบเทียบและวัดเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของแต่ละตัว

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายในปี ค.ศ. 1980 ต่อมาบริษัทฟิลลิปส์และซีเมนต์ ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตจำหน่ายและได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น

MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่นซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกันเพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

2.5.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

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

2.3.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND OR NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้ทำการสร้างสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ บวก คูณ หรือ หาร ข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2) ลักษณะการจัดขาของ MCS-51

การจัดขาตามลักษณะภายนอกของ MCS-51 ซึ่งจะแบ่งการจัดขาของ MCS-51 จะมีอยู่ 4 กลุ่มคือ

1. กลุ่มขาแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงและสัญญาณนาฬิกา
2. กลุ่มขาสำหรับอ้างแอดเดรสและรับส่งข้อมูล
3. กลุ่มขาที่ใช้ในการควบคุม
4. กลุ่มขาพอร์ตใช้งานแบบขนานและอนุกรม

โดยขาที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีดังนี้

1. ขา Vcc เป็นขารับแรงดันไฟตรง +5 โวลล์

2. ขา GND เป็นขากราวด์

3. พอร์ต 0 (Port 0) มี 8 บิต ได้แก่บิต P0.0-P0.7 เป็นพอร์ตเอาท์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องทำการเซ็ตค่า 1 ไปยังพอร์ตทั้งพอร์ต และถ้าต้องการใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตในระดับบิตก็สามารถทำได้โดยการเซ็ตค่า 1 ไปยังแต่ละบิตที่ต้องการใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตในระดับบิต นอกจากพอร์ตนี้จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาท์พุตแล้วยังใช้งานในการติดต่อในหน่วยความจำภายนอก(EPROM,ROM) ได้อีกด้วยโดยการกำหนด แอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) ซึ่งจะใช้งานเป็นมัลติเพล็กสำหรับการส่งข้อมูลขนาด 8 บิต(D0-D7)

4. พอร์ต 1 (Port 1) มี 8 บิต ได้แก่บิต P0.0-P0.7 เป็นพอร์ตเอาท์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตหรืออินพุตในระดับบิต สามารถการทำได้โดยวิธีเช่นเดียวกันกับพอร์ต 0 ข้างต้น

5. พอร์ต 2 (Port 2) มี 8 บิตได้แก่บิตP2.0-2.7 เป็นพอร์ตอินพุตเอาท์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตหรืออินพุตในระดับบิต สามารถกระทำได้โดยวิธีเช่นเดียวกันกับพอร์ต 0 ข้างต้น นอกจากพอร์ตนี้จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาท์พุตแล้วยังใช้งานการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก (EPROM,ROW)ได้อีกด้วยโดยการอ้างอิงตำแหน่งแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15)

6. พอร์ต3 (Port 3) มี 8 บิต ได้แก่บิต P3.0-3.7 เป็นพอร์ตอินพุตเอาท์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตหรืออินพุตในระดับบิต สามารถกระทำได้โดยวิธีเช่นเดียวกันกับพอร์ต 0 ข้างต้น นอกจากพอร์ตนี้จะใช้งานเป็นพอร์ตพิเศษต่างๆดังตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงหน้าที่พิเศษของแต่ละขาของพอร์ต 3 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

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)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	DR (external data memory read strobe)

1. ขารีเซต (RES) ใช้สำหรับการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยรีเซตต้องให้ขา นี้เป็น HIGH อย่างน้อยนาน Machinr Cycle ในขณะที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่

2. ขา ALE/ PROG เป็นขาสัญญาณเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการแล็ช (Latch) ค่าตำแหน่งแอดเดรสไบต์ต่ำ เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกนอกจากนี้ขานี้ยังทำหน้าที่เป็นอินพุตรับพัลส์ในการโปรแกรม (Program Pulse Input) ในส่วนของหน่วยความจำ EPROM สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็น EPROM

3. ขา PSEN (Program Store Enable) ทำหน้าที่เป็นสัญญาณสโตรปเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลจากหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรปจำนวน 2 ครั้งในแต่ละ Machinr Cycle

4. ขา EA/Vcc (External Access Enable/Vcc) เป็นขาสำหรับเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมจากภายในหรือจากภายนอก

5. ขา XTAL1 และขา XTAL2 เป็นขาใช้งานของวงจรอินเวอร์ติ้งออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์ (Invering Oscillator Amplifier) สำหรับใช้ต่อร่วมกับคริสตอลภายนอก

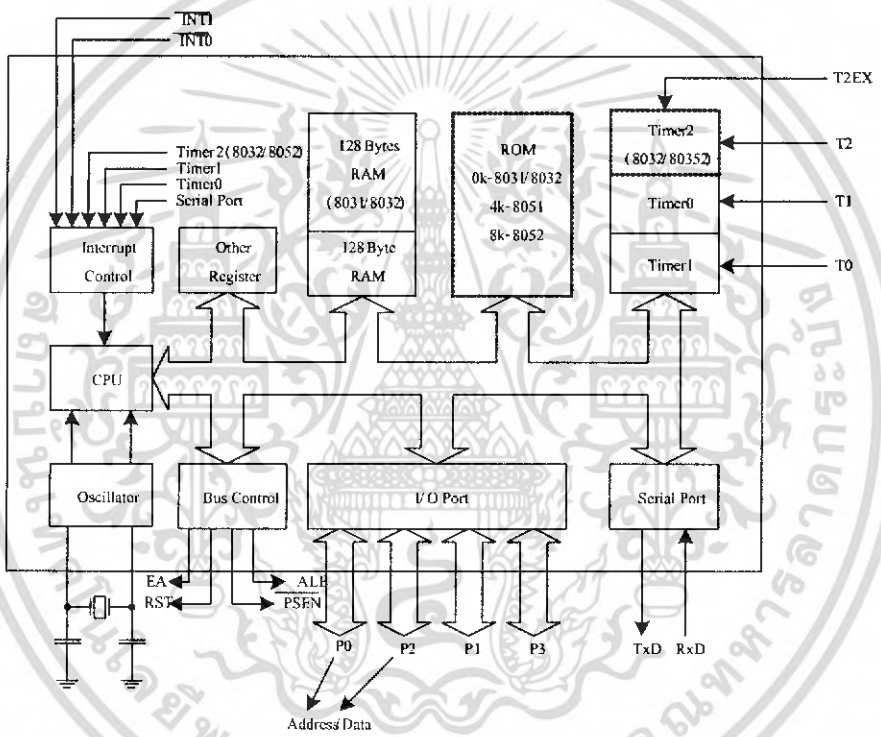
2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังรูป



รูปที่ 2.17 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

3.3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลางจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปที่ละบิตออกจากขา Tx และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาที่ละบิตทางขา Rx แล้วจึงจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

ใน MCS-51 มีพอร์ตให้ใช้งานได้หลายแบบ ทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การจะนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

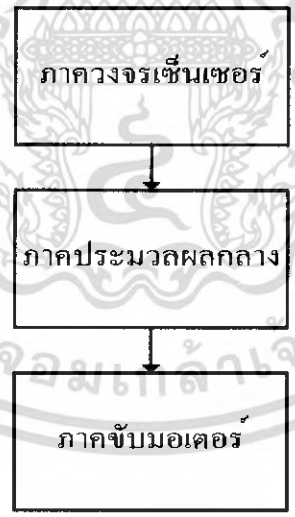
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

จากหลักการและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้น สามารถทำการออกแบบและสร้างวงจรการทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้น โดยมีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การออกแบบ ไปจนถึงการสร้างและการทำงานดังต่อไปนี้

3.2 การออกแบบวงจรต่างๆ และการทำงานของวงจร

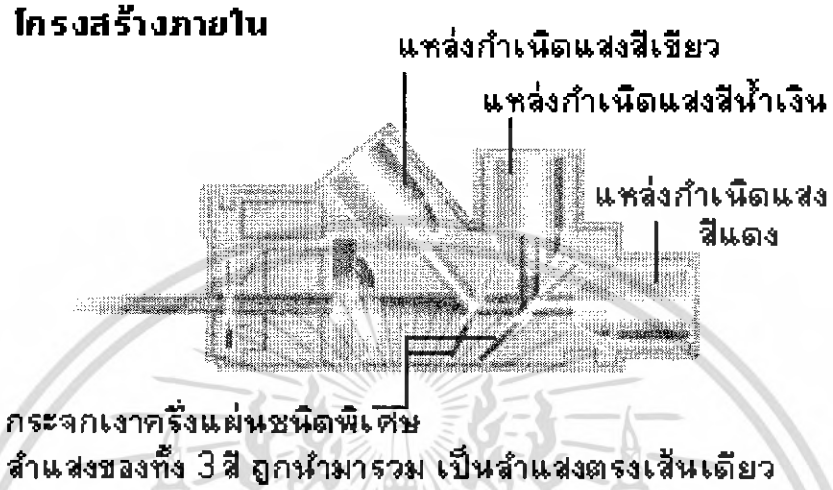
การทำงานของหุ่นยนต์จะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยที่วงจรทั้งหมดของระบบจะแสดงไว้รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบการทำงานของหุ่นยนต์จะประกอบด้วยวงจรส่วนต่างๆดังนี้ วงจรเซนเซอร์ วงจรขับมอเตอร์ และการควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



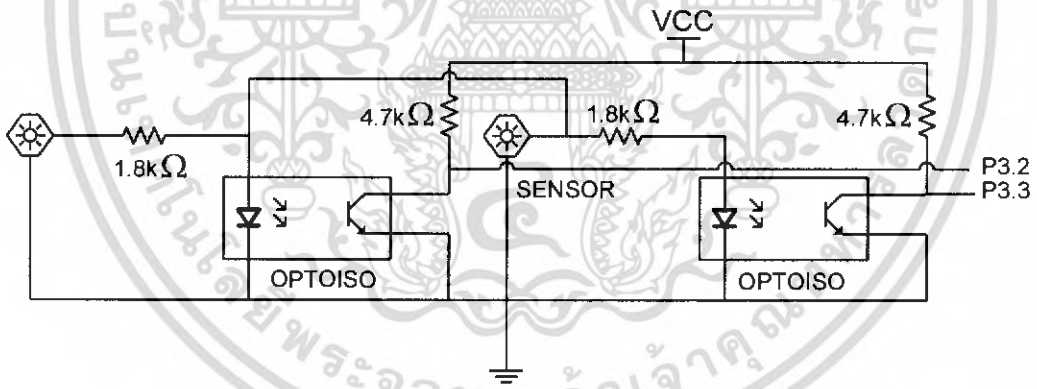
รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบการทำงานของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบและการสร้างภาคเซนเซอร์



รูปที่ 3.2 โครงสร้างภายในตัวเซนเซอร์



รูปที่ 3.3 วงจรภาคเซนเซอร์

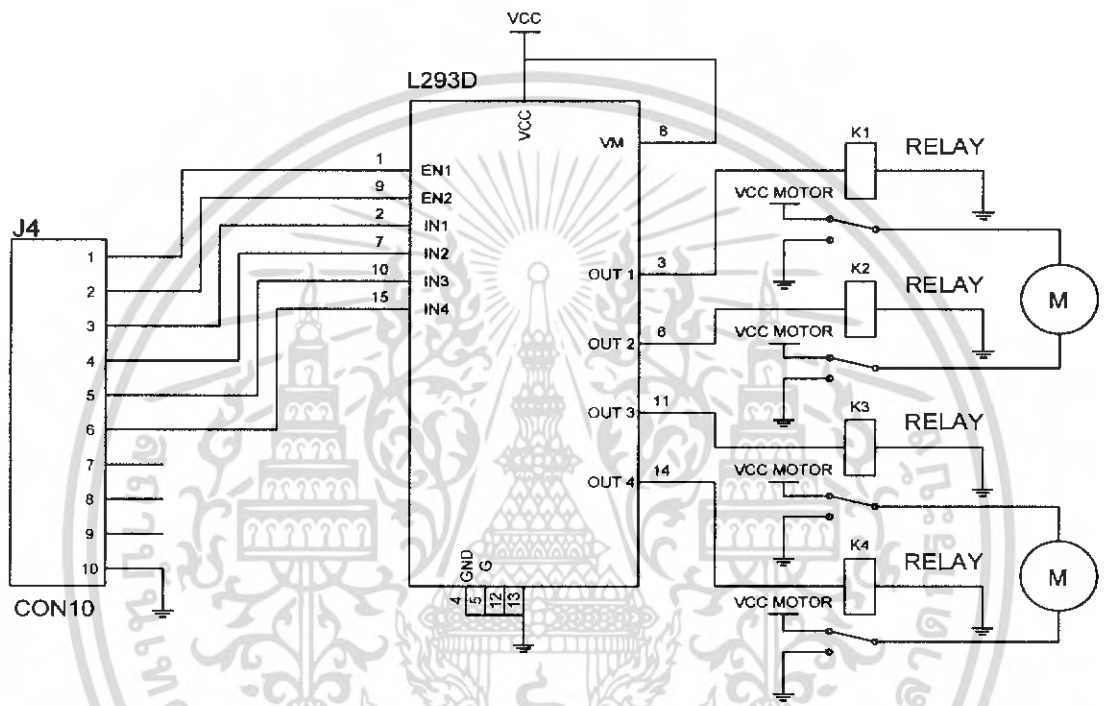
การทำงานของเซนเซอร์

ในวงจรภาคเซ็นเซอร์เราจะใช้เซนเซอร์ตรวจจับมาร์คสีเป็นตัวรับและก็ตัวส่ง โดยเซนเซอร์ SUPER RGB ใช้ LED สี จำนวน 3 ชุดที่แยกออกจากกัน โดยสัญญาณของแต่ละสีจะถูกแปลงเป็นข้อมูล 16 บิตในตัวรับเพื่อใช้ในการตรวจจับสี แล้วตัวเซนเซอร์จะทำการเปรียบเทียบกันค่าที่ได้เซตไว้แล้ว ถ้า ตัวเซนเซอร์ตรวจจับอยู่ที่ตำแหน่งของเส้นทางก็จะทำให้เอาต์พุตของเซนเซอร์ตรวจจับเป็นลอจิก "1" และถ้าตัวเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจจับอยู่ตำแหน่งที่อยู่นอกจากสีที่กำหนดไว้ก็จะทำให้เอาต์พุตของเซนเซอร์เป็นลอจิก "0" โดยที่ตัวเซนเซอร์นั้นจะติดอยู่หน้ารถทั้งสองตัวจับเส้นขนานกันไว้

3.4 การออกแบบและการสร้างวงจรภาคขับมอเตอร์ (DRIVE MOTOR)



รูปที่ 3.4 วงจรภาคขับมอเตอร์

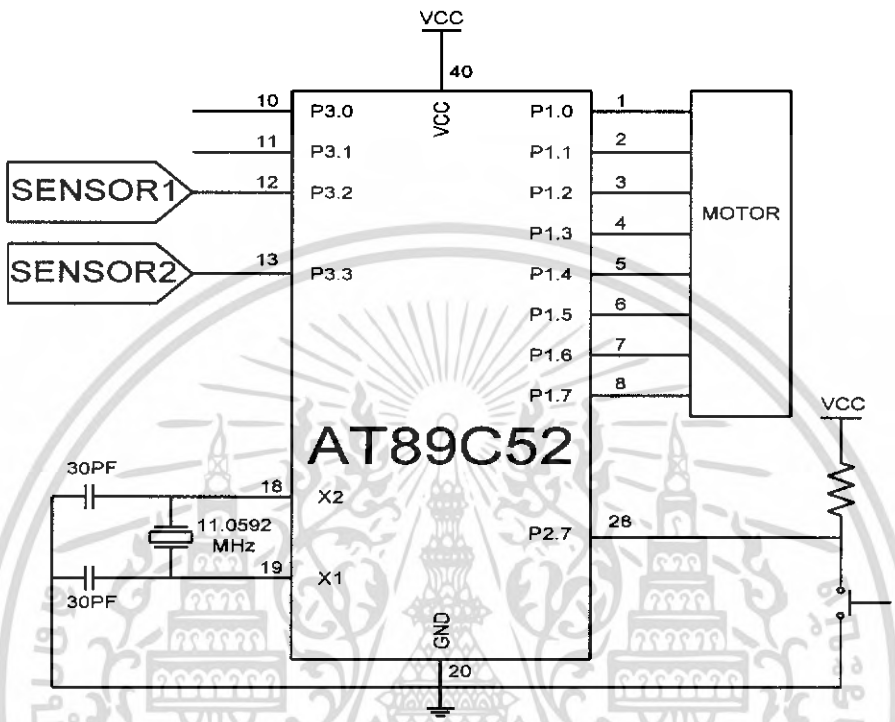
การทำงานของภาคขับมอเตอร์

วงจรขับมอเตอร์จะใช้ IC L293D เป็นตัวขับมอเตอร์โดยจะรับสัญญาณมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์มาเข้าที่ขา EN1, EN2, IN1, IN2, IN3, IN4 โดยขา EN1, EN2 จะให้สัญญาณลอจิก 1 ตลอดเวลาเพื่อให้ IC L293D ทำงาน ส่วนขา IN1, IN2, IN3, IN4 จะเป็นสัญญาณลอจิกที่แสดงถึงการควบคุมของเซนเซอร์

หลังจาก IC L293Dได้รับลอจิกที่สามารถทำงานได้แล้ว INPUT ของมอเตอร์ตัวที่ 1 จะรับสัญญาณจากขา OUT1, OUT2 และ INPUT ของมอเตอร์ตัวที่ 2 จะรับสัญญาณจากขา OUT3, OUT4 โดยสัญญาณ OUTPUT ที่ส่งมาจะไปขับวงจรรีเลย์เพื่อให้เป็นสวิตช์ตัดต่อการทำงานให้เป็น VCC MOTOR เมื่อมีลอจิกและตัดต่อการทำงานให้เป็น GROUND เมื่อไม่มีลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบและการสร้างวงจรภาคประมวลผลกลาง



รูปที่ 3.5 วงจรภาคประมวลผล

การทำงานของภาคประมวลผล

ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์โดยใช้ IC ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดโดยแบ่ง PORT การใช้งานดังนี้

Prot 1 จะใช้ในส่วนการส่งสัญญาณในส่วนของวงจรขับมอเตอร์

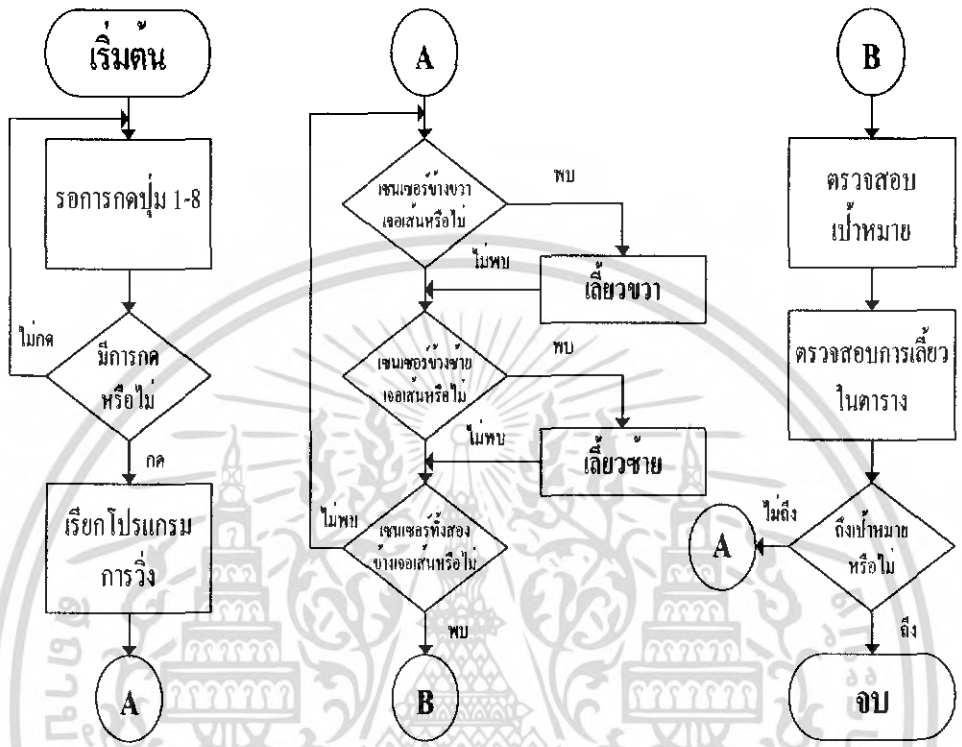
Port 2 จะใช้ในส่วนการส่งสัญญาณในส่วนของสวิทย์ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ว่าจะให้เริ่มใช้งานหรือหยุดทำงาน

Port 3 จะใช้ในส่วนการรับสัญญาณมาจากเซนเซอร์โดยจะรับสัญญาณลอจิกมาจาก วงจร OPTO มาเข้าที่ขา P3.2 และ P3.3

การทำงานของวงจร เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับเส้นได้ ภาคเซนเซอร์จะส่งสัญญาณลอจิกมาที่ขา P3.2 และ P3.3 จากนั้น ภาคประมวลผลก็จะทำการประมวลผลว่าลอจิกที่ได้มานั้นตรงกับโปรแกรมที่ได้เขียนถ้าลอจิกถูกต้องก็จะทำการส่งสัญญาณลอจิกออกไปที่ Port 1 เพื่อไปขับมอเตอร์ในภาคขับมอเตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ผังการเขียนโปรแกรม



รูปที่ 3.6 ผังการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการทดลองแบบต่างๆ ซึ่งจะทดสอบดูว่าหุ่นยนต์สามารถเดินตามเส้นทางที่กำหนดให้ได้ตามความต้องการ โดยมีการทดสอบการเดินตามเส้นตรง เส้นโค้ง ซึ่งเส้นโค้งนั้นจะมีมุมที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบการเลี้ยวตามมุมของหุ่นยนต์จะสามารถทำงานได้ที่ทางโค้งได้ จึงทำให้หุ่นยนต์ไม่สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการได้เพื่อไปปรับใช้ในการใช้งานต่อไป

4.2 การทดลองเซนเซอร์

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.3

1.2) ป้อนแรงดันไฟ 12 VDC เข้าวงจรเซนเซอร์

1.3) ทำการเซ็ตค่าสีตามใน หัวข้อที่ ฉ.3 ให้ตัวเซนเซอร์จำสีที่ต้องการ ในการทดลองนี้ได้ทำการให้เซนเซอร์จำ สีขาว แล้วทดสอบตามตารางที่ 4.1

4.2.2 ผลการทดลอง

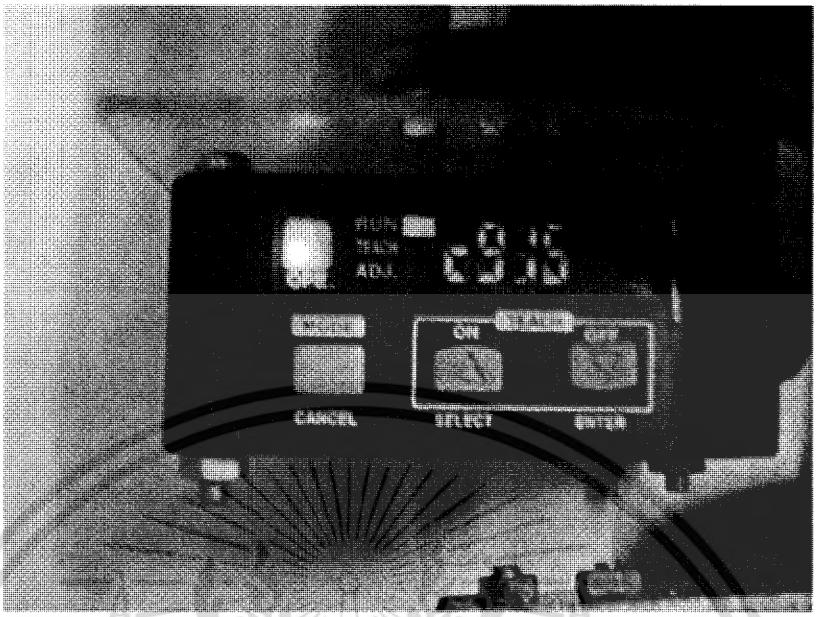
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบเซนเซอร์

สีที่ทำการทดลอง	ลักษณะของ OPE เซนเซอร์	สถานะการทำงาน
สีขาว	สว่าง	มีการทำงาน
สีดำ	ไม่สว่าง	ไม่มีการทำงาน
สีเขียว	ไม่สว่าง	ไม่มีการทำงาน
สีม่วง	ไม่สว่าง	ไม่มีการทำงาน
สีฟ้า	ไม่สว่าง	ไม่มีการทำงาน
สีแดง	ไม่สว่าง	ไม่มีการทำงาน

สรุปผลการทดลองที่ 4.2 การทดสอบเซนเซอร์

สถานการณ์ทำงานของเซนเซอร์จะทำงานก็ต่อเมื่อ สีที่ทำการทดลองนั้นเป็นสีที่ได้เซ็ตไว้แล้ว เมื่อไม่ใช่สีที่เซ็ตไว้สถานะของเซนเซอร์ก็จะไม่ทำงาน

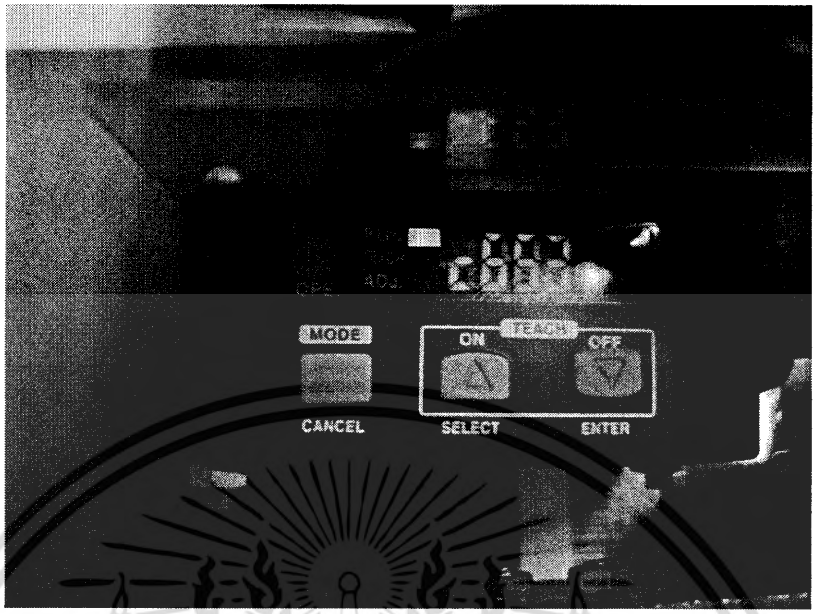
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีขาว

รูปที่ 4.2 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีดำ

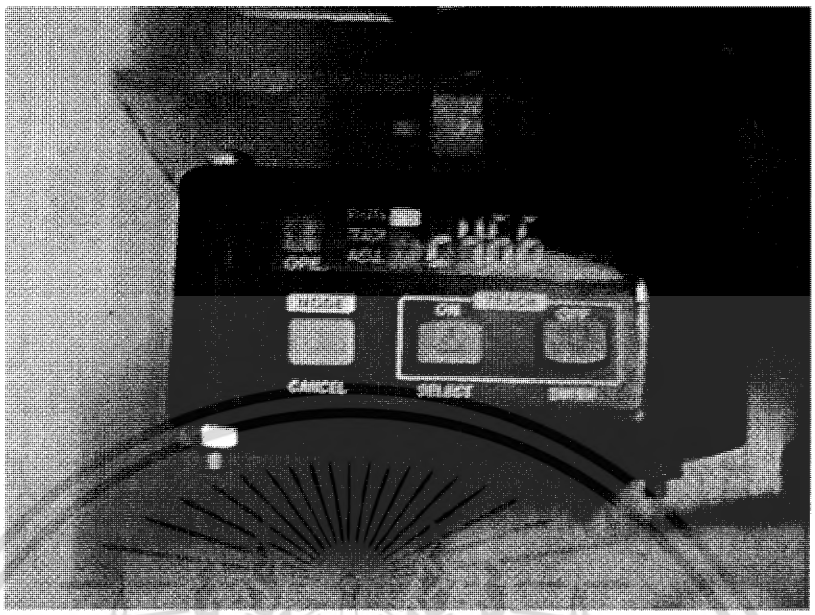
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



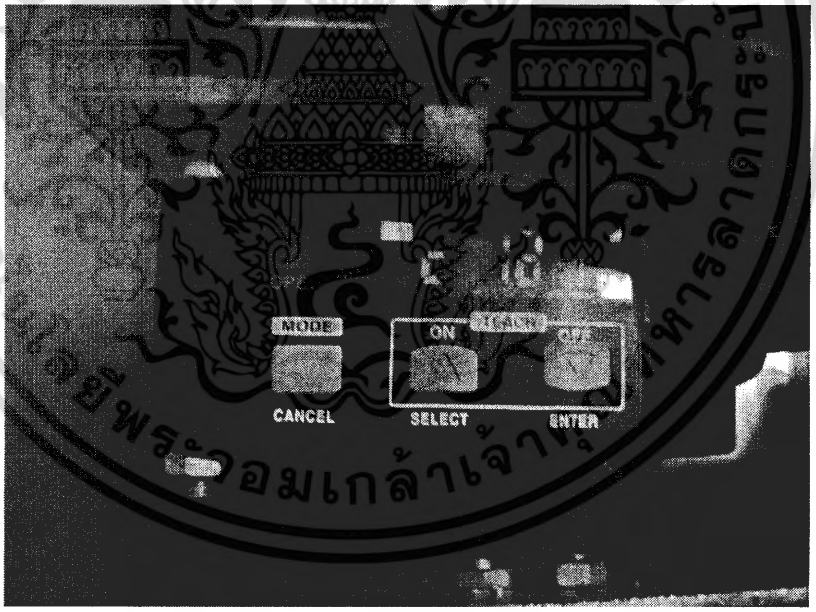
รูปที่ 4.3 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีเขียว

รูปที่ 4.4 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีฟ้า



รูปที่ 4.6 ไม่แสดงสถานการณ์ทำงานเมื่อพื้นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดลองตรวจเซนเซอร์ในสภาพต่างๆ

1.1) ป้อนแรงดันไฟ 12 VDC เข้าที่ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ ป้อนแรงดันไฟ 4.8 VDC เข้าที่ภาคขับมอเตอร์

1.2) ทำการตั้งค่าสีของเซ็นเซอร์ตามข้อที่ ฉ.3 ให้ได้สีที่ต้องการ

1.3) นำหุ่นยนต์ไปไว้ที่จุดต่างๆ ที่ได้เตรียมไว้

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเซนเซอร์ในสถาพต่างๆ

สถาพของต่างๆ	เซนเซอร์สามารถทำงานได้
ในห้องปกติ	ทำได้
ในห้องมืด	ทำได้
ในที่ที่มีแสงสว่าง	ทำได้
กลางแดด	ทำได้

สรุปผลการทดลองที่ 4.2.3 การทดลองตรวจเซนเซอร์ในสภาพต่างๆ

การทดลองนี้ทำเพื่อให้ทราบว่าหุ่นยนต์สามารถทำงานได้เมื่ออยู่ในที่ต่างๆ ที่มีการทดสอบเมื่อวิ่งในการแข่งขันการทำงานจะมีแสงไฟที่มีรบกวนการทำงานของเซนเซอร์

4.3 การทดลองการวิ่งเส้นตรง

4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ป้อนแรงดันไฟ 12 VDC เข้าที่ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ ป้อนแรงดันไฟ 4.8 VDC เข้าที่ภาคขับมอเตอร์

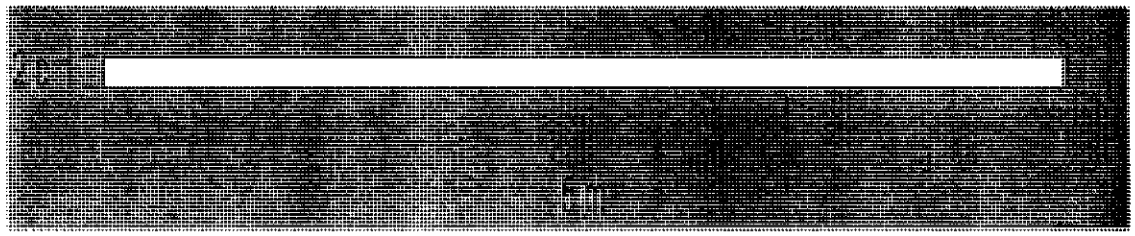
1.2) ทำการตั้งค่าสีของเซนเซอร์ตามข้อที่ ฉ.3 ให้ได้สีที่ต้องการ

1.3) นำหุ่นยนต์ไปไว้ที่จุดเริ่มต้น ระยะทางจะมีความยาว 5 เมตร ขนาดเส้นหนา 2 ซม. เป็นเส้นทางตรง

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.7 การทดลองเส้นตรง ขนาด 5m กว้าง 2cm

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการวิ่งเส้นตรง

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	วิ่งจนสิ้นสุดเส้นทาง
1	6.6	จบ
2	6.5	จบ
3	6.6	จบ
4	6.7	จบ
5	6.9	จบ

สรุปผลการทดลองที่ 4.3 การวิ่งเส้นตรง

เนื่องจากเส้นทางที่หุ่นวิ่งเป็นเส้นตรงจึงทำให้ไม่หลุดออกจากเส้นทางและเวลาได้แตกต่างกันมากเท่าไหร่นัก

4.4 การทดลองวิ่งเส้นทางโค้ง

4.4.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ป้อนแรงดันไฟ 12 VDC เข้าที่ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ ป้อนแรงดันไฟ 4.8 VDC เข้าที่ภาคขับมอเตอร์

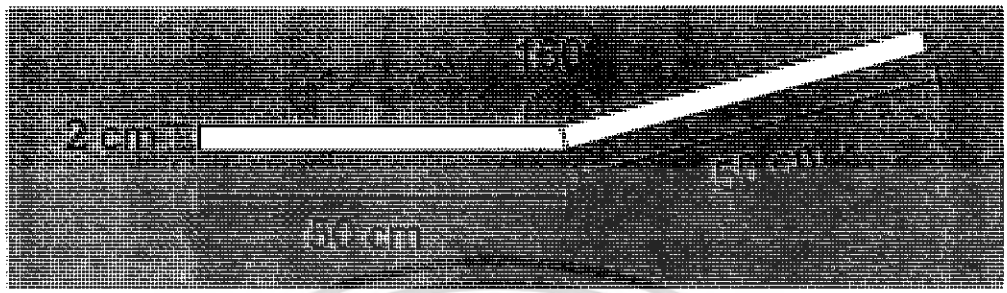
1.2) ทำการตั้งค่าสีของเซนเซอร์ตามข้อที่ ฉ.3 ให้ได้สีที่ต้องการ

1.3) นำหุ่นยนต์ไปไว้ที่จุดเริ่มต้น เส้นมีขนาดความหนา 2 ซม. ยาว 1 เมตร และจะมีความโค้งที่มีองศาแตกต่างกัน

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

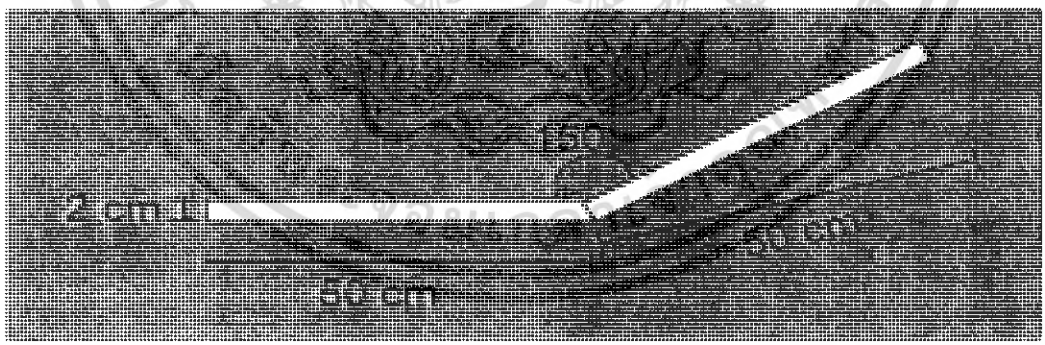
4.4.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.8 การทดลองเส้นโค้ง 160 องศา

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 160 องศา

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	วิ่งจนสิ้นสุดเส้นทาง
1	3.1	จบ
2	3.3	จบ
3	3.2	จบ
4	3.2	จบ
5	3.3	จบ

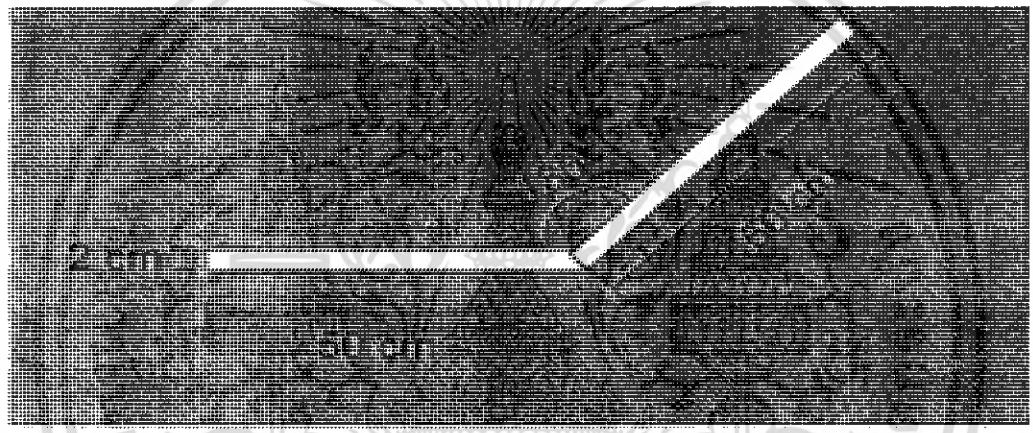


รูปที่ 4.9 การทดลองเส้นโค้ง 150 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 150 องศา

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	วิ่งจนสิ้นสุดเส้นทาง
1	3.3	จบ
2	3.5	จบ
3	3.3	จบ
4	3.2	จบ
5	3.3	จบ

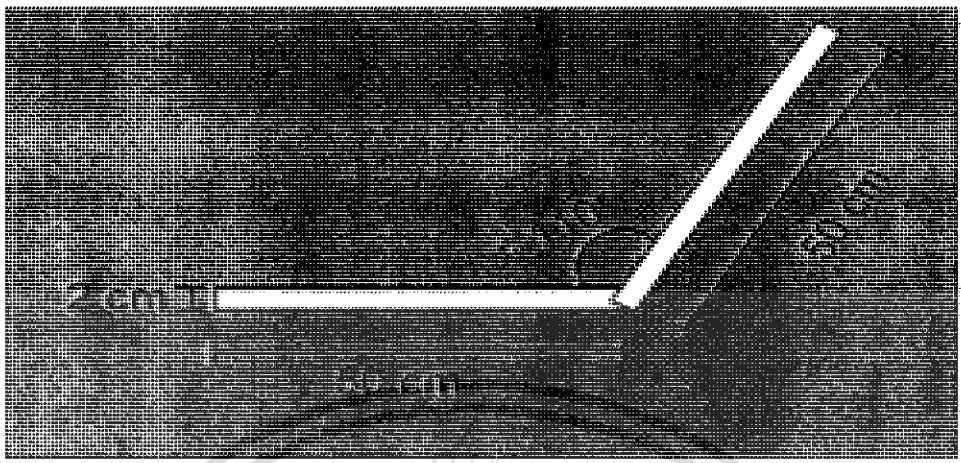


รูปที่ 4.10 การทดลองเส้นโค้ง 130 องศา

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 130 องศา

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	วิ่งจนสิ้นสุดเส้นทาง
1	3.7	จบ
2	4.0	จบ
3	3.8	จบ
4	-	ไม่จบ
5	3.8	จบ

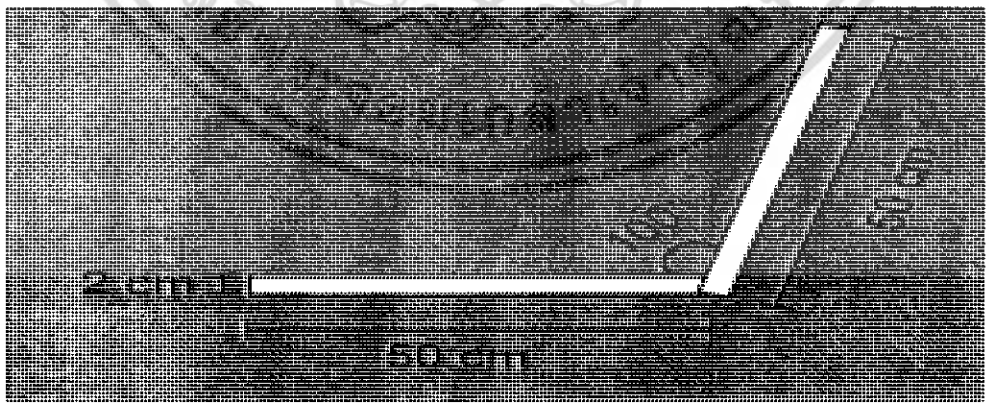
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การทดลองเส้นโค้ง 110 องศา

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 110 องศา

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	วิ่งจนสิ้นสุดเส้นทาง
1	4.4	จบ
2	4.6	จบ
3	-	ไม่จบ
4	-	ไม่จบ
5	4.5	จบ

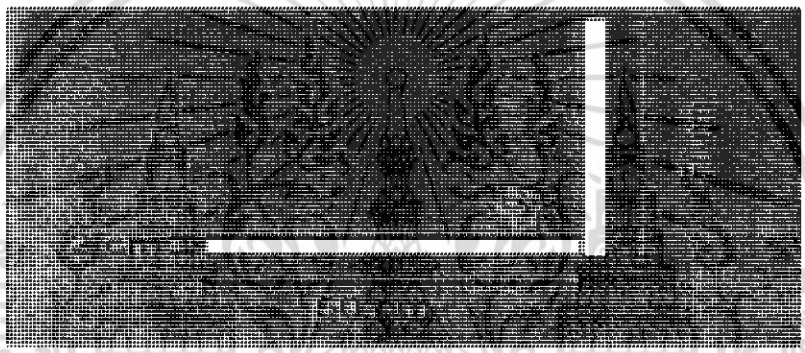


รูปที่ 4.12 การทดลองเส้นโค้ง 100 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 100 องศา

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	วิ่งจนสิ้นสุดเส้นทาง
1	-	ไม่จบ
2	-	ไม่จบ
3	4.7	จบ
4	-	ไม่จบ
5	-	ไม่จบ



รูปที่ 4.13 การทดลองเส้นโค้ง 90 องศา

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองการวิ่งเส้นโค้ง 90 องศา

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	วิ่งจนสิ้นสุดเส้นทาง
1	-	ไม่จบ
2	-	ไม่จบ
3	-	ไม่จบ
4	-	ไม่จบ
5	-	ไม่จบ

สรุปผลการทดลองที่ 4.4 การวิ่งในเส้นโค้งในมุมต่างๆ

ในมุมองศาที่ 160องศา และ 150องศา นั้นสามารถวิ่งได้จนจบการทดลอง แต่เมื่อมุมเพิ่มมากขึ้นหุ่นก็จะมีการวิ่งหลุดออกจากเส้นบางแต่ยังไม่มาก แต่มุมที่ 100องศา กับ 90องศา หุ่นยนต์เดินตามเส้นไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเดินตามเส้นได้เนื่องมาจากหุ่นยนต์มีความเร็วมากเกินไปเมื่อพบเส้นทำให้การตรวจจับเส้นนั้นหลุด หุ่นยนต์จึงเดินตามเส้นที่มีมุม 100องศา และ 90องศาได้

4.5 การทดลองวิ่งเป็นรูปวงกลม

4.5.1 ลำดับขั้นการทดลอง

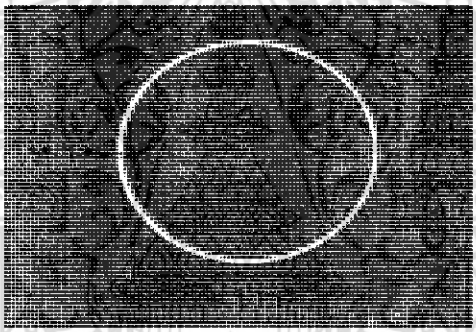
1.1) ป้อนแรงดันไฟ 12 VDC เข้าที่ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ ป้อนแรงดันไฟ 4.8 VDC เข้าที่ภาคขับมอเตอร์

1.2) ทำการตั้งค่าสีของเซนเซอร์ตามข้อที่ ฉ.3 ให้ได้สีที่ต้องการ

1.3) นำหุ่นยนต์ไปไว้ที่จุดเริ่มต้น เส้นจะเป็นรูปวงกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.10

4.5.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.14 การทดลองเส้นวงกลม

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองการวิ่งเส้นวงกลม

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	วิ่งจนสิ้นสุดเส้นทาง
1	10	จบ
2	-	ไม่จบ
3	11	จบ
4	10	จบ
5	10	จบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองที่ 4.5 การวิ่งเป็นวงกลม

เส้นวงกลมจะคล้ายกับเส้นตรงเพียงแต่ว่าเส้นนั้นมาบรรจบกันหุ่นยนต์จึงเดินตามเส้นได้ ส่วงครั้งที่หลุดนั้นเนื่องมาจากหุ่นยนต์เดินเร็วไปทำให้การจับเส้นหลุดไป

4.6 การทดลองวิ่งเป็นทางแยกแบบ 1 แยก

4.6.1 ลำดับขั้นการทดลอง

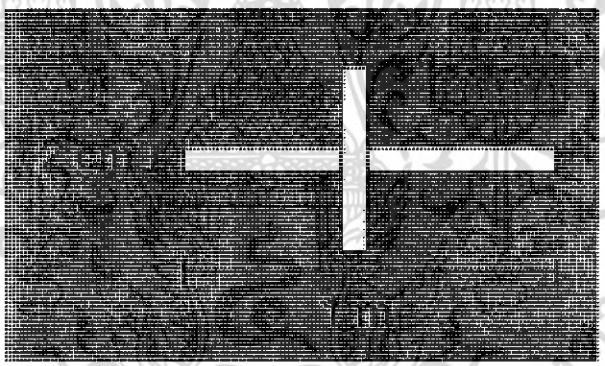
1.1) ป้อนแรงดันไฟ 12 VDC เข้าที่ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ ป้อนแรงดันไฟ 4.8 VDC เข้าที่ภาคขับมอเตอร์

1.2) ทำการตั้งค่าสีของเซนเซอร์ตามข้อที่ ฉ.3 ให้ได้สีที่ต้องการ

1.3) นำหุ่นยนต์ไปไว้ที่จุดเริ่มต้น เส้นจะมีทางแยก เพื่อที่จะทำให้หุ่นยนต์วิ่งเลี้ยวตามแยก

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.11

4.6.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.15 การทดลองทางแยก 1 แยก

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองการวิ่งทางแยกแบบ 1 แยก

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	สามารถเลี้ยว
1	4.6	เลี้ยวได้
2	4.9	เลี้ยวได้
3	-	เลี้ยวไม่ได้
4	5	เลี้ยวได้
5	-	เลี้ยวไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองที่ 4.6 การทดลองวิ่งเป็นทางแยกแบบ 1 แยก

โปรแกรมที่ได้เซ็ตมานั้นเมื่อพบเส้นที่เป็นทาง บวก ก็คือเซนเซอร์ทั้ง 2 พบเส้นพร้อมกันก็จะทำให้โปรแกรมจะสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวไปทางที่กำหนดได้ การเลี้ยวไม่ค่อยผิดพลาดมากนัก

4.7 การทดลองวิ่งแบบสนาม

4.7.1 ลำดับขั้นการทดลอง

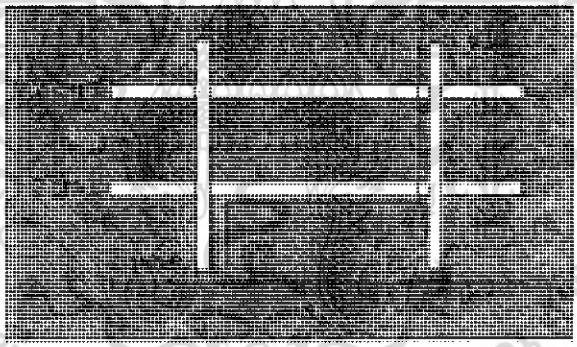
1.1) ป้อนแรงดันไฟ 12 VDC เข้าที่ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ ป้อนแรงดันไฟ 4.8 VDC เข้าที่ภาคขับมอเตอร์

1.2) ทำการตั้งค่าสีของเซนเซอร์ตามข้อที่ ฉ.3 ให้ได้สีที่ต้องการ

1.3) นำหุ่นยนต์ไปไว้ที่จุดเริ่มต้น เส้นจะมีทางเป็นสนามซึ่งแยกหลายแยก แต่คำสั่งจะทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นที่กำหนด

1.4) สังเกตผลการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.12

4.7.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.16 การทดลองวิ่งแบบสนาม

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองการวิ่งแบบสนาม

จำนวนครั้งที่วิ่ง	เวลาที่หุ่นยนต์วิ่ง (วินาที)	สามารถทำตามโปรแกรม
1	16	ทำได้
2	15	ทำได้
3	-	ทำไม่ได้
4	-	ทำไม่ได้
5	19	ทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองที่ 4.7 การทดลองวิ่งบนสนาม

การวิ่งในสนามนั้นข้อผิดพลาดส่วนใหญ่จะมาจากความเร็วที่มากเกินไปจึงทำให้ การจับเส้นนั้นจึงพลาดไป การวิ่งในสนามนั้นจะต้องเขียนโปรแกรมให้ทำงานครบก่อนถึงจะสั่งให้หุ่นยนต์ทำได้ คำสั่งของหุ่นยนต์จะโปรแกรมเส้นทางให้หุ่นยนต์ทำตามเส้นทางที่กำหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการศึกษาการออกแบบ และสร้างหุ่นยนต์เดินตามเส้น ซึ่งมีจุดมุ่งหมายโดยตรงที่จะเป็นการใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้นในรูปแบบต่างๆ ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมใช้งานของแต่ละจุดหมายปลายทาง ส่วนมากแล้วจะนำหุ่นยนต์เดินตามเส้น ชุดนี้นำไปใช้กับกับการแข่งขันในรูปแบบต่างๆ ซึ่งเราสามารถประยุกต์การใช้งานหุ่นยนต์เดินตามเส้นได้หลากหลายมันจะสร้างความสะดวกให้แก่ผู้ที่ออกแบบตัวหุ่นยนต์ให้เข้ากับชีวิตประจำวัน และหลังจากนั้นก็นำเทคนิคที่ได้จากการใช้หุ่นยนต์เดินตามเส้น นี้ไปใช้กับการศึกษาและออกแบบกับตัวหุ่นยนต์ในระดับที่สูงขึ้นได้

การทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้น เริ่มจากการป้อนแหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่จากภายนอกขนาด 12 VDC จำนวน 1 ก้อน และป้อนแหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่ภายนอกขนาด 4.8 VDC เข้ากับรีเลย์เพื่อจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ 2 ชุด หลังจากนั้นก็ทำการเขียนโปรแกรมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในที่นี้เลือกใช้งานตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS โดยในการเขียนโปรแกรมเข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น เราจะใช้พอร์ตปริ้นเตอร์เป็นตัวเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ดควบคุม ต่อมาเราทำการสอนเซนเซอร์ให้จำสีที่เราต้องการ และส่วนการขับมอเตอร์นั้นก็เราใช้ ชุดรีเลย์ ซึ่งในการทำงานแต่ละส่วนนั้น บนบอร์ดจะมีพอร์ตให้เลือกใช้งานทั้งหมด 4 พอร์ต เราสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของแต่ละวงจรและทั้งนี้ทั้งนั้นการเลือกใช้งานพอร์ตใดก็ตาม มันจะมีผลต่อโปรแกรมการทำงานแต่ละครั้งด้วย ดังนั้นในแต่ละครั้งที่จะต้องการใช้งานพอร์ตใดก็จะต้องมีการวางแผนการทำงานพอร์ตให้ดีเสียก่อน ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกในการใช้งานและความรวดเร็วในการปฏิบัติงานนั่นเอง และหลังจากที่เราต่อส่วนต่างๆ เข้าด้วยกันแล้ว เราจะเริ่มใช้งานหุ่นยนต์เดินตามเส้นว่าหุ่นยนต์ทำงานตามที่เราต้องการหรือไม่ ถ้าหุ่นยนต์ไม่ทำตามที่เราต้องการจะต้องทำการปรับปรุงรายละเอียดการเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ เมื่อโปรแกรมสามารถใช้งานได้ดีแล้วเราก็สามารถประยุกต์ใช้งานของหุ่ยยนต์เดินตามเส้นให้มีประโยชน์สูงสุด และสิ่งที่ได้จากการทำโครงงานชิ้นนี้คือ ได้พบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นหลังหรือในระหว่างการทำงาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้เมื่อประสบกับมันแล้วก็ต้องหาวิธีการแก้ปัญหา โดยอาศัยหลักการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและไม่ใช้ความคิดของคนใดคนหนึ่งเป็นหลัก ซึ่งจะต้องอยู่บนพื้นฐานในระบอบประชาธิปไตยทั้งหมด ทั้งนี้ก็เพื่อผลงานที่ได้ออกมามีประสิทธิภาพและถูกต้อง สามารถนำไปใช้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดลองโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา การรวบรวมทางด้านวงจรต้องใช้เวลานาน

แนวทางแก้ไข ทำการรวบเนื้อหาข้อมูลก่อนแล้วสรุปหาวงจรที่ถูกต้องสามารถใช้งานจริงได้

2. ปัญหา การหาซื้อเซนเซอร์ และรุ่นที่สามารถใช้ได้หาได้ยาก

แนวทางแก้ไข ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้มีประสบการณ์ ในการเลือกซื้อ

3. ปัญหา ราคาของเซนเซอร์มีราคาที่สูงมาก

แนวทางแก้ไข หาเซนเซอร์ที่มีราคาไม่สูงมาก หรือหาของมือสอง ขอยืมเซนเซอร์กับอาจารย์ที่ปรึกษา

4. ปัญหา ขาดทักษะในการออกแบบวงจรโดยใช้โปรแกรม Protel 99 SE ทำให้เกิดความผิดพลาดในการออกแบบ และทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

แนวทางแก้ไข ปรึกษาผู้ที่มีประสบการณ์ และศึกษาจากหนังสือก่อนลงมือปฏิบัติจริง

5. ปัญหา การเขียนโปรแกรมยังไม่สอดคล้องกันกับวงจร และเซนเซอร์

แนวทางแก้ไข ปรึกษาผู้ที่มีประสบการณ์

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาหุ่นยนต์ ให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นสามารถพัฒนาโครงงานได้ดังนี้

1.พัฒนาความแม่นยำในการจับเส้นของเซนเซอร์ให้มีประสิทธิภาพ

2. พัฒนาความเร็วและการบังคับเลี้ยวของรถให้มากขึ้น

3.เพิ่มความสามารถอื่นๆ ให้กับตัวรถเพื่อที่จะใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สมยศ จุณณะปิยะ. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2539

ฤทธิ์ ธีระโกเมน. **รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2538

ประกิต อ่องสร้อย. **เซอคิท 2001.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เอส แอนด์ จี กราฟฟิค. 2544

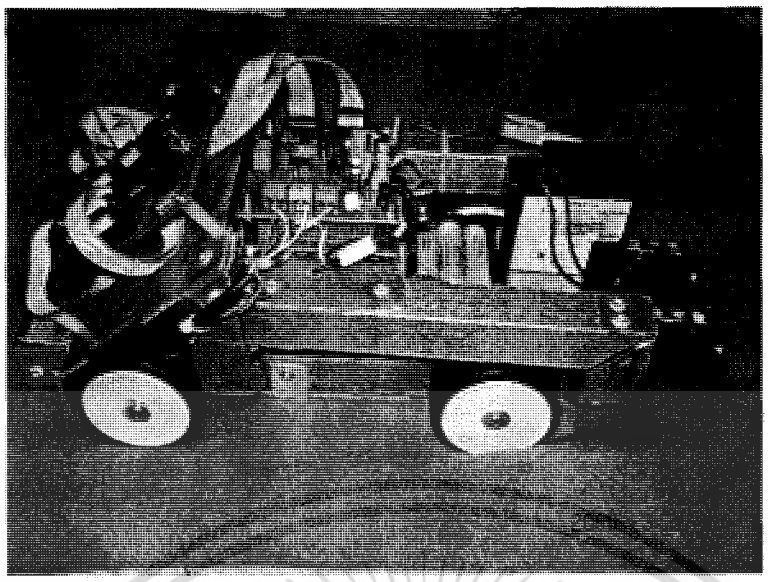
นคร ภักดีชาติ และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **การทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์**

วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. **เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุม.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี, 2548

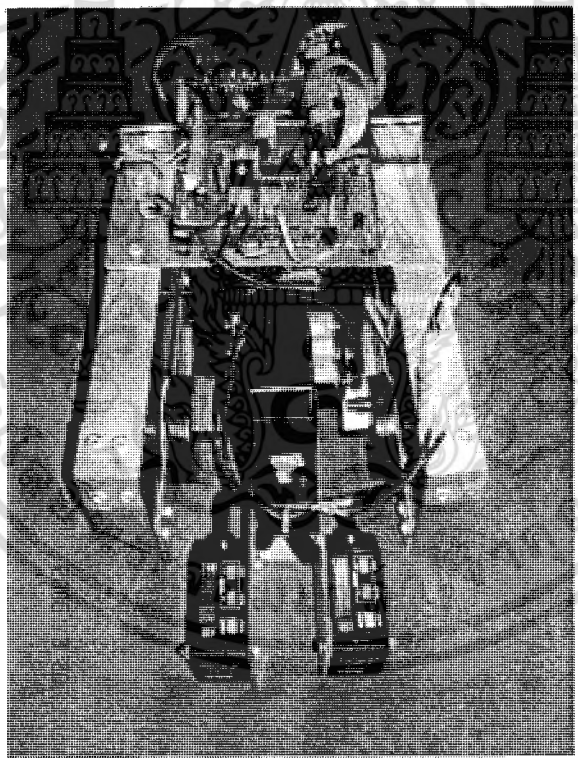
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

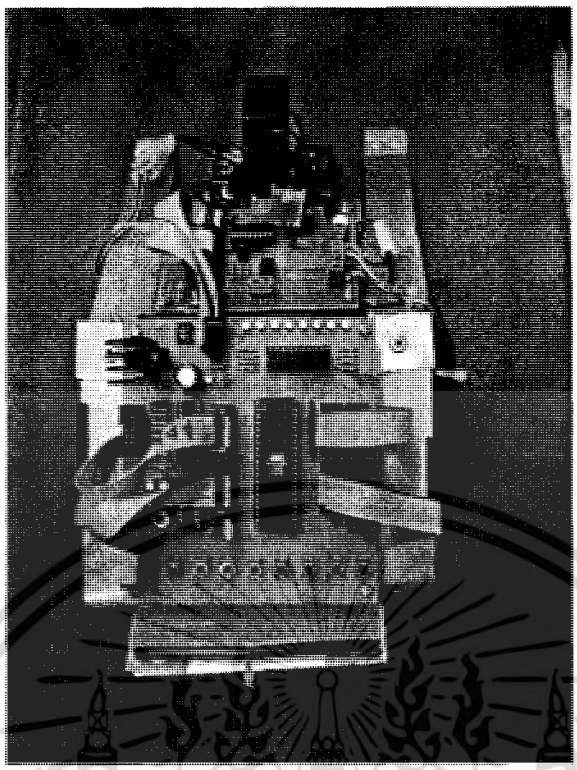


รูปที่ ก.1 หุ่นยนต์เดินตามเส้น

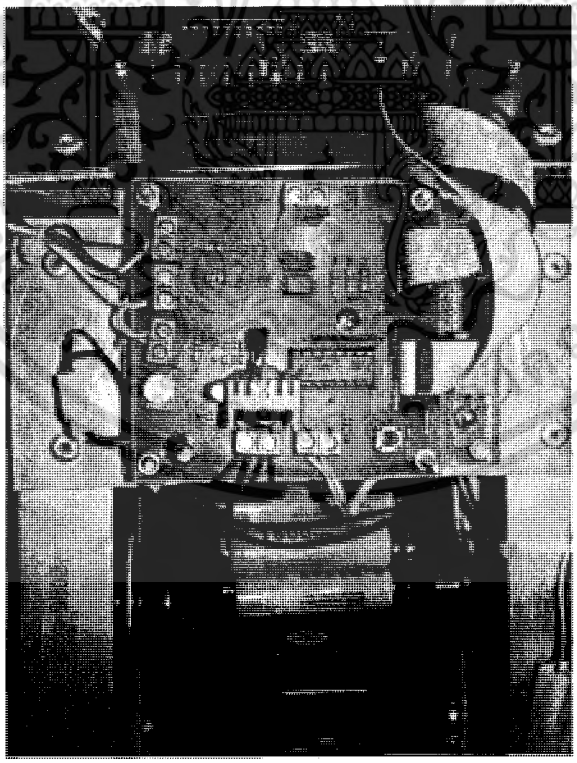


รูปที่ ก.2 ด้านหน้าของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

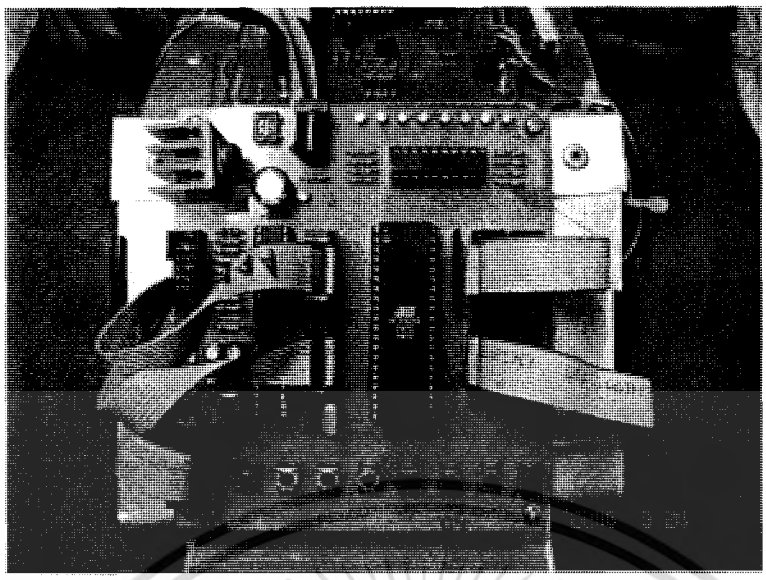


รูปที่ ก.3 ด้านหลังของหุ่นยนต์



รูปที่ ก.4 บอร์ดควบคุมเซ็นเซอร์และขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

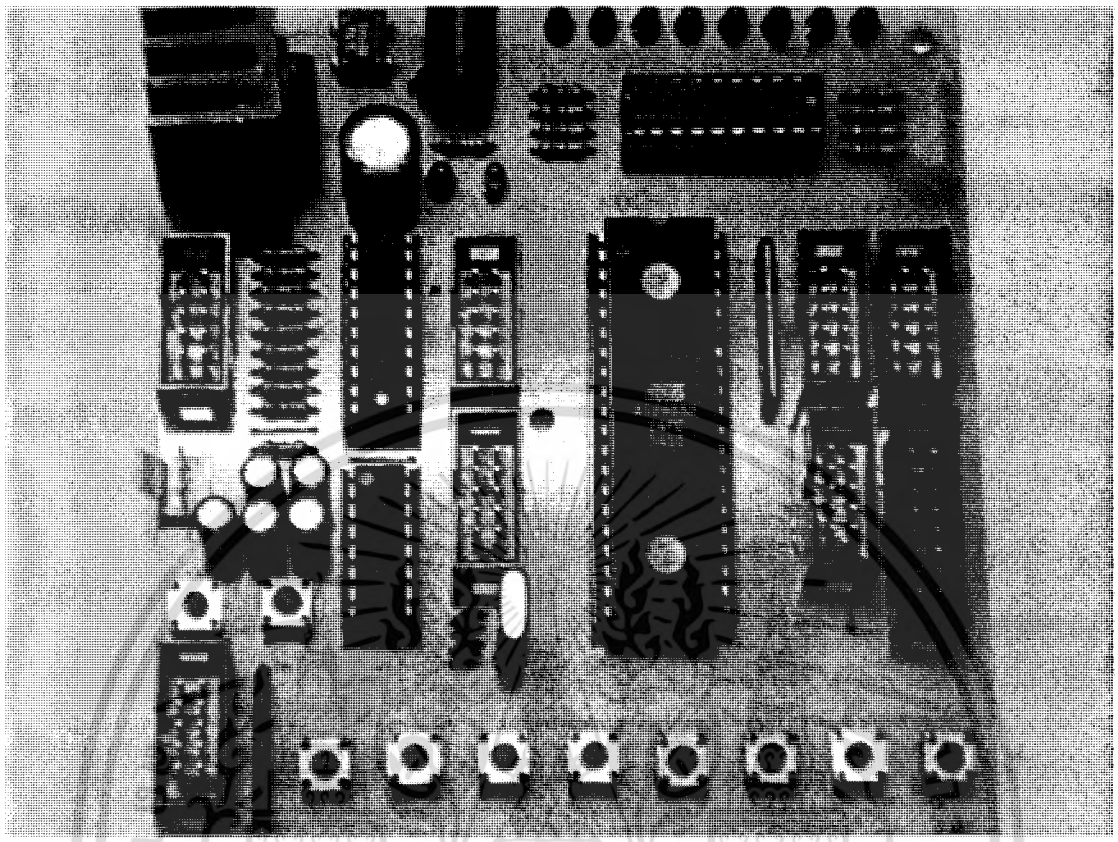
รูปที่ ก.6 เซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

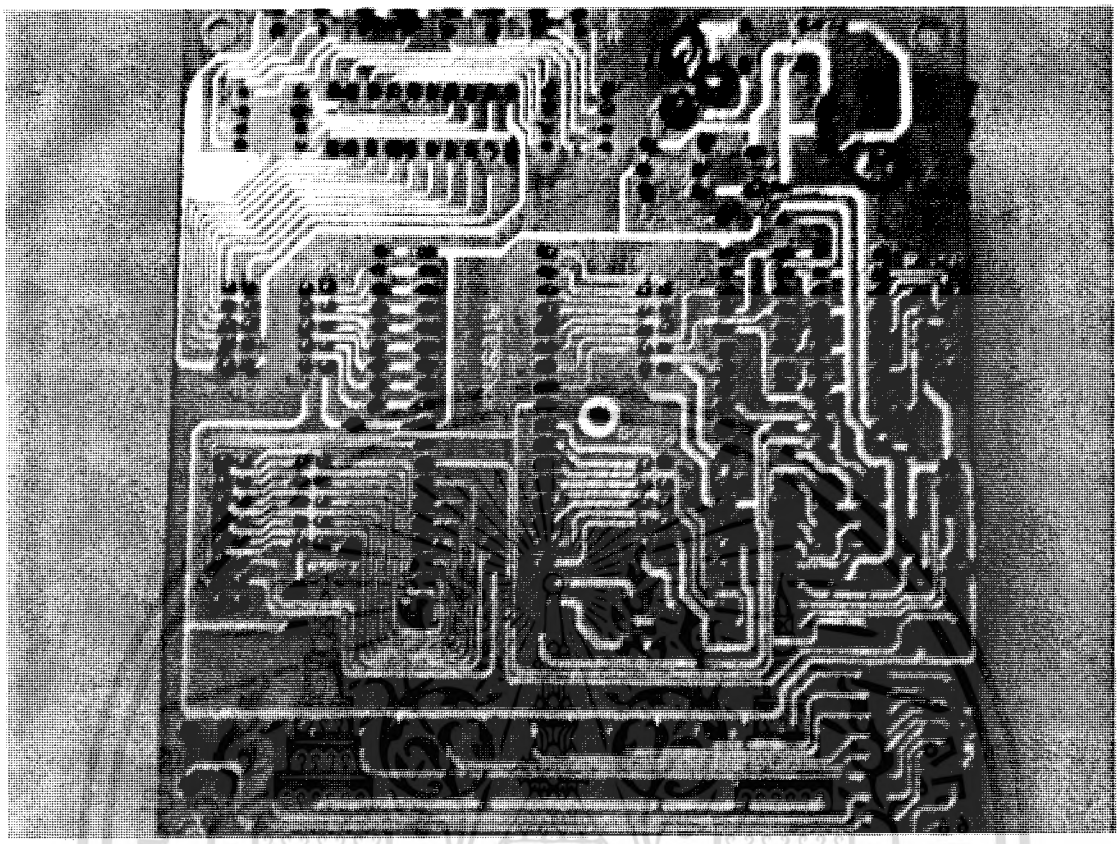
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



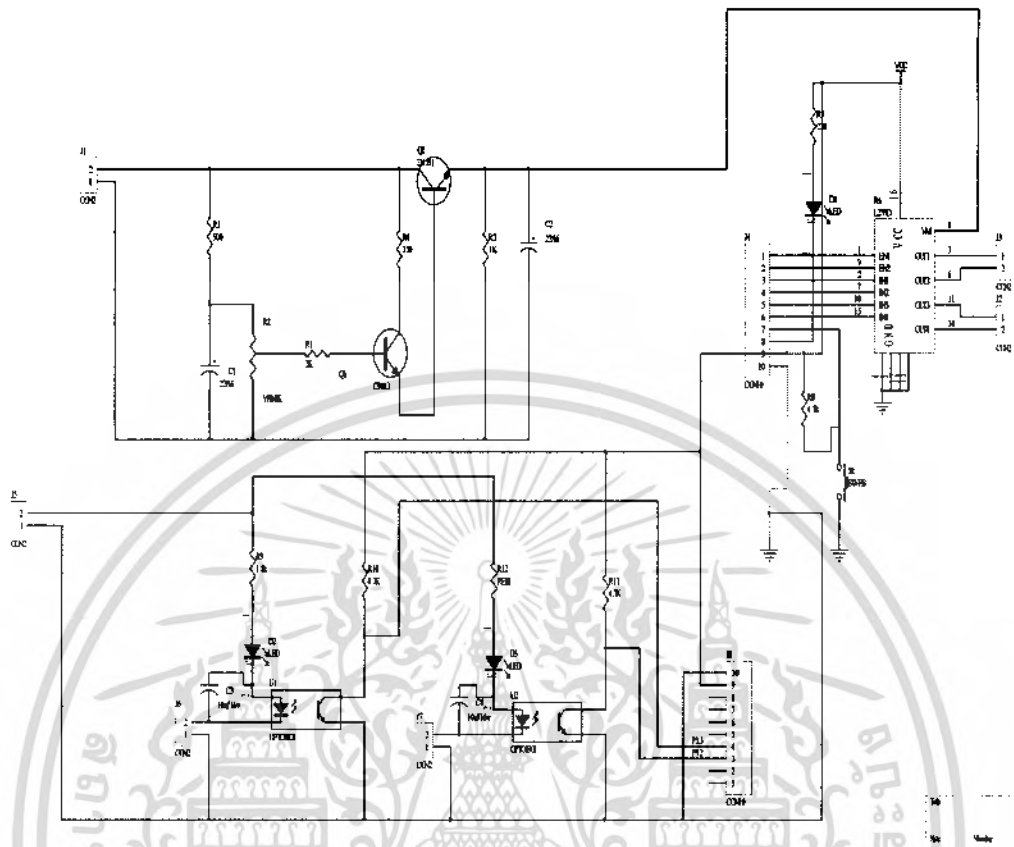
รูปที่ ข. 1 ด้านหน้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ MCS-51 เบอร์ AT89S52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



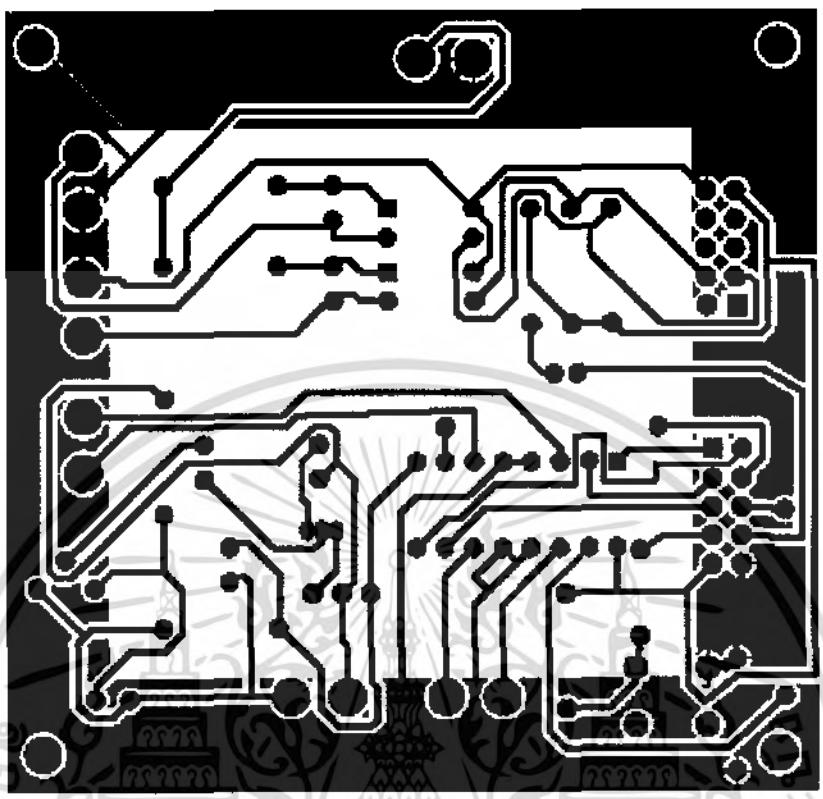
รูปที่ ข.2 ด้านหลังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ MCS-51 เบอร์ AT89S52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



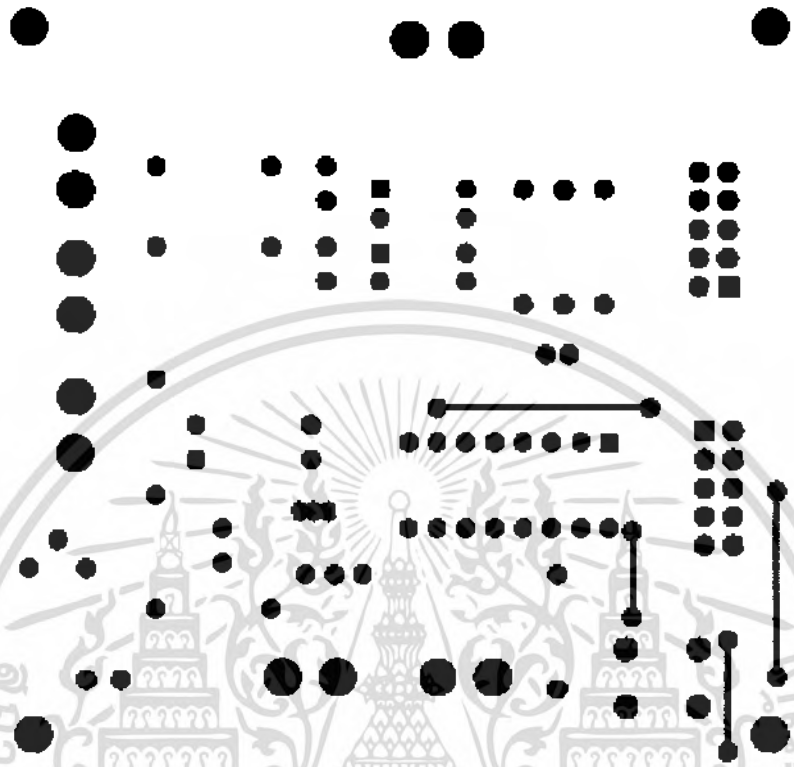
รูปที่ ข.3 วงจรบอร์ดเซนเซอร์ และ ขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



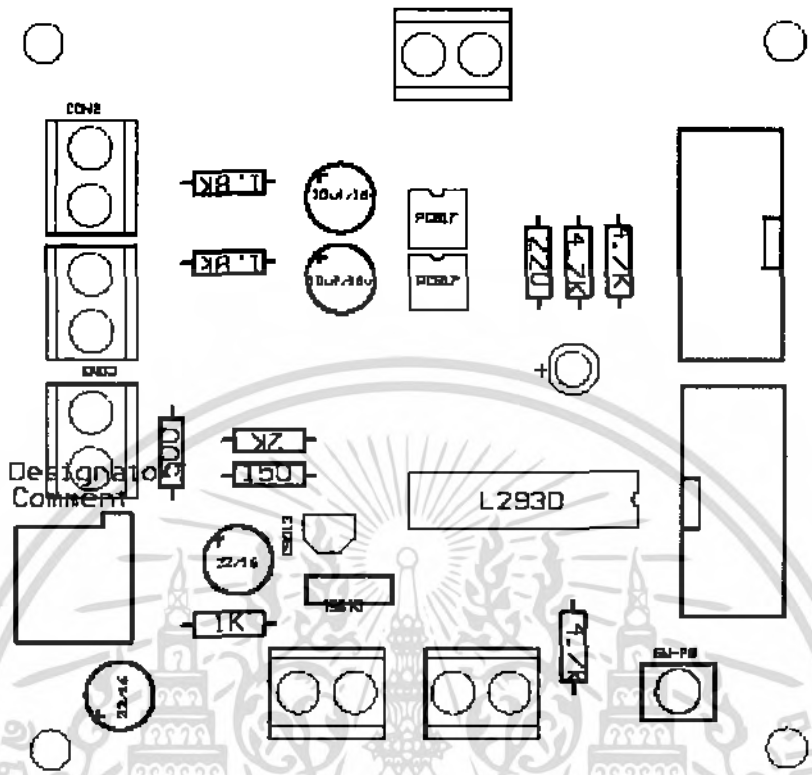
รูปที่ ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเซนเซอร์ และ ขับมอเตอร์ (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



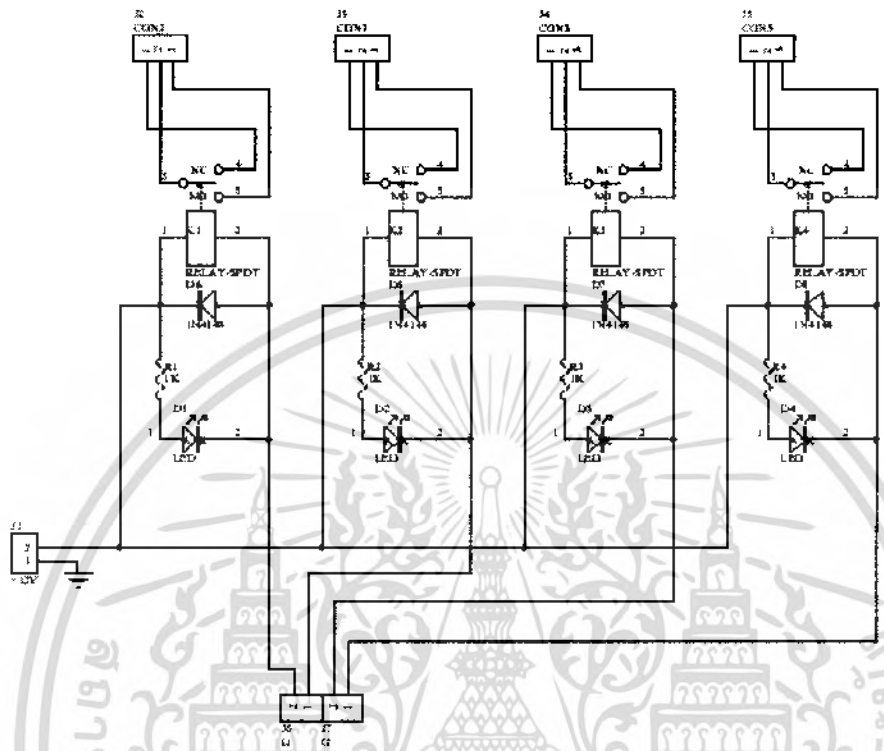
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดเอนกประสงค์ (ตำแหน่งขาด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

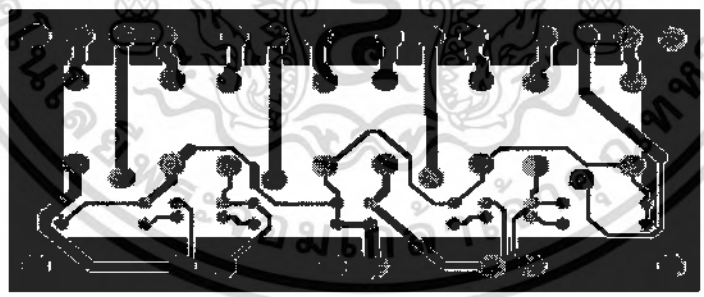


รูปที่ ข.6 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรเซนเซอร์ และ ขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

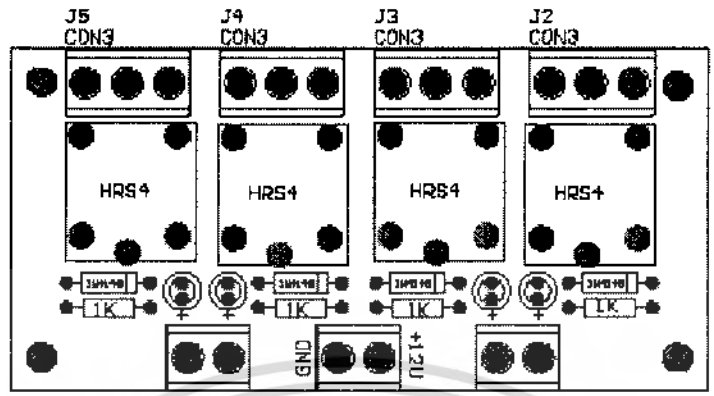


รูปที่ ข.7 วงจรบอร์ดรีเลย์



รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์บอร์ดรีเลย์ (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.9 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคขับมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
IC1	L293	1 ตัว
Q1	D2058	1 ตัว
Q2	C9013	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
สวิตช์ SW1	กดติดปล่อยดับ	1 ตัว
รีเลย์ RY1, RY2, RY3, RY4	24 VDC/ 1A	4 ตัว
Connector IDC1, IDC2, IDC3	2 ขา	3 ตัว
Connector	10 ขา	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1,R2,R3,R4,R6	1kΩ 0.25 W	5 ตัว
R5,R10,R11	4.7kΩ 0.25 W	3 ตัว
R7	150Ω 0.25 W	1 ตัว
R8	2kΩ 0.25 W	1 ตัว
R9	500Ω 0.25 W	1 ตัว
R12	220Ω 0.25 W	1 ตัว
R13,R14	1.8kΩ 0.25 W	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2	22 μF	2 ตัว
ตัวต้านทานปรับค่าได้		
VR1	10kΩ	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคเซนเซอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
OPTO1,OPTO2	PC817	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
LED1	แดง	1 ตัว
Connector	2 ขา	2 ตัว
Connector	10 ขา	1 ตัว
เซนเซอร์ LX-100		2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R10,R11	4.7kΩ 0.25 W	2 ตัว
R12	220Ω 0.25 W	1 ตัว
R13,R14	1.8kΩ 0.25 W	2 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการของอุปกรณ์ภาคประมวลผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MCS-51 เบอร์ AT89C52	1 ตัว
IC2	74Ls244	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
X-TAL	11.0592 MHz	2 ตัว
SW RESET	กดติดปล่อยดับ	1 ตัว
BRIGE	BD 104G	1 ตัว
LAGULET	LM7805	1 ตัว
SW ON-OFF	กดติดปล่อยดับ	1 ตัว
LED PROGAM	เขียว	1 ตัว
LED POWER	แดง	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3(ต่อ) รายการของอุปกรณ์ภาคประมวลผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2	33 pF	2 ตัว
C3	470 μF	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1,R2,R3,R4,R5	100 Ω 0.25 W	5 ตัว
R6,R7,R8,R9	4.7k Ω 0.25 W	4 ตัว
R10	1k Ω 0.25 W	1 ตัว
R11	10k Ω 0.25 W	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดและคุณสมบัติอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

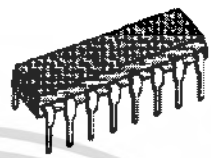
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

L293D

PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

PRELIMINARY DATA

- 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 1.5v (HIGH NOISE IMMUNITY
- INTERNAL CLAMPS DIODES



Powerdip
12+2+2

ORDERING NUMBER : L293D

DESCRIPTION

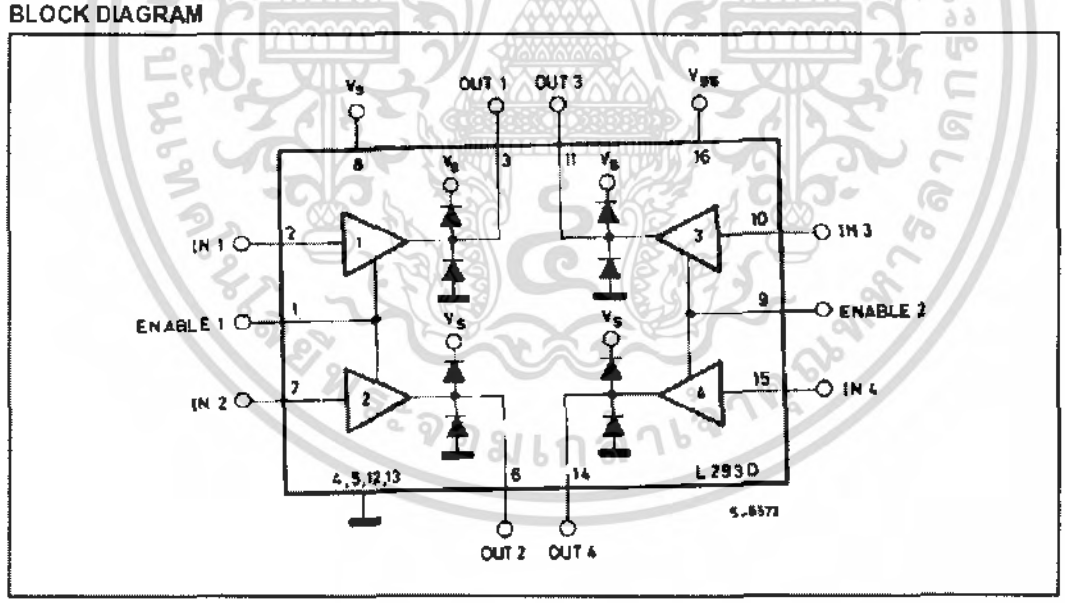
The L293D is a monolithic integrated high voltage, high current four channel vriver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoides, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges is pair of channels is equiped with an enable input. A separate supply innput is provited formthe logic, allowing operation at a low 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 packege which has 4 center pins connected together and used for heatsinking.

BLOCK DIAGRAM

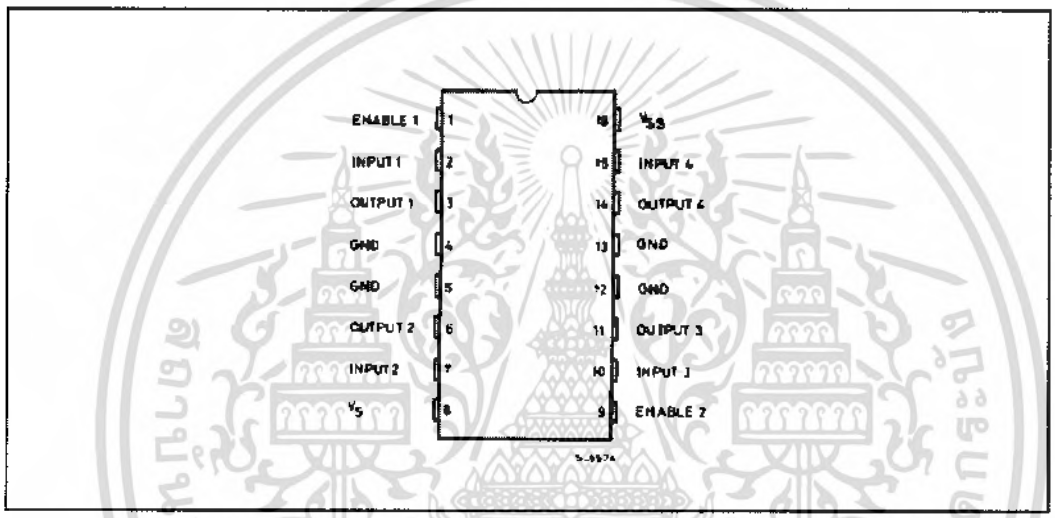


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 (100µs non repetitive)	1.2	A
P_{tot}	Total power dissipation at $T_{ground-pins}$ = 80°C	5	W
T_{stg}, Tj	Storage and junction temperature	-40 to 150	°C

CONNECTION DIAGRAM



THERMAL DATA

Symbol	Parameter		Value	Unit
Rth-j-case	Thermal resistance junction-case	max	14	°C/W
Rth j-case	Thermal resistance junction-ambient	max	80	°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (For each channel, V_s = 24V, V_{ss} = 5V, T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_s	Supply voltage		V_{ss}		36	V
V_{ss}	Logic supply voltage (pin 16)		4.5		36	V
I_s	Total quiescent supply current (pin 8)	V_i = L I_o = 0 V_{en} = H		2	6	mA
		V_i = H I_o = 0 V_{en} = H		16	24	
		V_{en} = L			4	
I_{ss}	Total quiescent logic supply current (pin 16)	V_i = L I_o = 0 V_{en} = H		44	60	mA
		V_i = H I_o = 0 V_{en} = H		16	22	
		V_{en} = L		16	24	
V_{IL}	Input low voltage (pin 2, 7, 10, 15)		-0.3		1.5	V
V_{IH}	Input high voltage (pin 2, 7, 10, 15)	$V_{ss} \leq 7V$	2.3		V_{ss}	V
		$V_{ss} > 7V$	2.3		7	
I_{IL}	Low voltage input current (pin 2, 7, 10, 15)	V_{IL} = 1.5V			-10	µA
I_{IH}	High voltage input current (pin 2, 7, 10, 15)	$2.3 \leq V_{IH} \leq V_{ss}$ -0.6V		30	100	µA
V_{enL}	Enable low voltage (pin 1, 9)		-0.3		1.5	V
V_{enH}	Enable high voltage (pin 1, 9)	$V_{ss} \leq 7V$	2.3		V_{ss}	V
		V_{ss} 7V	2.3		7	
I_{enL}	Low voltage enable current (pin 1, 9)	V_{enL} = 1.5V		-30	-100	µA
I_{enH}	High voltage enable current (pin 1, 9)	$2.3V \leq V_{enH} \leq V_{ss}$ -0.6V			± 10	µA
V_{CEsatH}	Source output saturation voltage (pin 3, 6, 11, 14)	I_o = -0.6A		1.4	1.8	V
V_{CEsatL}	Sink output saturation voltage (pins 3, 6, 11, 14)	I_o +0.6A			1.2	1.8
V_F	Clamp diode forward voltage	I_o = 600 mA		1.3		V
t_r	Rise time (*)	0.1 to 0.9 V_o		250		ns
t_f	Fall time (*)	0.9 to 0.1 V_o		250		ns
t_{on}	Turn-on delay (*)	0.5 V_i to 0.5 V_o		750		ns
t_{off}	Turn-off delay (*)	0.5 V_i to 0.5 V_o		200		ns

(*) See fig. 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

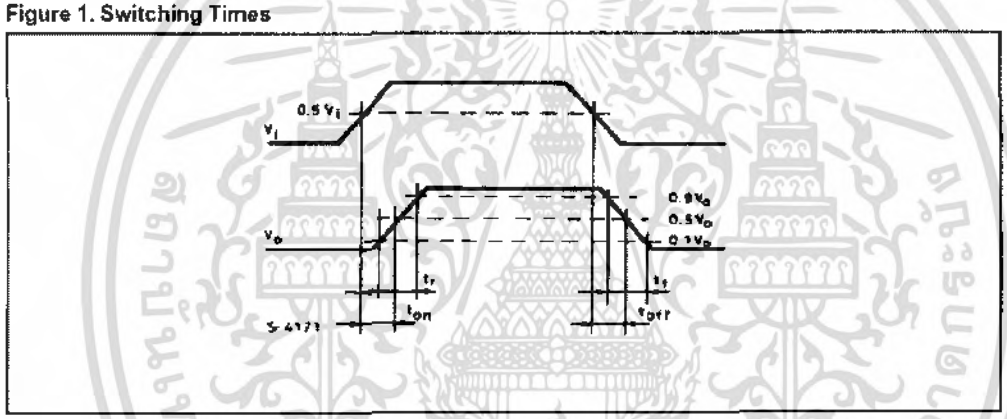
TRUTH TABLE (One channel)

INPUT	ENABLE (*)	OUTPUT
H	H	H
L	H	L
H	L	Z
L	L	Z

Z = High output impedance

(*) Relative to the considered channel

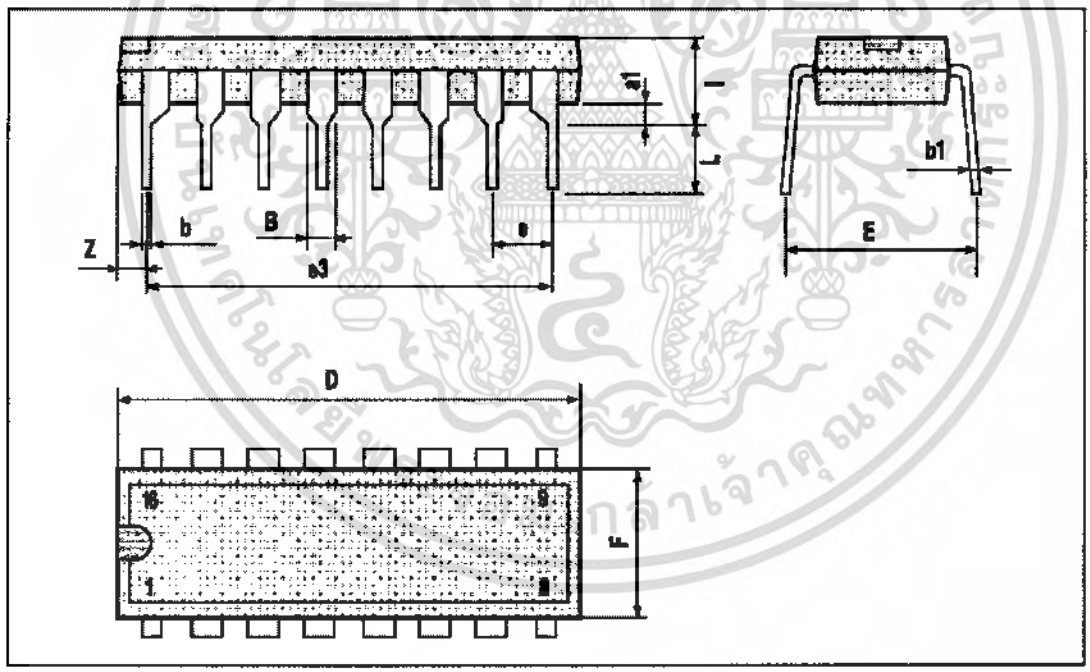
Figure 1. Switching Times



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POWERDIP 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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC817 Series

High Density Mounting Type Photocoupler

+ Lead forming type (I type) and taping reel type (P type) are also available. (PC817I/PC817P)
++ TÜV (VDE0884) approved type is also available as an option.

■ Features

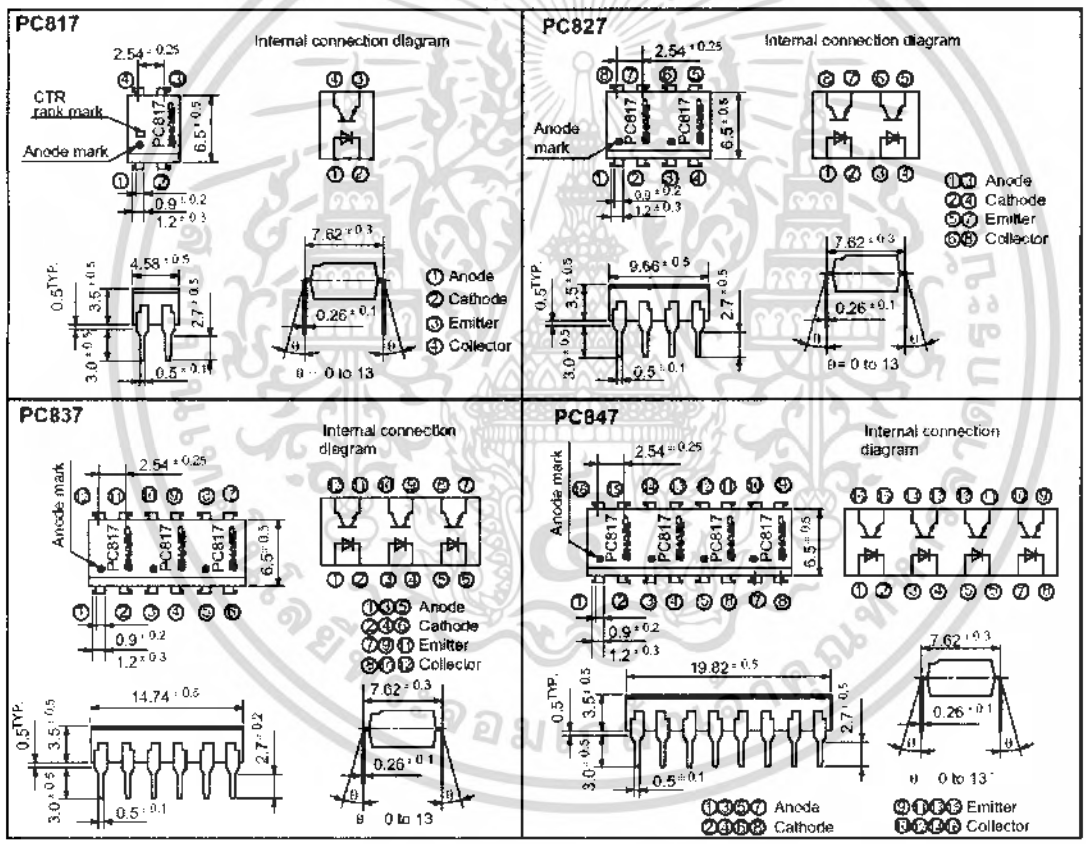
1. Current transfer ratio
   (CTR: MIN. 50% at I_F = 5mA, V_{CE}=5V)
2. High isolation voltage between input and output (V_{iso}: 5 000V_{rms})
3. Compact dual-in-line package
   PC817: 1-channel type
   PC827: 2-channel type
   PC837: 3-channel type
   PC847: 4-channel type
4. Recognized by UL, file No. E64380

■ Applications

1. Computer terminals
2. System appliances, measuring instruments
3. Registers, copiers, automatic vending machines
4. Electric home appliances, such as fan heaters, etc.
5. Signal transmission between circuits of different potentials and impedances

■ Outline Dimensions

(Unit: mm)



" In the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that occur in equipment using any of SHARP's devices, shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest version of the device specification sheets before using any SHARP's device "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ Absolute Maximum Ratings (Ta= 25°C)

Parameter		Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I_F	50	mA
	*1Peak forward current	I_{FM}	1	A
	Reverse voltage	V_R	6	V
	Power dissipation	P	70	mW
Output	Collector-emitter voltage	V_{CEO}	35	V
	Emitter-collector voltage	V_{ECO}	6	V
	Collector current	I_C	50	mA
	Collector power dissipation	P_C	150	mW
Total power dissipation		P_{tot}	200	mW
*2Isolation voltage		V_{iso}	5 000	V_{rms}
Operating temperature		T_{opr}	- 30 to + 100	°C
Storage temperature		T_{stg}	- 55 to + 125	°C
*3Soldering temperature		T_{sol}	260	°C

*1 Pulse width <=100μs, Duty ratio : 0.001
*2 40 to 60% RH, AC for 1 minute
*3 For 10 seconds

■ Electro-optical Characteristics (Ta= 25°C)

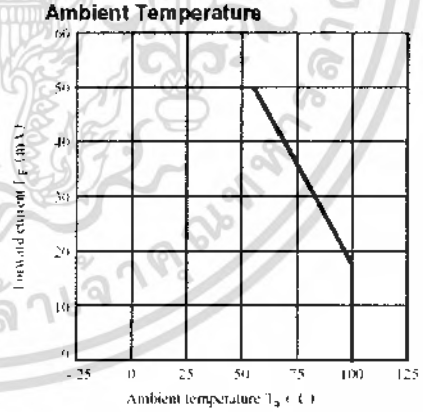
Parameter			Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Input	Forward voltage		V_F	I_F= 20mA	-	1.2	1.4	V
	Peak forward voltage		V_{FM}	I_{FM} = 0.5A	-	-	3.0	V
	Reverse current		I_R	V_R = 4V	-	-	10	μA
	Terminal capacitance		C_t	V = 0, f = 1kHz	-	30	250	pF
Output	Collector dark current		I_{CEO}	V_{CE} = 20V	-	-	10^{-7}	A
Transfer characteristics	*4Current transfer ratio		CTR	I_F= 5mA, V_{CE} = 5V	50	-	600	%
	Collector-emitter saturation voltage		$V_{CE(sat)}$	I_F = 20mA, I_C = 1mA	-	0.1	0.2	V
	Isolation resistance		R_{ISO}	DC 500V, 40 to 60% RH	5×10^{10}	10^{11}	-	Ω
	Floating capacitance		C_f	V = 0, f = 1MHz	-	0.6	1.0	pF
	Cut-off frequency		f_c	V_{CE} = 5V, I_C = 2mA, R_L = 100Ω, -3dB	-	80	-	kHz
	Response time	Rise time	t_r	V_{CE} = 2V, I_C = 2mA, R_L = 100Ω	-	4	18	μs
		Fall time	t_f		-	3	18	μs

*4 Classification table of current transfer ratio is shown below.

Model No.	Rank mark	CTR (%)
PC817A	A	80 to 160
PC817B	B	130 to 260
PC817C	C	200 to 400
PC817D	D	300 to 600
PC8☆7AB	A or B	80 to 260
PC8☆7BC	B or C	130 to 400
PC8☆7CD	C or D	200 to 600
PC8☆7AC	A, B or C	80 to 400
PC8☆7BD	B, C or D	130 to 600
PC8☆7AD	A, B, C or D	80 to 600
PC8☆7	A, B, C, D or No mark	50 to 600

☆ : 1 or 2 or 3 or 4

Fig. 1 Forward Current vs. Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 2 Collector Power Dissipation vs. Ambient Temperature

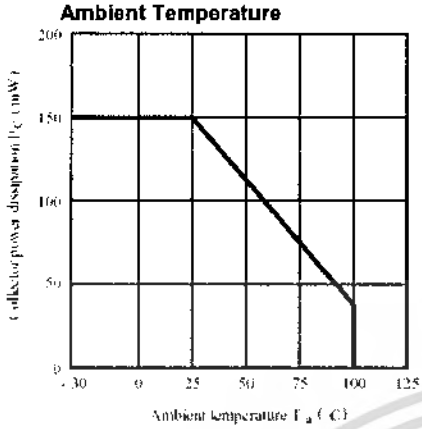


Fig. 3 Peak Forward Current vs. Duty Ratio

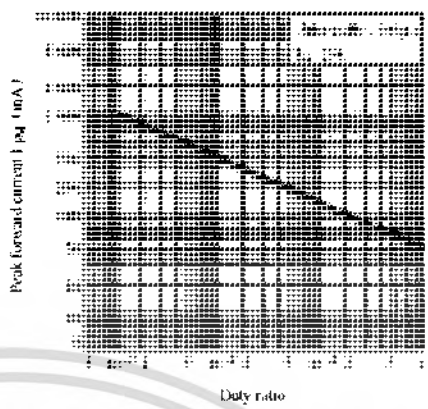


Fig. 4 Current Transfer Ratio vs. Forward Current

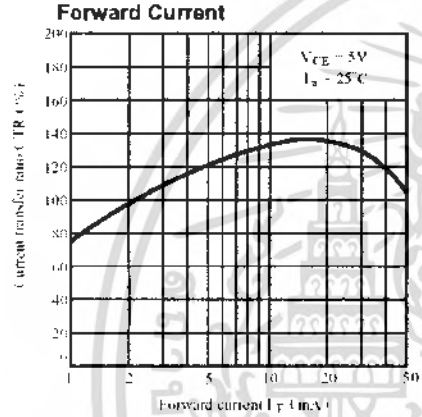


Fig. 5 Forward Current vs. Forward Voltage

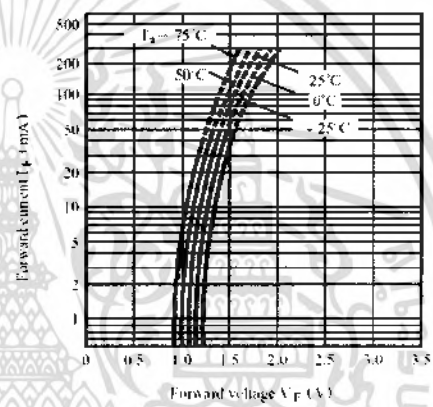


Fig. 6 Collector Current vs. Collector-emitter Voltage

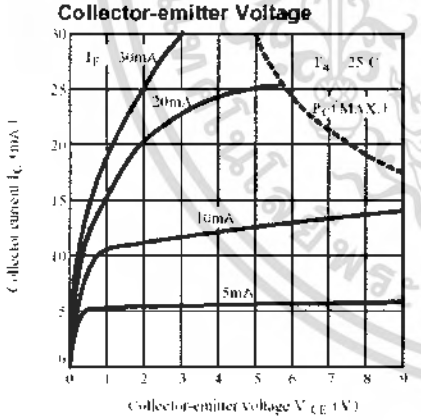
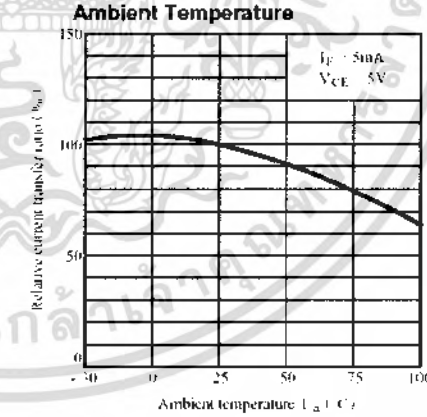


Fig. 7 Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 8 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Ambient Temperature

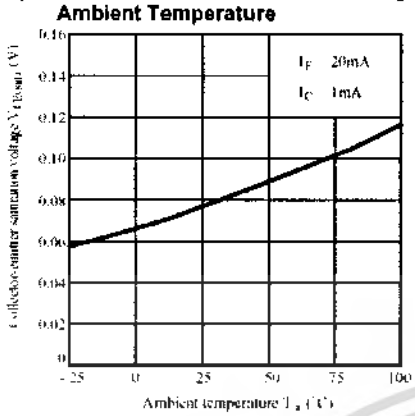


Fig. 9 Collector Dark Current vs. Ambient Temperature

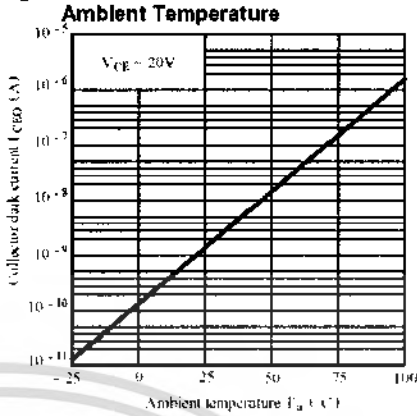


Fig.10 Response Time vs. Load Resistance

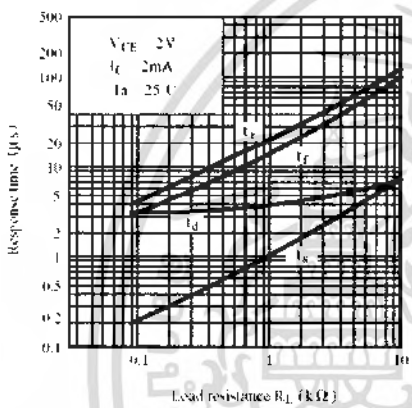
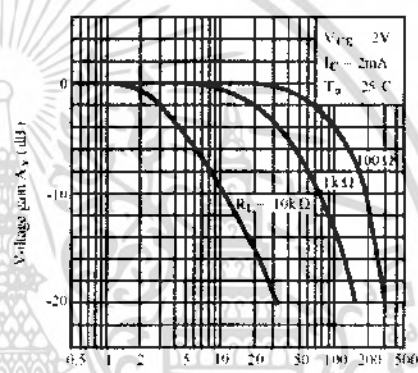


Fig.11 Frequency Response



Test Circuit for Response Time

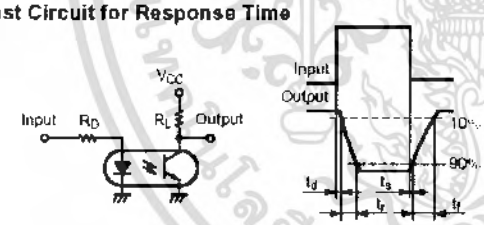
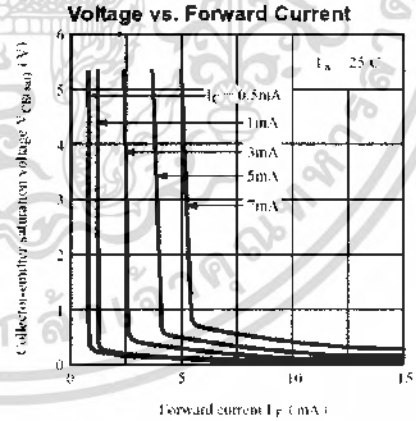
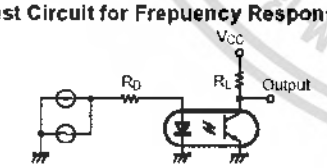


Fig.12 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Forward Current



Test Circuit for Frepuency Response



● Please refer to the chapter "Precautions for Use"

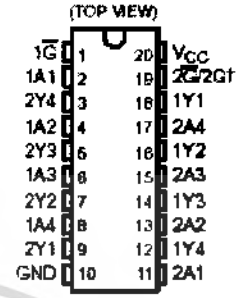
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54LS240, SN54LS241, SN54LS244, SN54S240, SN54S241, SN54S244
SN74LS240, SN74LS241, SN74LS244, SN74S240, SN74S241, SN74S244
OCTAL BUFFERS AND LINE DRIVERS WITH 3-STATE OUTPUTS

SDLS144B – APRIL 1988 – REVISED FEBRUARY 2002

- 3-State Outputs Drive Bus Lines or Buffer Memory Address Registers
- PNP Inputs Reduce DC Loading
- Hysteresis at Inputs Improves Noise Margins

SN54LS', SN54S' . . . J OR W PACKAGE
SN74LS240, SN74LS244 . . . DB, DW, N, OR NS PACKAGE
SN74LS241 . . . DW, N, OR NS PACKAGE
SN74S' . . . DW OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



† 2G for 'LS241 and 'S241 or $\overline{2G}$ for all other drivers.

SN54LS', SN54S' . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)

† 2G for 'LS241 and 'S241 or $\overline{2G}$ for all other drivers.

description

These octal buffers and line drivers are designed specifically to improve both the performance and density of three-state memory address drivers, clock drivers, and bus-oriented receivers and transmitters. The designer has a choice of selected combinations of inverting and noninverting outputs, symmetrical, active-low output-control ($\overline{G}$) inputs, and complementary output-control (G and $\overline{G}$) inputs. These devices feature high fan-out, improved fan-in, and 400-mV noise margin. The SN74LS' and SN74S' devices can be used to drive terminated lines down to 133 Ω.

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

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

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

T_A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP – N	Tube	SN74LS240N	SN74LS240N
			SN74LS241N	SN74LS241N
			SN74LS244N	SN74LS244N
			SN74S240N	SN74S240N
			SN74S241N	SN74S241N
			SN74S244N	SN74S244N
	SOIC – DW	Tube	SN74LS240DW	LS240
		Tape and reel	SN74LS240DWR	
		Tube	SN74LS241DW	LS241
		Tape and reel	SN74LS241DWR	
		Tube	SN74LS244DW	LS244
		Tape and reel	SN74LS244DWR	
		Tube	SN74S240DW	S240
		Tape and reel	SN74S240DWR	
		Tube	SN74S241DW	S241
		Tape and reel	SN74S241DWR	
		Tube	SN74S244DW	S244
		Tape and reel	SN74S244DWR	
	SOP – NS	Tube	SN74LS240NSR	74LS240
			SN74LS241NSR	74LS241
			SN74LS244NSR	74LS244
	SSOP – DB	Tape and reel	SN74LS240DBR	LS240
			SN74LS244DBR	LS244

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION (CONTINUED)

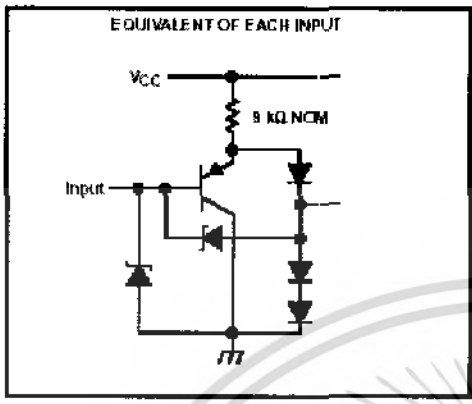
T_A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
–55°C to 125°C	CDIP – J	Tube	SN54LS240J	SN54LS240J
			SNJ54LS240J	SNJ54LS240J
			SN54LS241J	SN54LS241J
			SNJ54LS241J	SNJ54LS241J
			SN54LS244J	SN54LS244J
			SNJ54LS244J	SNJ54LS244J
			SN54S240J	SN54S240J
			SNJ54S240J	SNJ54S240J
			SN54S241J	SN54S241J
			SNJ54S241J	SNJ54S241J
			SN54S244J	SN54S244J
			SNJ54S244J	SNJ54S244J
	CFP – W	Tube	SNJ54LS240W	SNJ54LS240W
			SNJ54LS241W	SNJ54LS241W
			SNJ54LS244W	SNJ54LS244W
			SNJ54S240W	SNJ54S240W
			SNJ54S241W	SNJ54S241W
			SNJ54S244W	SNJ54S244W
	LCCC – FK	Tube	SNJ54LS240FK	SNJ54LS240FK
			SNJ54LS241FK	SNJ54LS241FK
			SNJ54LS244FK	SNJ54LS244FK
			SNJ54S240FK	SNJ54S240FK
			SNJ54S241FK	SNJ54S241FK
			SNJ54S244FK	SNJ54S244FK

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

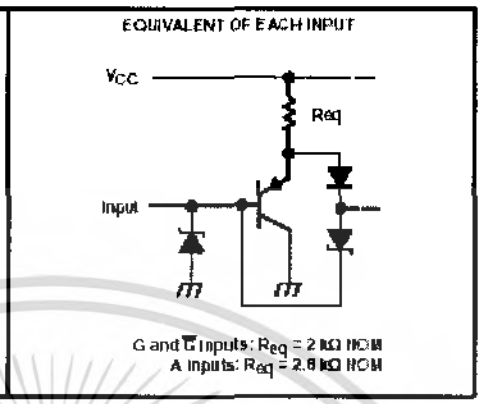
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

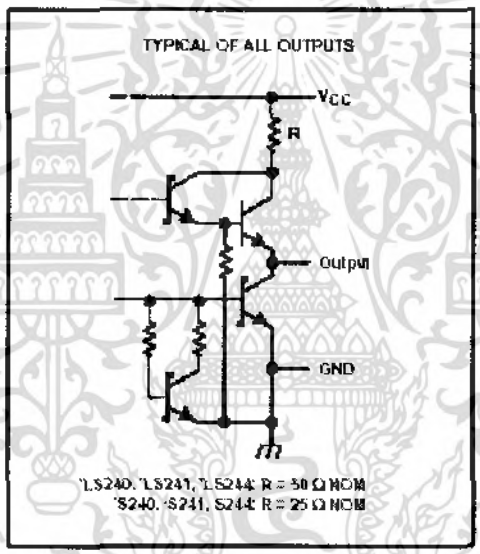
schematics of inputs and outputs

'LS240, 'LS241, 'LS244



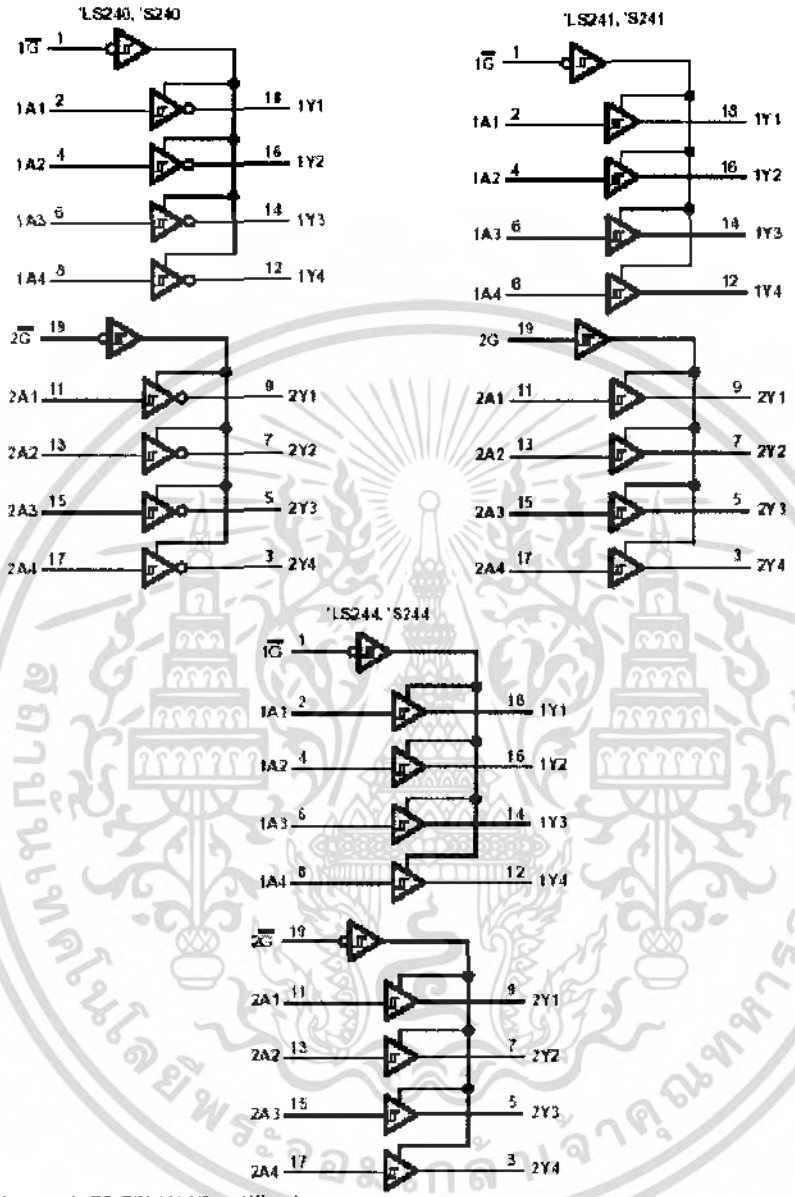
'S240, 'S241, 'S244





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

logic diagram



Pin numbers shown are for DB, DW, J, N, NS, and W packages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1) ..... 7 V
Input voltage, V_I: 'LS ..... 7 V
'S ..... 5.5 V
Off-state output voltage ..... 5.5 V
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): DB package ..... 70°C/W
DW package ..... 58°C/W
N package ..... 69°C/W
NS package ..... 60°C/W
Storage temperature range, T_{stg} ..... –65°C to 150°C

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

NOTES: 1. Voltage values are with respect to network ground terminal.
2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions

		SN54LS'			SN74LS'			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V_{CC}	Supply voltage (see Note 1)	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High-level input voltage	2			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage			0.7			0.8	V
I_{OH}	High-level output current			–12			–15	mA
I_{OL}	Low-level output current			12			24	mA
T_A	Operating free-air temperature	–55		125	0		70	°C

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†			SN54LS'			SN74LS'			UNIT
				MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IK}	V_{CC} = MIN,	I_I = −18 mA				−1.5			−1.5	V
Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	V_{CC} = MIN			0.2	0.4		0.2	0.4		V
V_{OH}	V_{CC} = MIN, I_{OH} = −3 mA	V_{IH} = 2 V,	V_{IL} = MAX,	2.4	3.4		2.4	3.4		V
	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX	V_{IH} = 2 V,	V_{IL} = 0.5 V,	2			2			
V_{OL}	V_{CC} = MIN, V_{IL} = MAX	V_{IH} = 2 V,	I_{OL} = 12 mA			0.4			0.4	V
			I_{OL} = 24 mA						0.5	
I_{OZH}	V_{CC} = MAX, V_{IL} = MAX	V_{IH} = 2 V,	V_O = 2.7 V			20			20	µA
I_{OZL}	V_{CC} = MAX, V_{IL} = MAX	V_{IH} = 2 V,	V_O = 0.4 V			−20			−20	µA
I_I	V_{CC} = MAX,	V_I = 7 V				0.1			0.1	mA
I_{IH}	V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7 V				20			20	µA
I_{IL}	V_{CC} = MAX,	V_{IL} = 0.4 V				−0.2			−0.2	mA
I_{OS}§	V_{CC} = MAX,			−40		−225	−40		−225	mA
I_{CC}	V_{CC} = MAX, Output open	Outputs high	All		17	27		17	27	mA
		Outputs low	'LS240		28	44		28	44	
			'LS241, 'LS244		27	48		27	48	
		Outputs disabled	'LS240		29	50		29	50	
			'LS241, 'LS244		32	54		32	54	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.

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

PARAMETER	TEST CONDITIONS		'LS240			'LS241, 'LS244			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
t_{PLH}	R_L = 667 Ω,	C_L = 45 pF		9	14		12	18	ns
t_{PHL}				12	18		12	18	
t_{PZL}	R_L = 667 Ω,	C_L = 45 pF		20	30		20	30	ns
t_{PZH}				15	23		15	23	
t_{PLZ}	R_L = 667 Ω,	C_L = 5 pF		10	20		10	20	ns
t_{PHZ}				15	25		15	25	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

recommended operating conditions

		SN54S'			SN74S'			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V_{CC}	Supply voltage (see Note 1)	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High-level input voltage	2			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage			0.8			0.8	V
I_{OH}	High-level output current			−12			−15	mA
I_{OL}	Low-level output current			48			64	mA
	External resistance between any input and V_{CC} or ground			40			40	kΩ
T_A	Operating free-air temperature (see Note 3)	−55		125	0		70	°C

NOTES: 1. Voltage values are with respect to network ground terminal.
3. An SN54S241J operating at free-air temperature above 116°C requires a heat sink that provides a thermal resistance from case to free air, $R_{\theta CA}$, of not more that 40°C/W.

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†			SN54S'			SN74S'			UNIT
				MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IK}	V_{CC} = MIN, I_I = −18 mA					−1.2			−1.2	V
Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	V_{CC} = MIN			0.2	0.4		0.2	0.4		V
V_{OH}	V_{CC} = MIN, I_{OH} = −1 mA	V_{IH} = 2 V,	V_{IL} = 0.8 V,				2.7			V
	V_{CC} = MIN, I_{OH} = −3 mA	V_{IH} = 2 V,	V_{IL} = 0.8 V,	2.4	3.4		2.4	3.4		
	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX	V_{IH} = 2 V,	V_{IL} = 0.5 V,	2			2			
V_{OL}	V_{CC} = MIN, I_{OL} = MAX	V_{IH} = 2 V,	V_{IL} = 0.8 V,			0.55			0.55	V
I_{OZH}	V_{CC} = MAX, V_{IL} = 0.8 V	V_{IH} = 2 V,	V_O = 2.4 V			50			50	µA
I_{OZL}	V_{CC} = MAX, V_{IL} = 0.8 V	V_{IH} = 2 V,	V_O = 0.5 V			−50			−50	µA
I_I	V_{CC} = MAX,	V_I = 5.5 V				1			1	mA
I_{IH}	V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7 V				50			50	µA
I_{IL}	V_{CC} = MAX,	V_I = 0.5 V	Any A			−400			−400	µA
			Any G			−2			−2	mA
I_{OS}§	V_{CC} = MAX			−50		−225	−50		−225	mA
I_{CC}	V_{CC} = MAX, Output open	Outputs high	'S240		85	123		85	135	mA
			'S241, 'S244		95	147		95	160	
		Outputs low	'S240		100	146		100	150	
			'S241, 'S244		120	170		120	180	
		Outputs disabled	'S240		100	146		100	150	
			'S241, 'S244		120	170		120	180	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
§ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.

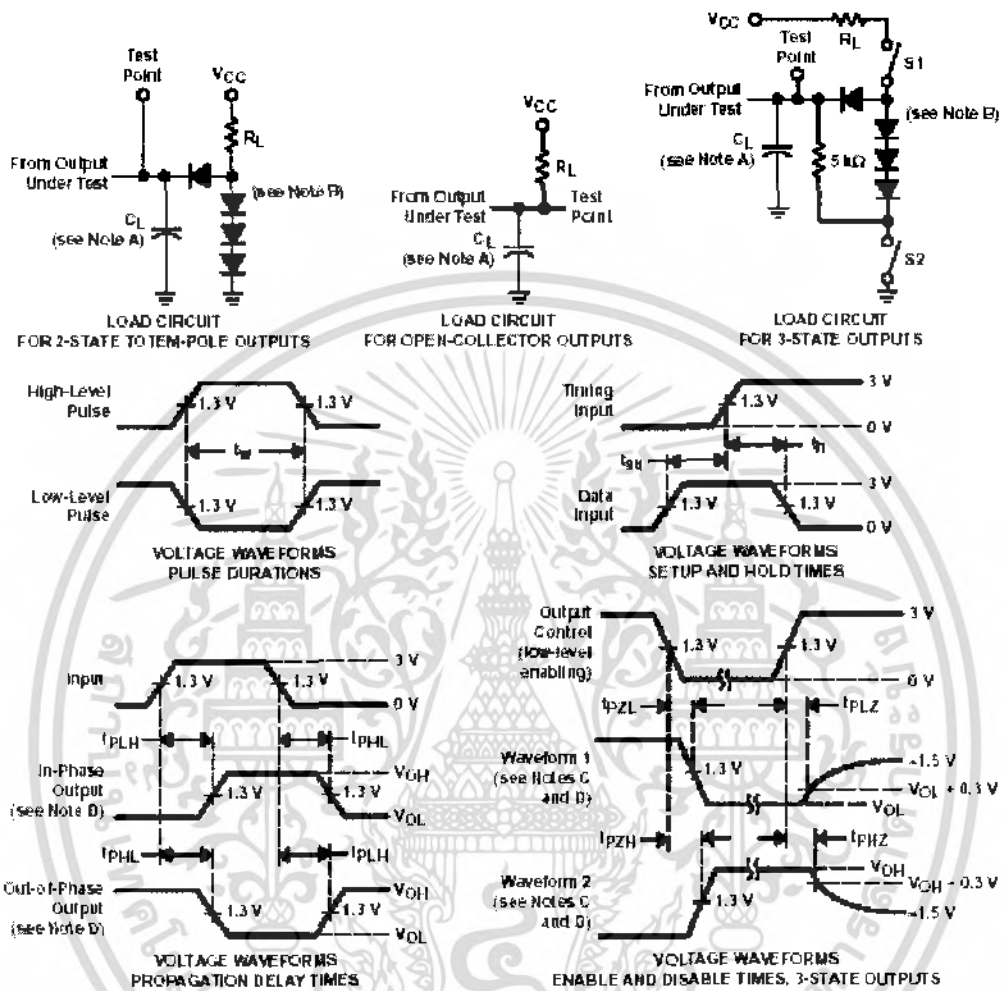
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Figure 2)

PARAMETER	TEST CONDITIONS		'S240			'S241, 'S244			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
t_{PLH}	R_L = 90 Ω	C_L = 50 pF		4.5	7		6	9	ns
t_{PHL}				4.5	7		6	9	
t_{PZL}	R_L = 90 Ω	C_L = 50 pF		10	15		10	15	ns
t_{PZH}				6.5	10		8	12	
t_{PLZ}	R_L = 90 Ω	C_L = 5 pF		10	15		10	15	ns
t_{PHZ}				8	9		6	9	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION
SERIES 54LS/74LS DEVICES

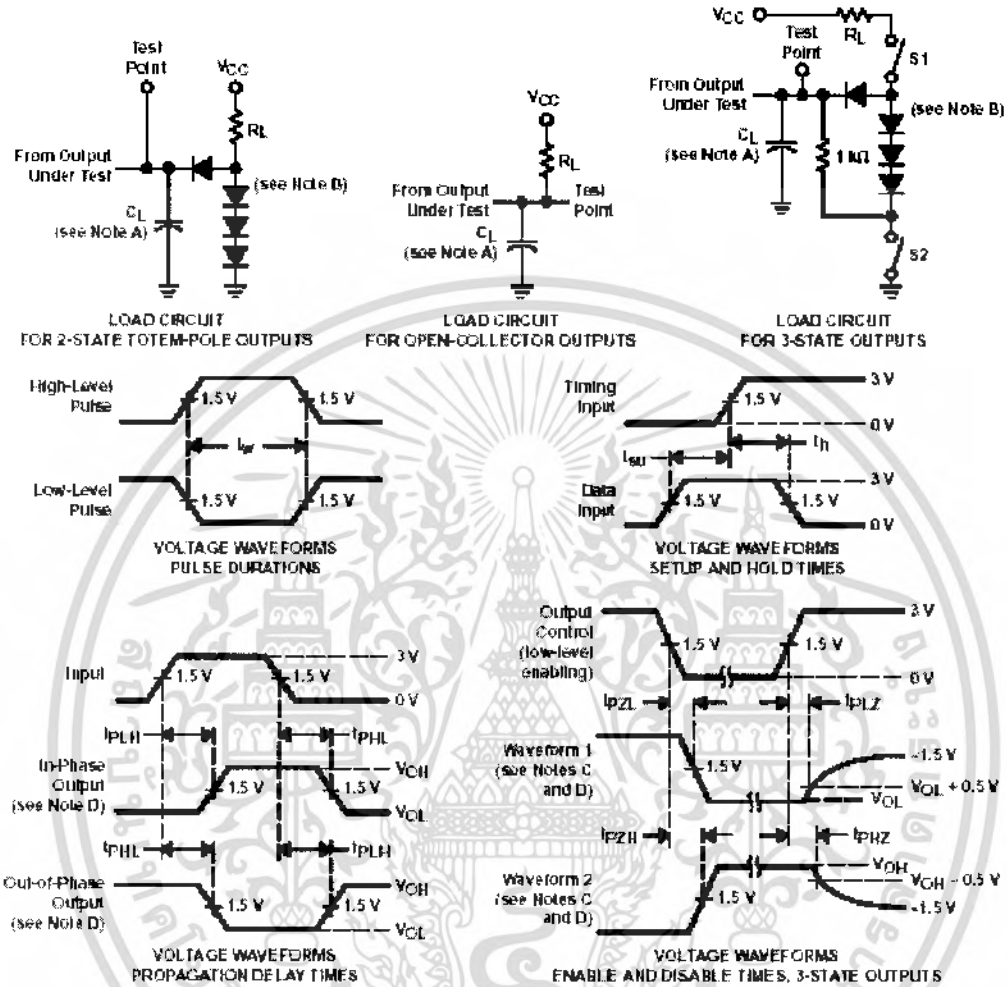


NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. All diodes are 1N3064 or equivalent.
C. Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.
D. S1 and S2 are closed for t_{PLH}, t_{PHL}, t_{PHZ}, and t_{PLZ}; S1 is open and S2 is closed for t_{PZH}; S1 is closed and S2 is open for t_{PZL}.
E. Phase relationships between inputs and outputs have been chosen arbitrarily for these examples.
F. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics: PRR ≤ 1 MHz, Z_O = 50 Ω, t_r ≤ 15 ns, t_f ≤ 6 ns.
G. The outputs are measured one at a time with one input transition per measurement.

Figure 1. Load Circuits and Voltage Waveforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION
SERIES 54S/74S DEVICES

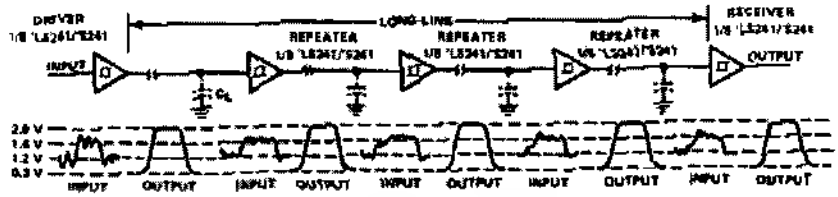


NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. All diodes are 1N3064 or equivalent.
C. Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.
D. S1 and S2 are closed for t_{PLH}, t_{PHL}, t_{PHZ}, and t_{PLZ}; S1 is open and S2 is closed for t_{PZH}; S1 is closed and S2 is open for t_{PZL}.
E. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics: PRR ≤ 1 MHz, Z_O = 50 Ω, t_r and t_f ≤ 7 ns for Series 54/74 devices and t_r and t_f ≤ 2.5 ns for Series 54S/74S devices.
F. The outputs are measured one at a time with one input transition per measurement.

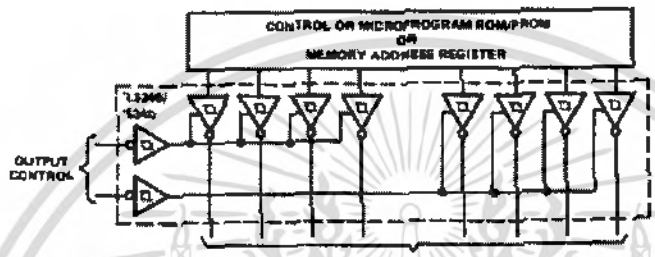
Figure 2. Load Circuits and Voltage Waveforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

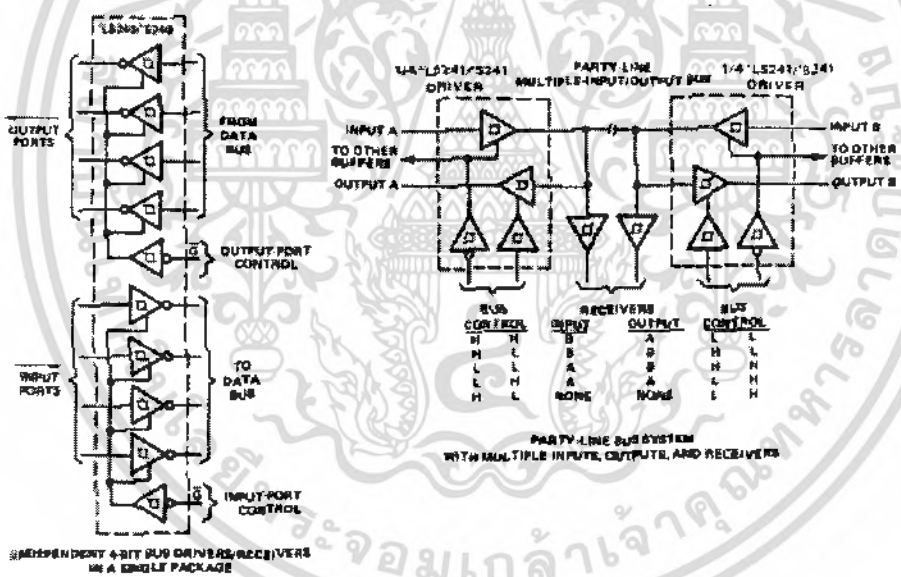


'LS241, 'S241 USED AS REPEATER/LEVEL RESTORER



SYSTEM AND/OR MEMORY-ADDRESS BUS

'LS240/'S240 USED AS SYSTEM AND/OR MEMORY BUS DRIVER. 4-BIT ORGANIZATION CAN BE APPLIED TO HANDLE BINARY OR BCD



8 INDEPENDENT 4-BIT BUS DRIVERS/RECEIVERS IN A SINGLE PACKAGE

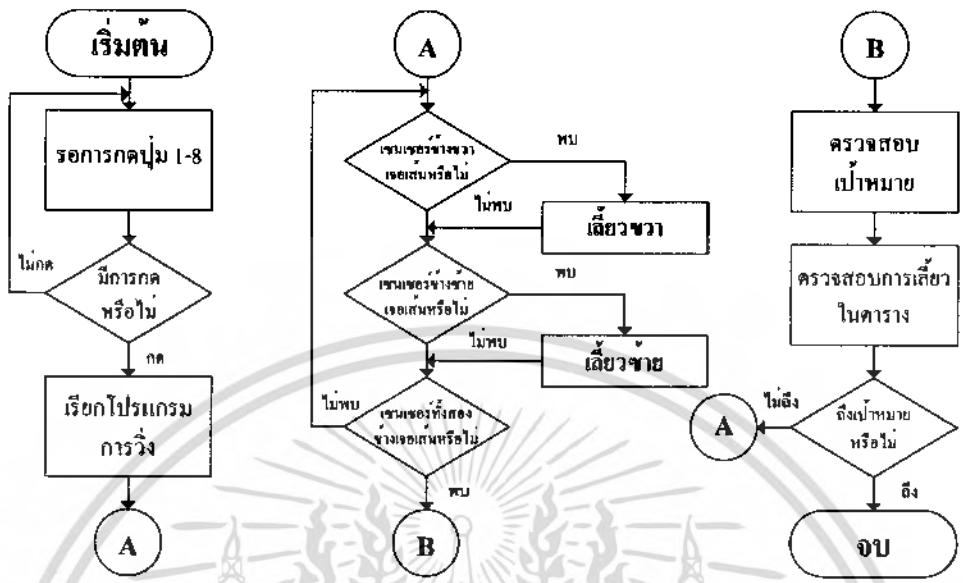
PARTY-LINE BUS SYSTEM
WITH MULTIPLE INPUTS, OUTPUTS, AND RECEIVERS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.1 ผังงานโปรแกรมของหุ่นยนต์เดินตามเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมหุ่นยนต์เดินตามเส้น

```
;*****************************************************************
*******
;   Program    :  Motor
;   Filename   :  LAB0101.ASM
;  Data              :  7 jan 2006
;*****************************************************************
*******
       ORG    0000H
       MOV    A,#00H
       MOV    R3,#00H
       MOV    P1,A
MAIN:  MOV    A,P2
       CJNE   A,#7FH,MAIN
;-----------------------------------------------------------------
-----------------------------
LOOP:  MOV    A,#2BH
       MOV    P1,A

CHK1:  MOV    A,P3
       ANL    A,#00001000B

       CJNE   A,#0001000B,CHK2
       ACALL       TURN_R
;-----------------------------------------------------------------
-----------------------------
CHK2:  MOV    A,P3
       ANL    A,#00000100B
       CJNE   A,#00000100B,LOOP
       ACALL  TURN_L
       SJMP   LOOP
;-----------------------------------------------------------------
-----------------------------
TURN_R:              MOV    A,#00H
       MOV    P1,A
       ACALL  DELAY_10MS
       ACALL  DELAY_10MS
       ACALL  DELAY_10MS
       MOV    A,#27H
       MOV    P1,A
       ACALL  DELAY_100MS
       ACALL  DELAY_100MS
CHK11:        MOV    A,P3
       ANL    A,#00001100B
       SJMP   TARGET
LOOP2:        MOV    A,P3
       ANL    A,#00001100B
       SJMP   TURN_R
LOOP3:        MOV    A,#00H
       MOV    P1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ACALL DE;AY_10MS
        ACALL DE;AY_10MS
        ACALL DE;AY_10MS
        RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------------------------
TURN_L              MOV    A,#OOH
        MOV    P1,A
        ACALL DE;AY_10MS
        ACALL DE;AY_10MS
        ACALL DE;AY_10MS
        MOV    A,#1BH
        MOV    P1,A
        ACALL DE;AY_100MS
        ACALL DE;AY_100MS
CHK22:          MOV    A,P3
        ANL    A,#00001100B

        CJNE   A,#00001100B,LOOP4
        SJMP   TARGET
LOOP4:          MOV    A,P3
        ANL    A,#00000100B

        CJNE   A,#00000100B,LOOP5
        SJMP   TURN_L
LOOP5:          MOV    A,#00H
        MOV    P1,A
        ACALL DE;AY_10MS
        ACALL DE;AY_10MS
        ACALL DE;AY_10MS
        RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------------------------
TARGET:             INC    R3
        CJNE   R3,#02H,STEP2
        ACALL TURN_R90
        SJMP   EXIT
STEP2:          CJNE   R3,#04H,STEP3
        ACALL TURN_L90
        SJMP   EXIT
STEP3:          CJNE   R3,#05H,EXIT
        ACALL STOP
EXIT    RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------------------------
TURN_R90        MOV    A,#2BH
        MOV    P1,A
        ACALL DE;AY_100MS
        ACALL DE;AY_100MS
        ACALL DE;AY_100MS

        MOV    A,#27H
        MOV    P1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

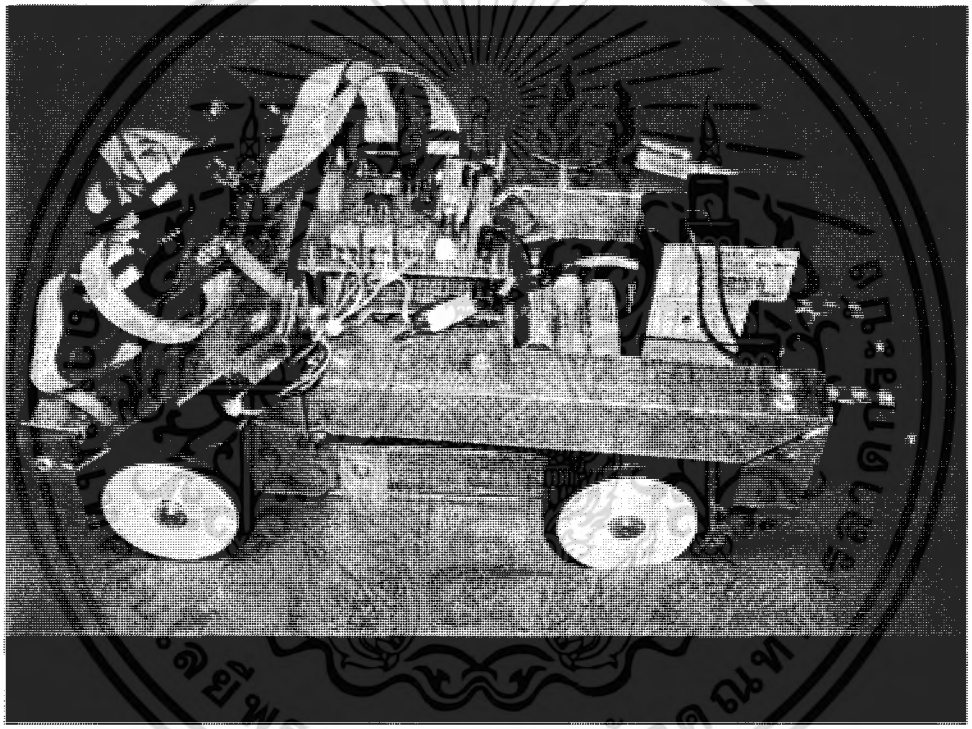
```
        ACALL DE;AY_1S
LOOP6:  MOV   A,P3
        ANL   A,#00000100B
        CJNE  A,#00000100B,LOOP6
        RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------------------------
TURN_L90    MOV   A,#2BH
        MOV   P1,A
        ACALL DE;AY_100MS
        ACALL DE;AY_100MS
        ACALL DE;AY_100MS
        MOV   A,#1BH
        MOV   P1,A

        ACALL DELAY_1S
LOOP:   MOV   A,P3
        ANL   A,#00001000B
        CJNE  A,#00001000B,LOOP
        RET
;-------------------------------------------------------------------------
--------------------------
STOP    MOV   A,#OOH
        MOV   P1,A
        SJMP  $
        RET
*************************DELAY TIMES 100 US,10M ,1S*************************
DELAY100_MS     MOV   R4,#10
LOOP9:          ACALL DELAY_10MS
        DJNZ    R4,LOOP9
        RET

DE;AY_100US:    MOV   R6,#017H
DE;AY_100US_1:  NOP
                NOP
                DJNZ  R6,DELAY_100US_1
                RET
DE;AY_10MS:     MOV   R7,#010
DE;AY_10MS_1:   MOV   R6,#0E6H
DE;AY_10MS_2:   NOP
                NOP
                DJNZ  R6,DELAY_10MS_2
                DJNZ  R7,DELAY_10MS_1
DELAY_1S:       MOV   R5,#100
DELAY_1S_1:     ACALL DELAY_10MS
                DJNZ  R5,DELAY_1S_1
                RET

                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
หุ่นยนต์เดินตามเส้น



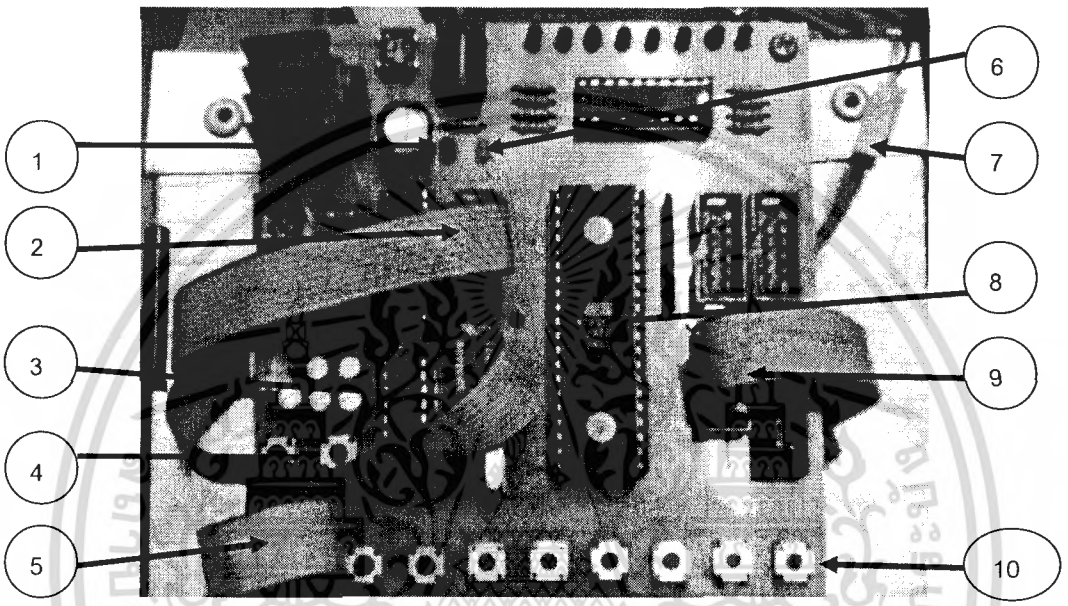
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

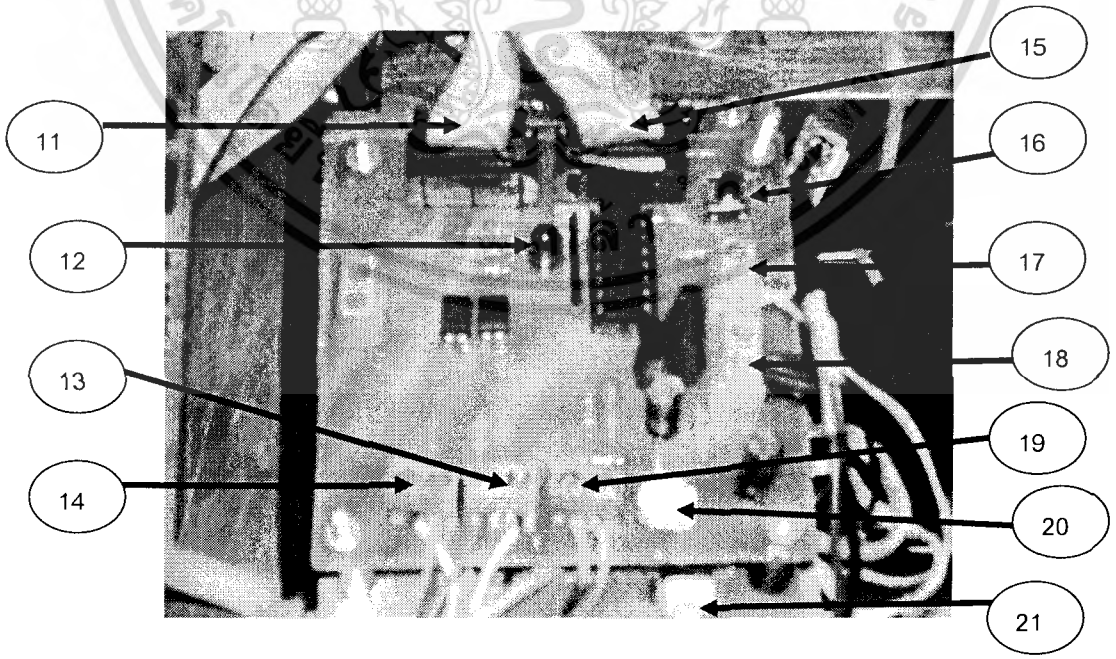
1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานหุ่นยนต์เดินตามเส้น ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจเพื่อ การใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับขึ้นกับหุ่นยนต์เดินตามเส้น

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ ฉ.1 ตำแหน่งของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ ฉ.2 ตำแหน่งของบนบอร์ดขับมอเตอร์ และ เซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ฉ.1 และรูปที่ ฉ.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ไฟสถานะการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
2. พอร์ตควบคุมภาคขับมอเตอร์
3. พอร์ตรับสัญญาณจากเซ็นเซอร์
4. สวิตช์รีเซ็ตไมรโครคอนโทรลเลอร์
5. พอร์ตสวิตช์
6. ไฟแสดงสถานะการเขียนโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์
7. ขั้วต่อไฟ 12 v เข้าไมโครคอนโทรลเลอร์
8. IC MCS-51 เบอร์ AT89C52
9. พอร์ตควบคุมสวิตช์
10. สวิตช์เริ่มการทำงานของหุ่นยนต์เดินตามเส้น
11. พอร์ตเชื่อมต่อสิบขาเชื่อมต่อวงจรอินพุตเซ็นเซอร์เข้ากับตัวประมวลผล
12. ไฟแสดงสถานะของบอร์ดควบคุมเซ็นเซอร์ และ ขับมอเตอร์
13. ภาคอินพุตของเซ็นเซอร์ข้างซ้าย
14. ภาคอินพุตของเซ็นเซอร์ข้างขวา
15. พอร์ตเชื่อมต่อสิบขาเชื่อมต่อวงจรเอาท์พุตขับมอเตอร์เข้ากับตัวประมวลผล
16. สวิตช์รีเซ็ตบอร์ด ขับมอเตอร์ และ เซ็นเซอร์
17. เอาต์พุตขับรีเลย์
18. ไฟขับรีเลย์
19. เอาต์พุตขับรีเลย์
20. ปรับไฟขับรีเลย์
21. สวิตช์ เปิด-ปิด เซ็นเซอร์

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1 ทำการต่อไฟให้กับวงจรโดยจะใช้ไฟกระแสตรง 12 โวลต์ให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และต่อไฟ 4.8 โวลต์ให้กับมอเตอร์

3.2 เช็คสายที่ต่อถายให้ตัวของหุ่นยนต์ว่าต่อครบถูกต้อง

3.3 เซ็ตเซ็นเซอร์ให้จำสีที่เราต้องการให้เป็นเส้นทาง

3.4 ตรวจสอบว่าเซ็นเซอร์สามารถจำสีที่เซ็ตไว้ได้หรือไม่ ถ้าเซ็ตได้สีถูกต้องตัวเซ็นเซอร์จะแสดงผลโดยแสงไฟที่ตัวเซ็นเซอร์ ถ้าสีไม่ถูกต้องเซ็นเซอร์ก็จะไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 นำตัวหุ่นยนต์ไปวางไว้ที่จุดเริ่มต้น

3.6 ทำการกดปุ่มสวิตช์เริ่มต้น

3.7 หุ่นยนต์ก็จะเริ่มทำงานตามโปรแกรม

3.8 เมื่อหุ่นยนต์ทำตามโปรแกรมจบแล้วก็ทำการปิดการทำงานของหุ่นยนต์โดยกดที่ปุ่มรีเซ็ต

3.9 หากใช้งานเสร็จแล้วและไม่ต้องการใช้งานต่อให้ทำการถอดแบตเตอรี่และเก็บตัวหุ่นยนต์ให้เรียบร้อย

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานหุ่นยนต์ สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ปัญหาเบื้องต้น ได้จากตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ ฉ.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
หุ่นยนต์ไม่ทำงาน	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง, กดสวิตช์รีเซต
มอเตอร์ไม่ทำงาน	ตรวจสอบแบตเตอรี่ 4.5 โวลต์ที่อยู่ในลังถ่าน
เซ็นเซอร์ไม่ทำงาน	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง สายที่ต่อ

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1) ไม่ควรเก็บหุ่นยนต์เดินตามเส้น ในที่อุณหภูมิสูง หรือมีความชื้นสูง ควรวางไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิพอเหมาะ

2) ตรวจสอบชุดประมวลผล ชุดรีเลย์ ชุดขับมอเตอร์ ที่ใช้ในการรับ-ส่ง สัญญาณ ไม่ให้มีฝุ่นจับ

3) ควรเช็ดทำความสะอาดตัวหุ่นยนต์เป็นระยะ

5.2 ข้อควรระวัง

1) ระวังความชื้นอันอาจจะทำให้วงจรภายในหุ่นยนต์เดินตามเส้น เกิดความเสียหายได้

2) อย่าจ่ายแรงดันไฟเกินเพราะอาจทำให้บอร์ด MCS-51 เสียหายได้

3) ชุดมอเตอร์ควรหมั่นใส่น้ำมันหล่อลื่น เพื่อให้ชุดล้อหมุนได้สะดวก

4) ห้ามทำให้เกิดการกระแทกเพราะจะทำให้อุปกรณ์ภายในเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ ฉ.2 ข้อมูลจำเพาะของบอร์ดเอนกประสงค์

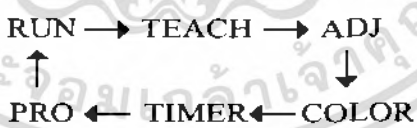
คุณสมบัติ	รายละเอียด
แหล่งจ่ายไฟ	ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 4 แอมป์
เอาต์พุทรีเลย์	8 ช่อง
เอาต์พุทวงจรโซลิดสเตท	8 ช่อง
อินพุทเซ็นเซอร์	8 ช่อง
เอาต์พุทเซอร์โวมอเตอร์	2 ช่อง
วัดรอบมอเตอร์	แสดงผลผ่าน 7-Segment แปดหลัก
ส่วนควบคุม	ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877A จำนวน 1 ตัว และ เบอร์ AT89C51 จำนวน 1 ตัว

7. คู่มือการใช้เซนเซอร์

การใช้เซนเซอร์ LX-100

LX-100 จะแบ่งเป็น NAVI mode กับ PRO mode

1. NAVI mode ประกอบด้วย



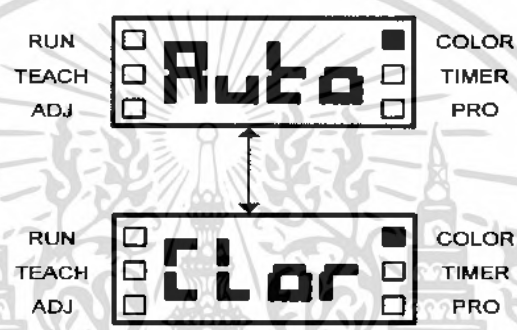
รูปที่ ฉ.3 การเลือก mode ใน NAVI mode

การเลือก mode ใน NAVI ใช้วิธีการกดปุ่ม "MODE/CANCEL" ให้ไฟสีเหลืองเลื่อนแสดงตำแหน่ง MODE ตามลำดับยังลูกศรข้างต้น ถ้าต้องการเข้า MODE ใดก็กดปุ่ม "MODE/CANCEL" ให้ไฟสีเหลืองไปหยุดที่ตำแหน่งของ MODE นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.4 TEACH : TEACHING MODE

เป็นโหมดการตั้งค่า จะขึ้นอยู่กับการเลือกระหว่าง CLor (Color Mode) และ AuOr (Mark Mode) ดังรูปที่ จ.5



รูปที่ จ.5 การตั้งค่าเลือก MODE color และ mark

1. กด MODE CANCEL เพื่อให้ไฟ สว่างที่ Color
2. กด ON SELECT or OFF ENTER เพื่อเลือก AuOr : Mark Mode
   CLor : Color Mode

ส่วนการพิจารณาว่าจะเลือกใช้ MODE ใดในการทำงานให้พิจารณาจาก

AuOr (Mark Mode) ใช้ในกรณีชิ้นงานมีเพียง 2 สีเท่านั้น แต่จะสามารถแยกระหว่างสีที่ใกล้เคียงกันได้ เช่น ตรวจจับ Mark สีแดง บนพื้นผิวสีแดงอ่อนได้

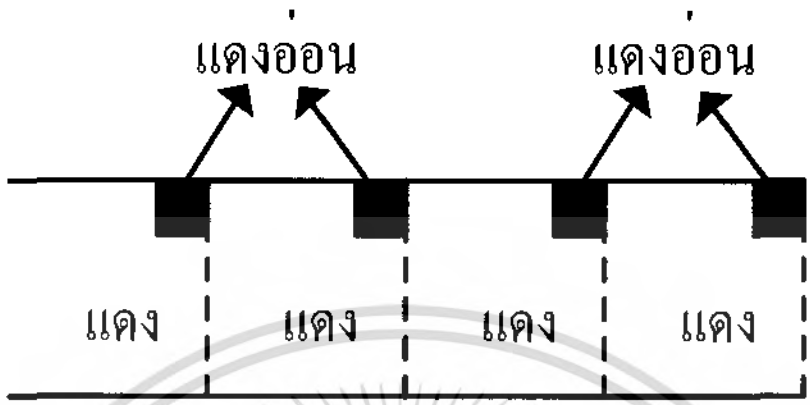
CLor (Color Mode) ใช้ตรวจจับ Mark สีที่ต้องการบนพื้นผิวของงานที่มีสีเปลี่ยนไปกี่สีก็ได้

1. การปรับตั้ง Mark Mode

AuOr (Mark Mode)

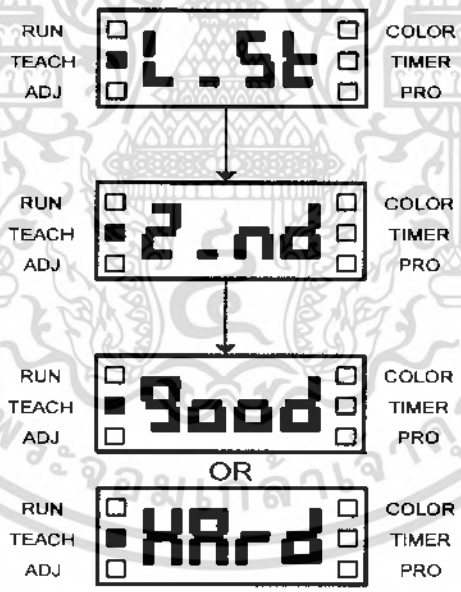
ใช้ในงานที่ตรวจจับ Mark สีที่เปรียบเทียบกัน 2 สี เท่านั้น ซึ่งสามารถตรวจจับสีที่ใกล้เคียงกันได้ เช่น ตรวจจับ Mark สีแดงอ่อน บนพื้นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.6 การตรวจจับ Mark สีแดงอ่อน บนพื้นสีแดง

วิธีการปรับตั้ง (Mark Mode)



รูปที่ ฉ.7 การปรับตั้ง Mark Mode

1. กด MODE CANCEL เพื่อให้ไฟ ☀ สว่างที่ TEACH ทำการจับ Mark ที่ต้องการ ถ้ากำหนด O/P เป็น ON กด ON SELECT ถ้ากำหนด O/P เป็น OFF กด OFF ENTER เมื่อเซ็ตแล้ว "LSt" จะกระพริบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน้าจอจะเลื่อนแสดง "2nd" ทำการจับ Mark ที่ต้องการเปรียบเทียบกับ ข้อที่ 1. ต้องกด ON SELECT เมื่อให้ O/P ข้อที่ 1. เป็น OFF กด OFF ENTER เมื่อให้ O/P ข้อที่ 1. เป็น ON เมื่อเซ็ตแล้ว "2nd" จะกระพริบ
3. เพื่อเซ็ตทั้ง ข้อที่ 1. และ 2. แล้วจอแสดง
   "Good" ใช้งานได้
   "HArd" ใช้งานไม่ได้ให้เซ็ตใหม่

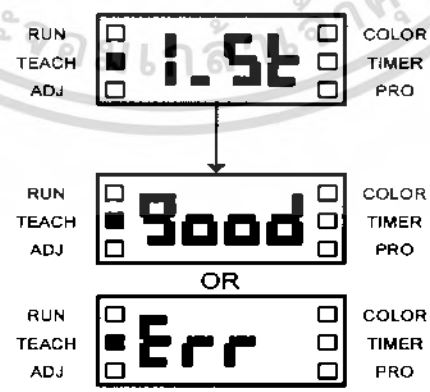
2 การปรับตั้ง Color Mode

CLor (Color Mode)

ใช้ในงานที่ตรวจจับ Mark สี เพียงสีเดียวเท่านั้น โดยสีนั้นอาจเปลี่ยนไป เช่น จับ Mark สีดำ บนซองลูกอมที่ผลิตออกมาหลายสีเพื่อจะตัด เป็นต้น

รูปที่ ฉ.8 การตรวจจับ Mark สีดำ บนซองลูกอมที่ผลิตออกมาหลายสีเพื่อจะตัด

วิธีการปรับตั้ง (Color mode)



รูปที่ **ฉ.9** การปรับตั้ง Color Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

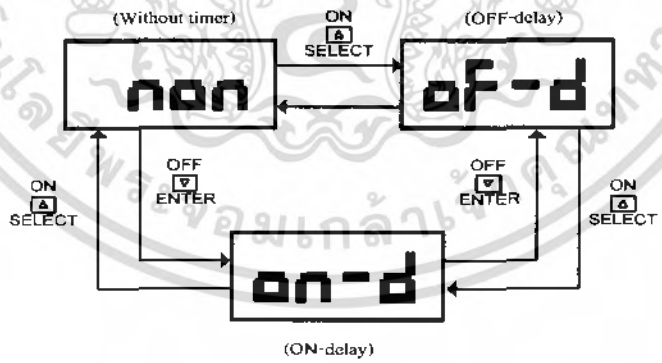
1. กด MODE CANCEL เพื่อให้ไฟ ☀ สว่างที่ TEACH ทำการจับ Mark ที่ต้องการ ถ้ากำหนด O/P เป็น ON กด ON SELECT ถ้ากำหนด O/P เป็น OFF กด OFF ENTER เมื่อเซ็ตแล้ว "LSt" จะกระพริบ
2. เพื่อเซ็ตทั้ง ข้อที่ 1. เสร็จจอแสดง
   "Good" ใช้งานได้
   "Err" ใช้งานไม่ได้ให้เซ็ตใหม่

* หมายเหตุ Adjust mode : เป็นการปรับว่าต้องการตรวจจับสีที่ใกล้เคียงด้วย หรือไม่ เช่นจับสีแดงและต้องการจับสีใกล้เคียงอย่างสีแดงอ่อนด้วยก็ทำได้โดยการปรับที่ ADJ

3. การปรับตั้ง Time Mode

TIMER : Timer mode เป็นโหมดให้เลือกการใช้การหน่วงเวลา

รูปที่ ฉ.10 ไฟแสดงที่ Timer mode



รูปที่ ฉ.11 การปรับตั้ง Timer mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการปรับตั้ง (Time mode)

1. กด MODE/CANCEL เพื่อให้ไฟ ☀ สว่างที่ TIMER
2. กด ON/SELECT เพื่อเลือกว่าจะใช้ฟังก์ชั่น

   nOn : ไม่ใช้การหน่วงเวลา

   oF-d : OFF-delay หน่วงเวลาปิด

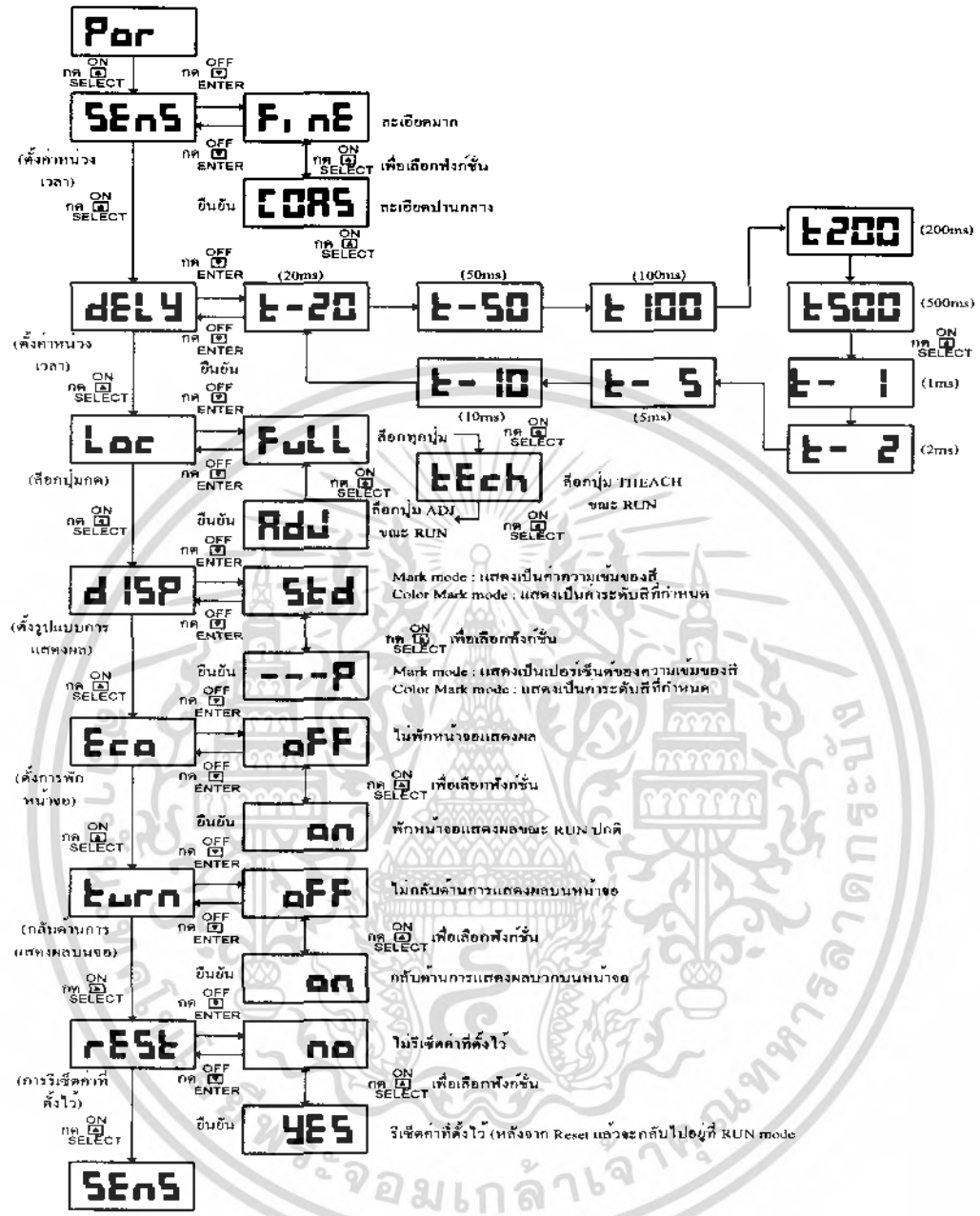
   On-d : ON-delay หน่วงเวลาเปิด

* หมายเหตุ : คาบเวลาในการหน่วงทั้ง OFF/ON-delay (ปรับได้ 1-500ms) สามารถกำหนดได้ที่ dELY ใน PRO mode

4. การปรับตั้ง Pro Mode

PRO : PRO mode เป็นการตั้งค่าต่างๆ ว่าจะใช้หรือไม่ใช้ได้ที่ Mode นี้โดยเริ่มจากกดปุ่ม "MODE/CANCEL" ให้ไฟสีเหลืองเลื่อนไปที่ตำแหน่ง PRO แล้วกดปุ่ม ON/SELECT เพื่อเข้าไปใน PRO Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.12 การปรับตั้ง Pro Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายจักรกฤษณ์ เบญจมาหา	
วัน เดือน ปีเกิด	30 เมษายน พ.ศ. 2527	
ภูมิลำเนา	113 หมู่ 1 ต.เกาะโพธิ์ อ.ปากพลี จ.นครนายก 26130	
	โทรศัพท์ 0-6754-0751	
ประวัติการศึกษา		
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลนครนายก	จังหวัดนครนายก
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนวมราชานุสรณ์	จังหวัดนครนายก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก	จังหวัดนครนายก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก	จังหวัดนครนายก
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม	
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม	
	คณะครุศาสตร์อุตสาหรรม สจล.	
คติพจน์	ความจริงใจเป็นขั้นบันไดขั้นแรกที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายทศพล เพ็ชร์ท่าช้าง

วัน เดือน ปีเกิด 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 154 ม.1 ตำบลภูเวียง อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น 40150
โทรศัพท์ 0-9002-0409

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนภูเวียง	จังหวัดขอนแก่น
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนภูเวียงวิทยาคม	จังหวัดขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนภูเวียงวิทยาคม	จังหวัดขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น	จังหวัดขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	

คติพจน์ ทำวันนี้ให้ดีที่สุดไม่ต้องนึกถึงวันหลัง วันหน้าก็จะดีขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายรุ่งโรจน์ ทรงศิริ

วัน เดือน ปีเกิด 11 เมษายน พ.ศ. 2526

ภูมิลำเนา 146/2 หมู่5 แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์ 0-1557-7430

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวรสารพิทยา	กรุงเทพมหานคร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพรตพิทยพยัต	กรุงเทพมหานคร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนพรตพิทยพยัต	กรุงเทพมหานคร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี	กรุงเทพมหานคร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	

คติพจน์ ฝันให้ไกลไปให้ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายธีรวัชน์ ปัทมานุช	
วัน เดือน ปีเกิด	21 เมษายน พ.ศ. 2527	
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่6 หมู่ 8 แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ	
	โทรศัพท์ 0-2919-5248	
ประวัติการศึกษา		
ประถมศึกษา	โรงเรียนพรสุดา	กรุงเทพมหานคร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า	กรุงเทพมหานคร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี	กรุงเทพมหานคร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี	กรุงเทพมหานคร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	
คติพจน์	เป็นตัวของตัวเอง ดีที่สุด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้