ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ หุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

Security Robot

ชื่อนักศึกษา 1. นายประณต โห้เฉื่อย รหัสประจำตัว 47035391

2. นายเหมราช วรรณเศวต รหัสประจำตัว 47035411

3. นายเอกรัฐ เมธยาภา รหัสประจำตัว 47035415

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.วรวิทย์ สมหา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
2. อ.วรวิทย์ สมหา	
3. อ.สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี	
4. อ.อมรชัย ชัยชนะ	
5. อ.สุระชัย พิมพ์สาลี	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 26 เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน พ.ค. พ.ศ 2549

<BT4B1232>

หุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

หุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

SECURITY ROBOT

ประณต โห้เฉื่อย
เทมราช วรรณเศวต
เอกรัฐ เมธยาภา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 66719
วัน,เดือน,ปี - 8 พ.ย. 2549

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง หุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

Security Robot

วัตถุประสงค์

๑. เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

๒. เพื่อออกแบบวงจรการทำงานของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

๓. เพื่อสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

๔. เพื่อทดลองหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายทำการตรวจสอบพื้นที่แทนพนักงานรักษาความปลอดภัย

๕. เพื่อนำหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายไปใช้งานได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ได้ใช้งานและเรียนรู้การทำงานของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

๒. ได้เรียนรู้ทักษะการออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

๓. ได้ประสบการณ์ในการสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

๔. หุ่นยนต์ตรวจการไร้สายตรวจสอบพื้นที่แทนพนักงานรักษาความปลอดภัยได้

๕. ได้นำหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายไปทำงานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	หุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย	
นักศึกษา	นายประณต	โห้เฉื่อย
	นายเหมราช	วรรณเศวต
	นายเอกรัฐ	เมธยาภา
อาจารย์ที่ปรึกษา	นายวรวิทย์	สมหา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นายสุรพงษ์	สิริพงศ์ดี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2548	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย เพื่อช่วยในการรักษาความปลอดภัย เป็นการนำมาใช้ในการรักษาความปลอดภัย และสามารถประยุกต์ใช้งานอื่นๆ เช่น งานสำรวจ เป็นต้น ในการสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายได้ใช้ข้อมูลประกอบในการสร้างเรื่อง DC มอเตอร์ กล้องวงจรปิดไร้สาย การควบคุมคลื่นวิทยุ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	SECURITY ROBOT	
Students	Mr. Pranoth	Hochuay
	Mr. Helmmarach	Wannasawed
	Mr. Ekarust	Matyapa
Advisor	Mr. Worewit	Somha
Co-Advisor	Mr. Surapong	Siripongde
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrumentation Technology	
Academic Year	2005	

ABSTRACT

This thesis inform about creating wireless investigated robot for security system that use in security and be able to adapt in any miscellaneous works such as in investigation. Creating wireless investigated robot, all information are based on the theories of DC motor, wireless closed circuit camera, and controlling radio wave.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสามารถลุล่วงได้ดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่ม คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์วรวิทย์ สมหา อีกทั้งอาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมาก ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุน ทุกสิงทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอขอบพระคุณเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจให้เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความเป็นมาของหุ่นยนต์	4
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	5
2.4 รีเลย์	11
2.5 อะลูมิเนียม	15
2.6 เซ็นเซอร์	17
2.7 ไมโครคอมพิวเตอร์ MCS-51	23
2.8 วิธีการเลือกใช้แบตเตอรี่	26
2.9 กล้องบันทึกภาพไร้สาย	33
2.10 โมดูลไวเลตความถี่ 2.4 GHz	34
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	36
3.1 กล่าวนำ	36
3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย	37
3.3 ส่วนควบคุม	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 กล้องบันทึกภาพ	51
3.5 ริโมทควบคุม	53
3.6 แหล่งจ่าย	54
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	56
4.1 กล่าวนำ	56
4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์	56
4.3 การทดลองชุดควบคุม	58
4.4 การทดลองการส่งสัญญาณกล้องบันทึกภาพ	59
บทที่ 5 บทสรุป	60
5.1 สรุป	60
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	60
5.3 แนวทางการพัฒนา	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	63
ภาคผนวก ข วงจรควบคุม	66
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	71
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงาน	74
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	77
ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติสำคัญที่ใช้ในโครงงาน	82
ประวัติผู้แต่ง	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของรีเลย์	13
2.2 พิกัดความจะที่เปลี่ยนไปในการคายประจุอย่างต่อเนื่อง	27
2.3 พลังงานของแบตเตอรี่ที่พิกัดของการคายประจุต่างๆ	28
2.4 คุณสมบัติของ TRF-2.4G Transceiver module	33
3.1 คุณสมบัติของแบตเตอรี่	54
4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะไม่มีตัวกล้องและชุดไวเลต	57
4.2 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะมีกล้องและชุดส่งไวเลต	58
4.3 ผลการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์	59
4.4 ทดสอบการส่งสัญญาณผ่านสิ่งกีดขวาง	59
4.5 ผลการทดลอง	60
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรเดินตามเส้น	73
ค.2 รายการอุปกรณ์โมดูลไวเลต	74
จ.1 การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น	81
จ.2 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมท	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	6
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ	7
2.3 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	8
2.4 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของดีซิมอเตอร์แบบอนุกรม	8
2.5 ลักษณะของรีเลย์	11
2.6 โครงสร้างของรีเลย์	12
2.7 คุณสมบัติของรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า	14
2.8 เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ใช้งานเกี่ยวกับแสง	18
2.9 สัญลักษณ์ของสวิตช์แบบต่างๆ	19
2.10 สวิตช์แบบเลื่อน (Slide Switch)	20
2.11 สวิตช์แบบกด (Push Button Switch)	20
2.12 สวิตช์แบบกระดก (Rocker Switch)	21
2.13 สวิตช์แบบก้านยาว (Toggle Switch)	21
2.14 สวิตช์แบบไมโคร (Micro Switch)	21
2.15 ความจุของแบตเตอรี่ขณะที่คายประจุอย่างต่อเนื่องและหยุดเป็นพักๆ ที่อุณหภูมิสูง	26
2.16 ความจุของแบตเตอรี่ขณะที่ทำการคายประจุอย่างต่อเนื่องและหยุดเป็นพักๆ ที่อุณหภูมิต่ำ	27
2.17 แรงดันไฟฟ้าและกำลังทางด้านเอาท์พุทของแทรกชันแบตเตอรี่ที่อุณหภูมิปกติ	28
2.18 กราฟความคูลลิ่ง (Cooling) เอ็กซ์ไซด์ไอออนนิแคดของแบตเตอร์รี่18 เซลล์ 440 Ah	29
2.19 ชุดกล้องบันทึกภาพไร้สาย	31
2.20 รูปโมดูลไวเลตTRF-2.4G Transceiver module	32
2.21 ขาต่อใช้งานของโมดูลไวเลต	33
3.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย	36
3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์ด้านหน้า	37
3.3 โครงสร้างของหุ่นยนต์ด้านข้าง	38
3.4 การเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ของหุ่นยนต์	39
3.5 ชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.6 ขนาดชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์	40
3.7 วงจรรีเลย์	41
3.8 ผังการทำงานของชุดวงจรเซนเซอร์	42
3.9 ลักษณะและวงจรการทำงานของเซนเซอร์	43
3.10 การติดตั้งเซนเซอร์	44
3.11 วงจรควบคุมหลักโดยไมโครคอนโทรเลอร์	45
3.12 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเซนเซอร์	46
3.13 วงจรควบคุมMCS 51	46
3.14 รายวงจรควบคุมMCS 51	47
3.15 วงจรเซ็นเซอร์	47
3.16 รายวงจรและเซ็นเซอร์แสง	48
3.17 การติดตั้งวงจรเซ็นเซอร	48
3.18 วงจรควบคุมด้วยไวเลต	49
3.19 วงจรควบคุมไวเลตต่อกับวงจรขับมอเตอร์	50
3.20 วงจรไวเลตต่อกับชุดควบคุมไร้สาย	50
3.21 ลักษณะการติดตั้งด้านหน้า	51
3.22 ลักษณะกาติดตั้งด้านข้าง	51
3.23 กล้องบันทึกภาพ	52
3.24 โดนป้องกันกล้องบันทึกภาพ	52
3.25 แสดงตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง	53
3.26 แบตเตอรี่แห้งขนาด 12 V / 5.5 A	55
4.1 การทดสอบชุดขับเคลื่อน	58
ก.1 ด้านหน้าของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย	65
ก.2 ด้านหลังของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย	65
ก.3 ด้านข้างของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย	66
ก.4 ฐานปล่อยตัวหุ่นยนต์ยิงลูกบอลอัตโนมัติ	66
ข.1 วงจรควบคุมของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย (วงจรเซ็นเซอร์)	68
ข.2 วงจรเซ็นเซอร์	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	**หน้า**
ข.3 วงจรควบคุมด้วยไวเลต	70
ข.4 วงจรควบคุมไวเลตต่อกับวงจรขับมอเตอร์	71
ง.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย	76
จ.1 **ส่วนประกอบของหุ่นยนต์**	79
จ.2 **ชุดรีโมทควบคุม**	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในการทำงานของพนักงานรักษาความปลอดภัยไม่สามารถทำการตรวจการ ได้ตลอดเวลา และยากที่จะตรวจสอบการทำงานของพนักงานรักษาความปลอดภัย ทำให้ขาดคุณภาพ ดังนั้นงานรักษาความปลอดภัย ก็จะสามารถตรวจสอบและควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้และสามารถบันทึกการทำงานของหุ่นยนต์ได้ตลอดเวลา

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน

คณะผู้จัดทำได้สร้างหุ่นยนต์นี้เพื่อเป็นการพัฒนาหุ่นยนต์ที่มีระบบขับเคลื่อนอย่างเดียวนำมาพัฒนาให้ใช้ในงานรักษาความปลอดภัย สามารถบันทึกภาพได้ด้วยกล้องวีดีโอไร้สายแล้วส่งภาพไปเก็บเพื่อตรวจสอบได้โดยคณะผู้จัดทำหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายนี้ เพื่อให้แทนระบบรักษาความปลอดภัยที่ต้องใช้พนักงานที่เป็นมนุษย์ ซึ่งตรวจสอบยากและควบคุมได้ไม่แน่นอน ดังนั้นการใช้หุ่นยนต์ตรวจการไร้สายจึงเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจในการนำไปใช้งานในปัจจุบัน

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อนำหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายไปใช้งานแล้ว ผู้ใช้จะลดจำนวนพนักงานรักษาความปลอดภัยลง และสามารถตรวจสอบภาพเหตุการณ์ที่ผ่านไปแล้วได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาความปลอดภัยให้มีคุณภาพมากขึ้นและทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานรักษาความปลอดภัยทุกเดือน

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานมีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถเดินตามเส้นที่กำหนดได้
2. กล้องสามารถเคลื่อนที่ได้ทางซ้าย ทางขวา ด้านบน และด้านล่าง
3. ตัวกล้องสามารถถ่ายภาพได้
4. ตัวกล้องสามารถถ่ายภาพได้ในเวลากลางคืน
5. ภาพที่ได้จะส่งผ่านตัวส่งสัญญาณไปแสดงผลในโทรทัศน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ ซึ่งการทำงานในส่วนแรกโดยเริ่มจากการสร้างตัวขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ก่อน เมื่อสร้างตัวขับเคลื่อนเสร็จ ก็ทำการติดตั้งตัวควบคุมการเคลื่อนที่แล้ว ทำการทดสอบการทำงานของระบบควบคุม เพื่อปรับแต่งให้สมบูรณ์ขึ้นเมื่อเสร็จจึงทำการติดตั้งกล้องและตรวจควบคุมการทำงานของกล้องเมื่อทำการติดตั้งชุดขับเคลื่อนและกล้องเสร็จเรียบร้อยแล้วจัดให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิทำการทดสอบการทำงานชิงหุ่นยนต์เพื่อนประเมินความสามรถของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

บทที่1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขิดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในงานต่างๆ

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีหลักการต่างๆเกี่ยวกับโครงสร้างของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย ประกอบด้วยมอเตอร์กระแสตรง วงจรเซนเซอร์เดินตามเส้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C2051 กล้องไร้สาย วงจรควบคุมไร้สาย

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆเช่น วงจรเซนเซอร์เดินตามเส้น วงจรโมดุลไร้สาย วงจรขับเคลื่อนกล้อง โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆโดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลองของเซนเซอร์เดินตามเส้น วงจรโมดุลไวเลต ส่วนขับเคลื่อนของหุ่น การส่งสัญญาณภาพของกล้องไร้สาย

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การสื่อสารกับอุปกรณ์ขณะใช้งาน

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้งานหุ่นยนต์การไร้สาย

ภาคผนวก ช แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

จากที่ได้มีการกล่าวในบทนำนั้น เราสรุปได้ว่าหุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรกลที่สามารถโปรแกรมได้และควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเคลื่อนที่สิ่งของหรือเครื่องมือเพื่อทำงานในลักษณะงานต่างๆกันไป และหุ่นยนต์สามารถตัดสินใจโดยมีการตอบสนองกับสภาพแวดล้อมได้อย่างชาญฉลาด สามารถทำงานแทนเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์โดยมีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง

โครงงานนี้เป็นงานที่ต้องนำความรู้ที่ศึกษามาเกือบทั้งหมด มาประยุกต์ใช้งานให้ออกมาเป็นรูปธรรม โดยนำเทคนิคและทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ ซึ่งหุ่นยนต์นั้นมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นส่วนประกอบหลักในการทำงานของระบบกลไกในส่วนต่างๆ ส่วนของระบบขับเคลื่อนนั้นในการออกแบบหุ่นยนต์จะใช้มอเตอร์จำนวนสองตัวในการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ ซึ่งจะทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการได้ นอกจากนั้นการออกแบบระบบของสายพานลำเลียงมาประยุกต์ใช้ในการเก็บลูกบอล โดยการทำงานต่างๆนั้นได้ถูกควบคุมด้วยรีโมทที่ต่อเข้ากับวงจรรีเลย์ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักที่เป็นหัวใจหลักของหุ่นยนต์

2.2 ความเป็นมาของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์หรือโรบอต เกิดจากการที่คนหลายๆ คนให้ความเห็นที่ตรงกันว่าจะเรียกสิ่งนั้นว่าเป็น "หุ่นยนต์" หรือมักจะใช้คำว่า "โรโบติก (Robotic)" เพื่ออธิบายถึงเครื่องจักรที่ออกแบบมาเพื่อทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวมันเอง ถ้าหากมีรถยนต์ที่สามารถวิ่งได้เองโดยอัตโนมัติเราก็สามารถเรียกว่า "โรโบติกจิป (Robotic Jeep)" หรือหุ่นยนต์อุตสาหกรรมถูกเรียกว่าแขนกล หรือ Robotic Arm ซึ่งคุณสมบัติอย่างกว้างๆ ของหุ่นยนต์ก็มีพอสังเขปดังนี้

1. ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
2. มีส่วนประกอบที่เคลื่อนที่ได้
3. มีเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นส่วนร่วมในการทำงาน
4. มียูสเซอร์อินเตอร์เฟส (User Interface) เป็นส่วนติดต่อระหว่างมนุษย์กับตัวหุ่นยนต์
5. ตัวอินเตอร์เฟส (Interface) อาจเป็นแค่ปุ่มเริ่มการทำงานหรือกุญแจเปิดปิด (Key Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สามารถโปรแกรมใช้งานต่างๆ ได้

7. มีการตอบสนองกับสภาพรอบข้างของหุ่นยนต์โดยสัญญาณอินพุทกับเอาท์พุท

8. จับยึดหรือตรวจสอบสิ่งภายนอกบางอย่างให้กับตัวหุ่นยนต์เองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง

และหากพิจารณาจากคอมพิวเตอร์เล่นหมากรุก จะเห็นว่ามีการฉลาดในการเล่นเกมหมากรุกได้เป็นอย่างดี แต่เราไม่เรียกคอมพิวเตอร์นี้ว่าหุ่นยนต์อย่างไรก็ตาม หากติดแขนหุ่นยนต์เข้าไป และให้คอมพิวเตอร์สั่งงานให้แขนกลขยับตัวหมากรุก เกิดการทำงานอย่างต่อเนื่องถึงจะเป็นที่ยอมรับได้ว่าสิ่งนี้ คือหุ่นยนต์เล่นหมากรุกได้ นิคือการแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่ได้ คือส่วนสำคัญในความเห็นโดยทั่วไปของการยอมรับความเป็นหุ่นยนต์ แต่บางครั้งยังเรียกระบบของการมองภาพได้ (Vision System) ว่าเป็น "ระบบหุ่นยนต์" (Robotic System) แม้ว่าจะไม่มีการเคลื่อนที่มาเกี่ยวข้องก็ตาม

Robot มาจากคำว่า Crack ซึ่งหมายถึงทาสหรือคนรับใช้ และเข้ามาในศัพท์ภาษาอังกฤษในปี ค.ศ.1921 โดยนักเขียนบทละครชื่อ KAREL KAPEX ในบทละครแนวล้อเลียน โดยละครเรื่องนี้หุ่นยนต์ก็คือ จักรกลที่คล้ายคลึงกับมนุษย์และนำมาทำงานที่น่าเบื่อแทนมนุษย์ แต่ในตอนหลังพวกหุ่นยนต์รวมตัวกันต่อต้านและทำลายมนุษย์

ในช่วงปลายปี 1940 ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 งานวิจัยหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้เกิดขึ้น ซึ่งเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องจักรกลควบคุมระยะไกลสำหรับการขนถ่ายวัสดุกัมมันตภาพรังสี

ในกลางปี 1950 George C.Devol ได้พัฒนาอุปกรณ์ที่เขาเรียกว่า "Programmed Articulated Transfer Device" ซึ่งเป็นมานิพิวเลเตอร์ (Manipulator) ที่การทำงานของมันสามารถโปรแกรมได้ ซึ่งแนวความคิดนี้ ต่อมาได้นำเข้ามาสู่อุตสาหกรรม โดยบริษัท Unimation Inc ในปี 1959 หัวใจสำคัญของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ การใช้ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ร่วมกับมานิพิวเลเตอร์ เพื่อผลิตเรื่องจักรกลที่สามารถสั่งให้ทำงานหลากหลายได้อย่างอัตโนมัติ โดยการโปรแกรมเข้าไป

ในปี 1968 McCarty และผู้ร่วมงานของเขาที่ The Stanford Artificial Intekkigence Laboratory ได้รายงานการพัฒนาคอมพิวเตอร์กับมือ, ตา, หู (Manipulators, TV Cameras, Microphones) โดยระบบนี้จะจดจำข่าวสารในรูปแบบของเสียง และมองวัตถุที่ถูกวางกระจัดกระจายอยู่บนโต๊ะเพื่อโยกย้ายสิ่งของเหล่านั้นตามคำสั่ง

ในปี 1995 บริษัท IBM ได้พัฒนามานิพิวเลเตอร์ ซึ่งควบคุมโดยคอมพิวเตอร์กับเซนเซอร์แรง และสัมผัส

ในปัจจุบันนี้จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์เป็นสาขาที่มีขอบเขตกว้างมาก ซึ่งประกอบไปด้วย Kinematics, Dynamics, Planning System, Programming Languages, Machine Intekkigence

มนุษย์สนใจอย่างยิ่งที่จะทำงานให้น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้แต่ให้งานทั้งหมดสำเร็จ ในการออกแบบหุ่นยนต์ขึ้นเพื่อเพิ่มลักษณะบวกและจำกัดลักษณะลบของมนุษย์ โดยส่วนใหญ่ความพยายามทั้งหมดอยู่ในทิศทางนี้ ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างเครื่องจักรอัตโนมัติปัจจุบันและอดีต คือ เครื่องจักรปัจจุบันสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมได้ ณ วันนี้สิ่งที่หุ่นยนต์ทำจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในตัวหุ่นยนต์ ในวันหน้าหุ่นยนต์จะเพิ่มความชาญฉลาดและในที่สุดจะมีความฉลาดที่ยิ่งใหญ่ หุ่นยนต์จะสามารถทำงานของตนให้ได้ประโยชน์สูงสุดและตอบสนองสิ่งที่ไม่คาดคิดและสิ่งรบกวนต่างๆ ที่คาดไม่ถึงได้อย่างหลักแหลม ซึ่งสิ่งรบกวนทั้งหลายที่คาดไม่ถึงทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยการปิดเครื่อง, ส่งเสียงเตือน, เรียกหาผู้ปฏิบัติงาน, หรือคัดชิ้นส่วนออก สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากจากวัฏจักรหนึ่งไปวัฏจักรหนึ่ง และชิ้นส่วนหนึ่งไปยังชิ้นส่วนหนึ่งนั้นยากเกินจะควบคุมได้แต่หุ่นยนต์มีความละเอียดอ่อน และแข็งแรงพอที่จะกำหนด, ตรวจจับ และตอบสนองได้อย่างเหมาะสม

หุ่นยนต์อาจแยกออกเป็นสองประเภท คือ

1. Fixed Robots คือ หุ่นยนต์ที่ถูกตรึงกับฐานที่ถูกยึดคงที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อิสระ

2. Mobile Robots คือ หุ่นยนต์ที่ไม่ถูกตรึงกับฐานที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ โดยที่ฐานมีล้อหรือ ต้นระบบ

สรุปได้ว่าหุ่นยนต์คือ "เครื่องจักรที่สามารถโปรแกรมได้ และควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเคลื่อนที่สิ่งของผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือเครื่องมือเพื่อทำงาน หุ่นยนต์สามารถตัดสินใจและมีการตอบสนองกับสภาพแวดล้อมได้อย่างชาญฉลาด สามารถรับและส่งข้อมูลให้กับสิ่งรอบข้าง แต่อาจจะเคลื่อนที่ไปยังที่ต่างๆ ได้หรือไม่ได้ก็ได้"

จากทั้งสองประเภทของหุ่นยนต์คือ Fixed Robots และ Mobile Robots หุ่นยนต์ประเภทที่สองค่อนข้างจะเป็นหุ่นยนต์ที่มีความยืดหยุ่นสูงกว่าประเภทแรก ซึ่งในโครงงานนี้ก็จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับ Mobile Robot

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

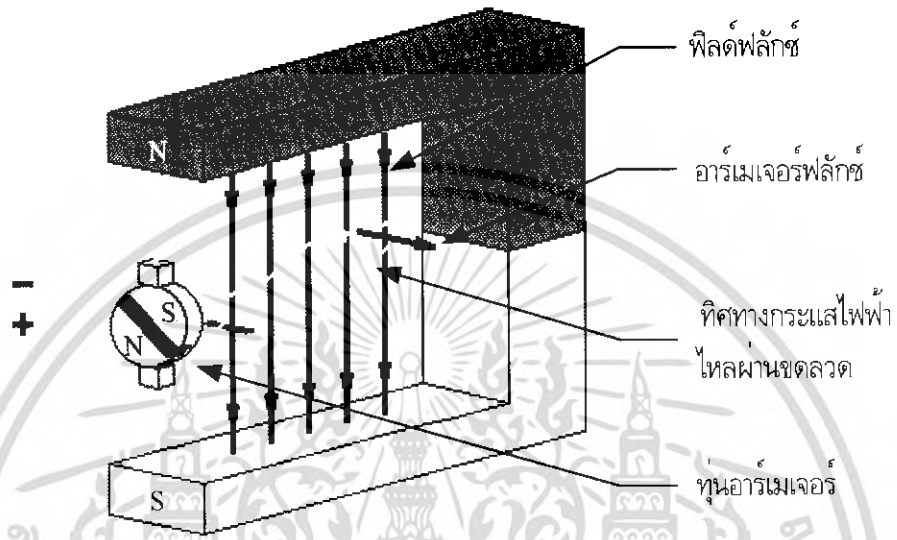
นิยามของมอเตอร์ คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล โดยอาศัยหลักการดูด และผลักของสนามแม่เหล็ก

ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีขั้วแม่เหล็กอยู่ ส่วนตรงข้ามจะเป็นขั้วที่ต่างกัน เรียกว่า "โพล" (Pole) ซึ่งจะให้สนามแม่เหล็กออกมาเรียกว่า "ฟิลด์ฟลักซ์" (Field Flux) ส่วนแท่งเหล็กที่พันรอบด้วยเส้นลวดอาบฉนวนที่ติดอยู่กับแกนหมุนหรือทุ่นอาร์เมเจอร์ (Armature) จะให้สนามแม่เหล็กออกมาเรียกว่า "อาร์เมเจอร์ฟลักซ์" (Armature Flux)

ในรูปที่ 2.1 แสดงการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยสมมติว่า จ่ายแรงดันไฟบวกให้ขั้วเหนือ (N) และแรงดันไฟลบให้ขั้วใต้ (S) ทิศทางของกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านจากขั้วบวกไปยังขั้วลบของเส้นลวดที่พันรอบทุ่นอาร์เมเจอร์ทำให้เกิดอาร์เมเจอร์ฟลักซ์ส่งแรงผลักทุ่นอาร์เมเจอร์เริ่มแรกให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยมีฟิลด์ฟลักซ์ที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กทั้งสองเป็นแรงเสริมให้ทุ่นอาร์เมเจอร์หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางกลับกันถ้ากลับแหล่งจ่ายแรงดัน คือ จ่ายแรงดันไฟบวกให้กับขั้วใต้และแรงดันไฟลบให้ขั้วเหนือ จะทำให้เกิดอาร์เมเจอร์ฟลักซ์ส่งแรงผลักทุ่นอาร์เมเจอร์เริ่มแรก ในทิศทางตรงกันข้ามคือหมุนทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.1 การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.1 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

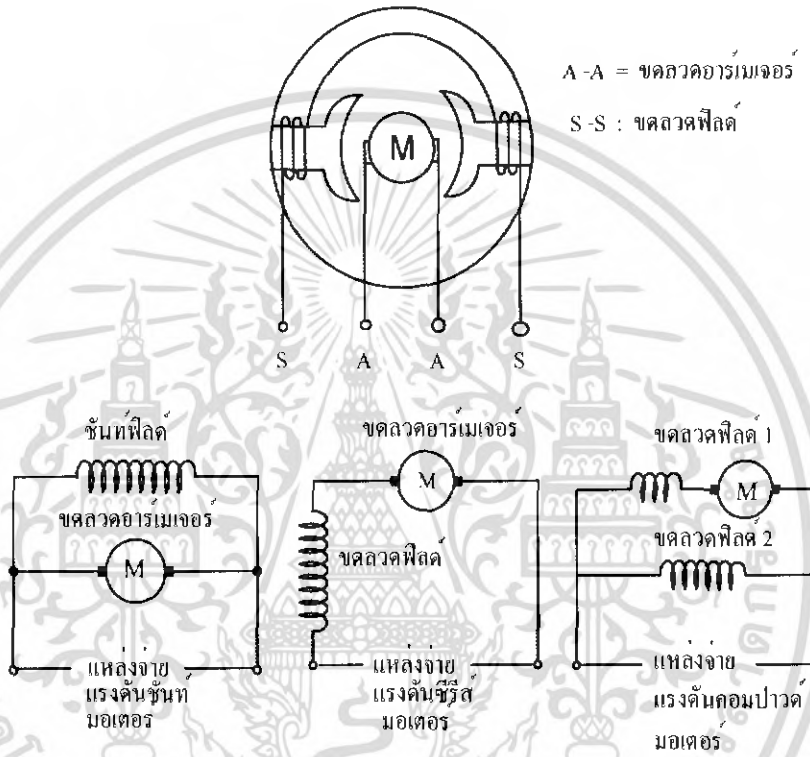
มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า มอเตอร์ดีซี และที่ขับเคลื่อนด้วยกระแสไฟสลับเรียกว่า มอเตอร์เอซี นอกจากนั้นยังมีมอเตอร์ขนาดเล็กซึ่งอาจขับเคลื่อนได้ทั้งกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรง ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ดีซีจะตรงข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงโดยสิ้นเชิง แต่สำหรับโครงสร้างแล้วจะเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้ทำหน้าที่ของมอเตอร์ดีซีได้

2.3.2 ชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปแยกได้เป็นสองชนิด คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยหลักการแล้วจะประกอบด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์และขดลวดฟิลด์ เมื่อเราต่อมอเตอร์ในลักษณะของขดลวดเหล่านี้ผสมกันแล้วจะได้ชนิดของมอเตอร์ไฟตรงเป็น 3 ชนิดคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Compound Motor) ลักษณะของมอเตอร์ทั้งสามแบบนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.2 สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้น มีข้อดีในแง่การควบคุม ซึ่งเราสามารถควบคุมความเร็วได้โดยง่าย แต่ปัญหาในแง่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และราคาของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นข้อจำกัดที่ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีผู้ใช้งานน้อยลง



รูปที่ 2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

2.3.3 คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

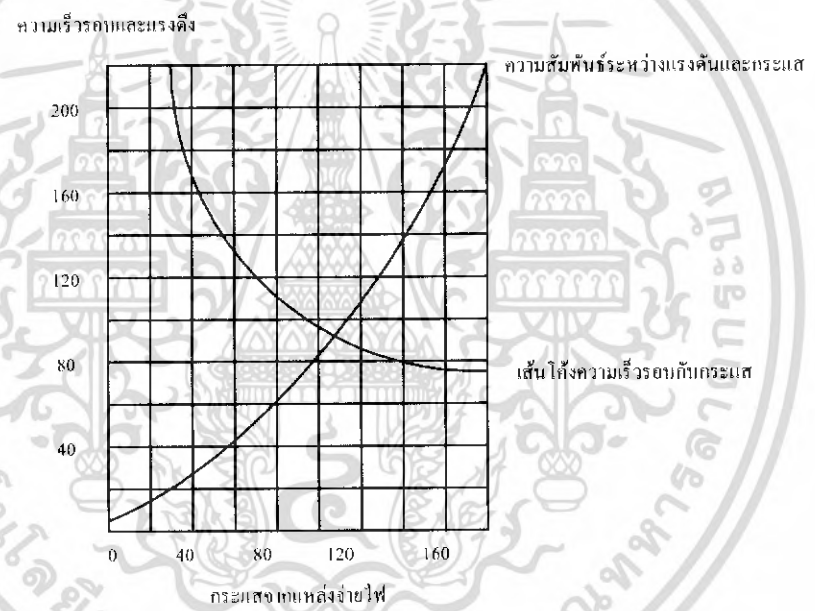
2.3.3.1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt)

สำหรับกรณีของมอเตอร์แบบขนาน เนื่องจากวงจรขนาน และวงจรอาร์เมเจอร์ซึ่งต่อขนานกันได้รับไฟกระแสตรงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าชุดเดียวกัน เมื่อแรงดันของแหล่งจ่ายและความต้านทานสนามที่ค่าคงที่ ถึงแม้ว่าโหลดจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงก็ตามจะได้ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าคงที่ เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และกระแสจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะมอเตอร์ทำงานถ้าทำการลดโหลดให้มีค่าต่ำลง I_a จะมีค่าต่ำลงด้วย แต่เนื่องจาก Φ มีค่าเกือบคงที่ เมื่อ V คงที่ ดังนั้นความเร็วรอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ตรงกันข้ามถ้าให้โหลดหรือกระแส I_a มีค่าลดลงความเร็วรอบจะลดลงน้อยมาก นั่นคือ การรักษาระดับความเร็ว (Speed Regulation) มีค่าน้อยมาก ดังแสดงด้วยเส้นโค้งในรูปที่ 2.3 และเส้นโค้งนี้เรียกว่า เส้นโค้งความเร็วรอบกับกระแสซึ่งมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงในระดับแนวนอน

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น เป็นกรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ (Amateur Reaction) ถ้าคำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ด้วยแล้ว สำหรับกรณีที่ I_a มีค่าน้อยๆ Φ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยกรณีที่ I_a มีค่ามากๆ Φ จะมีค่าลดลงบ้างเล็กน้อยทำให้การรักษาระดับความเร็วในภาวะการเปลี่ยนแปลงของโหลด มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์



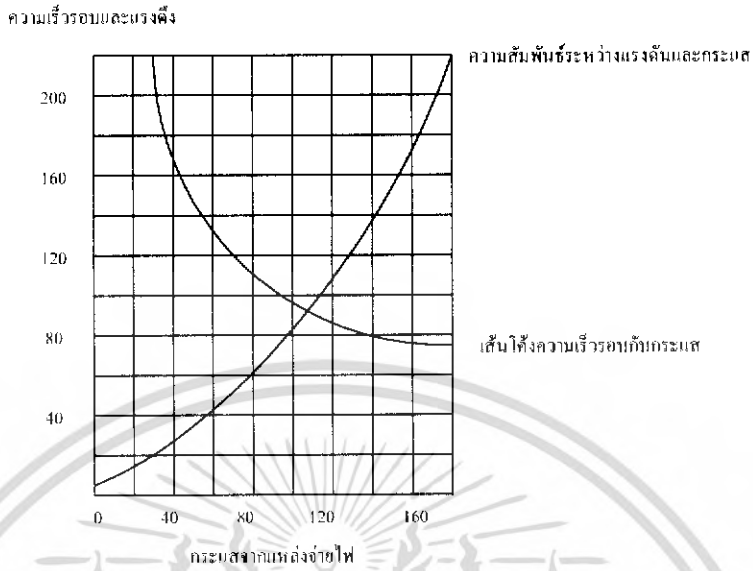
รูปที่ 2.3 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

จากคุณสมบัติอันนี้จะเห็นว่ามอเตอร์แบบขนานจะเหมาะกับงานที่ต้องการลักษณะการรักษาระดับความเร็วน้อยๆ เป็นอย่างยิ่ง เช่น งานด้านเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการแรงดึงสูงๆ

2.3.3.2. มอเตอรแบบอนุกรม (Series)

มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนความเร็วรอบได้ แสดงในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของดีซีมอเตอร์แบบอนุกรม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมจะต่างกับแบบขนานตรงที่ว่า Φ จะไม่คงที่ แต่จะมีค่าเพิ่มลดตามกระแส I_a และในบริเวณเส้นตรง ที่อยู่ต่ำกว่าส่วนโค้งงอของเส้นโค้งแมกเนไตเซชั่น (Magnatrization) ลงมา

โดยทั่วไปมอเตอร์จะใช้กระแส 1.3 - 1.7 เท่า ของกระแสพิกัดในการขับเคลื่อนให้หมุน ดังนั้น แรงดึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนจะมีค่ามากกว่าแรงดึงที่กระแสพิกัดมาก ยิ่งให้กระแสขับเคลื่อนมีค่ามากแรงดึงขับเคลื่อนจะยิ่งมีค่ามากขึ้นเช่นกัน นั่นคือ ถ้าใช้กระแสขับเคลื่อนในอัตราส่วนที่เท่าๆ กันมอเตอร์อนุกรมจะใช้แรงดึงขับเคลื่อนได้มากกว่า

มอเตอร์แบบขนานจัดอยู่ในประเภทความเร็วรอบคงที่ ขณะที่มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนค่าความเร็วรอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4

จากเส้นโค้ง ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้ จะเห็นว่าไม่ว่าจะทำการขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดต่ออยู่น้อยมาก โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าที่แรงดันพิกัดหรือจะทำการปลดโหลดออกหมด หรือเพียงบางส่วนในขณะมอเตอร์ทำงานก็ตาม ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว ซึ่งลักษณะเช่นนี้เรียกว่า รันอะเวย์ (Run Away) และจำเป็นที่จะต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้น ดังนั้นในกรณีของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมจึงตั้งเป็นกฎห้ามไม่ให้ใช้สายพานในการหมุนขับเคลื่อนระหว่างตัวมอเตอร์กับโหลด ทั้งนี้เพราะถ้าสายพานขาดหรือหลวมคลายตัวออกจะทำให้มอเตอร์เกิดการ รันอะเวย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound)

มอเตอร์ดีซีที่อาศัยคุณสมบัติการทำงานร่วมกันของขดลวดอนุกรม (ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องสูง) และขดลวดแบบขนาน (ให้ความเร็วรอบเกือบคงที่) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ มอเตอร์ดีซีแบบผสม มอเตอร์ชนิดนี้จะให้กระแสจำนวนมากไหลผ่านขดลวดอนุกรมในช่วงเริ่มเดินเครื่องจึงให้คุณสมบัติของมอเตอร์ดีซีแบบอนุกรมในช่วงนี้ กล่าวคือให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องที่สูงกว่ามอเตอร์ดีซีแบบขนานในปริมาณของกระแสเริ่มเดินเดียวกัน หลังจากนั้นมีความเร็วรอบ n สูงขึ้นเรื่อยๆ กระแส I_a ซึ่งไหลผ่านขดลวดอนุกรมจะน้อยลงเรื่อยๆทำให้คุณสมบัติของ ขดลวดอนุกรมที่แสดงออกลดน้อยลง ช่วงการทำงานของมอเตอร์ชนิดนี้จะแสดงคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับมอเตอร์ดีซีแบบขนาน คือ ให้ความเร็วรอบที่เกือบคงที่ มอเตอร์ดีซีแบบผสมนี้เหมาะที่จะ นำไปขับเคลื่อนโหลดในลักษณะเช่น ลิฟต์ เป็นอย่างยิ่ง

ในอุตสาหกรรมการผลิตบางชนิด ต้องการความเร็วรอบคงที่ตลอดไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตามนั้น แม้จะเลือกใช้มอเตอร์ดีซีแบบขนานก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะจากคุณสมบัติทางด้านความเร็วรอบของมอเตอร์แบบขนานนี้จะเห็นว่า เมื่อโหลดมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนความเร็วรอบจะมีค่าไม่เท่ากัน

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้มอเตอร์ดีซีแบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์ และในช่วงการเปลี่ยนแปลงของโหลดจากสภาวะไร้โหลดจนถึงโหลดเต็มที่นั้น จะให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนในสมการความเร็วรอบเท่ากัน ดังนั้นการรักษาระดับความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีค่าประมาณศูนย์

เนื่องจากมอเตอร์แบบดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์นั้นมีข้อเสียมาก จึงไม่นิยมใช้ในกรณีที่ต้องใช้มอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบที่คงที่จะหันไปใช้มอเตอร์เอซิชนิดอื่นแทน

2.3.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำได้ 2 วิธี คือ

2.3.4.1. การควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของอาร์เมเจอร์

เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะแปรผันตรงกับแรงดันที่ใส่ให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังนั้นเราจึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด (Base Speed) หรือ n base การควบคุมแบบนี้จะทำให้แรงบิดสูงสุดส่วนกำลังออกของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วเป็นเส้นตรง โดยจะมีกำลังออกสูงสุดความเร็วที่กำหนด การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงโดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง

2.3.4.2. การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ เมื่อต้องการเพิ่มความเร็วจะต้องลดขนาดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสของขดลวดลง การลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง ขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง วิธีนี้จะใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูงโดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ไม่เช่นนั้นจะเป็นการเกินกำลังของมอเตอร์

2.3.5 การกลับทิศทางการหมุน

การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมี 2 วิธี คือ

1. เปลิยนทิศทางกระแสที่ไหลผ่านอาเมเจอร์
2. เปลี่ยนทิศทางกระแสที่ไหลผ่านวงจรขดลวดฟีลด์

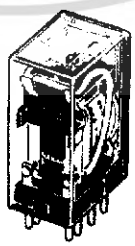
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถกลับทิศทางการหมุนได้โดยการสลับขั้วสายของมอเตอร์ทั้งนี้เพราะว่าจะทำให้กระแสที่ไหลผ่านทั้งอาเมเจอร์และขดลวดฟีลด์เปลี่ยนทิศทางพร้อมกันเป็นผลให้มอเตอร์หมุนในทิศทางเดิม

2.4 รีเลย์

ในวงจรควบคุมที่ยุ่งยากในระบบไฟฟ้าจะไม่สามารถใช้สวิตช์เพียงอย่างเดียวในการควบคุมจำเป็นต้องนำรีเลย์เข้ามาช่วย เพราะภายในตัวของรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสจำนวนหลายชุดอยู่ภายในจึงสามารถใช้ควบคุมในงานที่ยุ่งยากได้ รีเลย์เป็นสวิทช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม

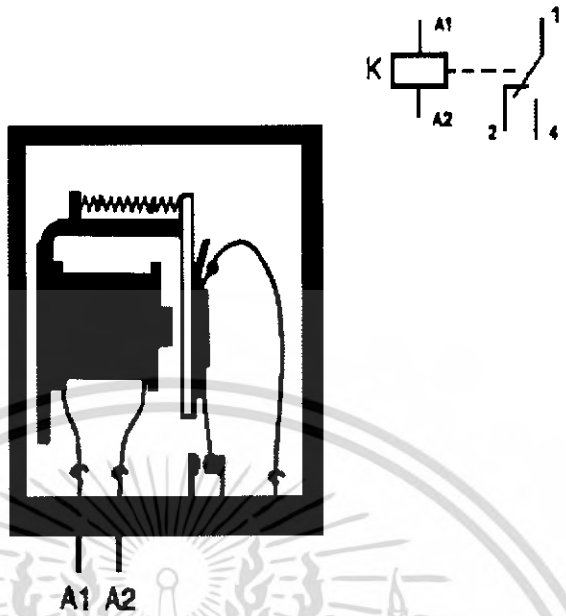
2.4.1 โครงสร้างของรีเลย์

โครงสร้างของรีเลย์ ประกอบด้วยแกนเหล็ก 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่โดยจะมีขดลวดพันอยู่รอบๆ เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กในกรณีที่มีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดและจะทำให้เกิดแรงดูดได้ สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยแกนเหล็กชุดนี้จะมีหน้าสัมผัสยึดติดอยู่



รูปที่ 2.5 ลักษณะของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของรีเลย์

2.4.2 ประเภทของรีเลย์

รีเลย์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 3 ประเภทคือ

1 แบบกลไกไฟฟ้า (Eletromachanical Relay: EMR) ที่มีขั้วต่อของขดลวดสองขั้วต่อ เพื่อเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เกิดการดูดแขนของหน้าสัมผัสของจุดต่อออกไปใช้งาน

2 แบบโซลิดเสตต (Solid-State Relay: SSR) จะเป็นการใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมการทำงาน เช่น SCR เป็นต้น

3 แบบออปโตคับเปิล (Optocouple Relay) เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เชื่อมโยงทางแสงทำให้มีประสิทธิภาพในการแยกกันอย่างเด็ดขาดของวงจรควบคุมกับวงจรทางเอาต์พุตของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของรีเลย์

พารามิเตอร์	ออปโตคัปเปิ้ล	กลไกไฟฟ้า	โซลิดเสตต
ความเชื่อถือได้สูง	✓		✓
ข้อจำกัดอายุการใช้งาน	✓		✓
ความเร็วในการทำงาน	✓		✓
เสถียรภาพหน้าสัมผัส 100 เปอร์เซ็นต์	✓		✓
เงียบไม่มีเสียงรบกวน	✓		✓
ไม่มีสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า	✓		✓
ความเข้มสนามแม่เหล็ก	✓		✓
ขนาดเล็กความหนาแน่นสูง	✓		✓
ตำแหน่งในการติดตั้งได้กว้างขวาง	✓		✓
คุณสมบัติในการแยกอินพุตและเอาต์พุตสูง (5000 โวลต์ ขึ้นไป)	✓	✓	
เลือกสัญญาณอนาลอก/ดิจิตอลได้	✓	✓	
ปัญหาในการทำงานกระโดดข้ามเป็นศูนย์	✓	✓	
ตัวถังบรรจุแบบ SO	✓		
การทำงานแบบขนาน	✓		
ควบคุมขอบขาขึ้นและขอบขาลงของเวลา	✓		
สวิตช์กระแสได้ประมาณ 4 แอมป์	✓	✓	✓

จากตารางที่ 2.1 จะสังเกตเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นรีเลย์สมัยใหม่ เช่น โฟโตมอสเฟสรีเลย์ นั้นมีประสิทธิภาพการทำงาน และเป็นที่นิยมค่อนข้างมากกว่ารีเลย์แบบโซลิดเสตต และแบบกลไฟฟ้า แต่อย่างไรยังคงใช้งานกันอยู่มากเช่นกัน เนื่องจากรีเลย์แบบเก่านั้นสามารถรองรับโหลดที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสได้ค่อนข้างสูงกว่า โฟโตมอสเฟสรีเลย์ เพราะริเลย์สมัยใหม่นั้นจะสามารถรองรับโหลดได้ประมาณ 1 แอมป์ นั้นถือว่ามากแล้วรวมทั้งหาซื้อได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้มีการสร้างรีเลย์ให้รองรับโหลดทางเอาท์พุทได้มากขึ้น เช่น ขนาด 4 แอมป์ 60 โวลต์

2.4.3 คุณลักษณะของรีเลย์ (แบบกลไกไฟฟ้า)

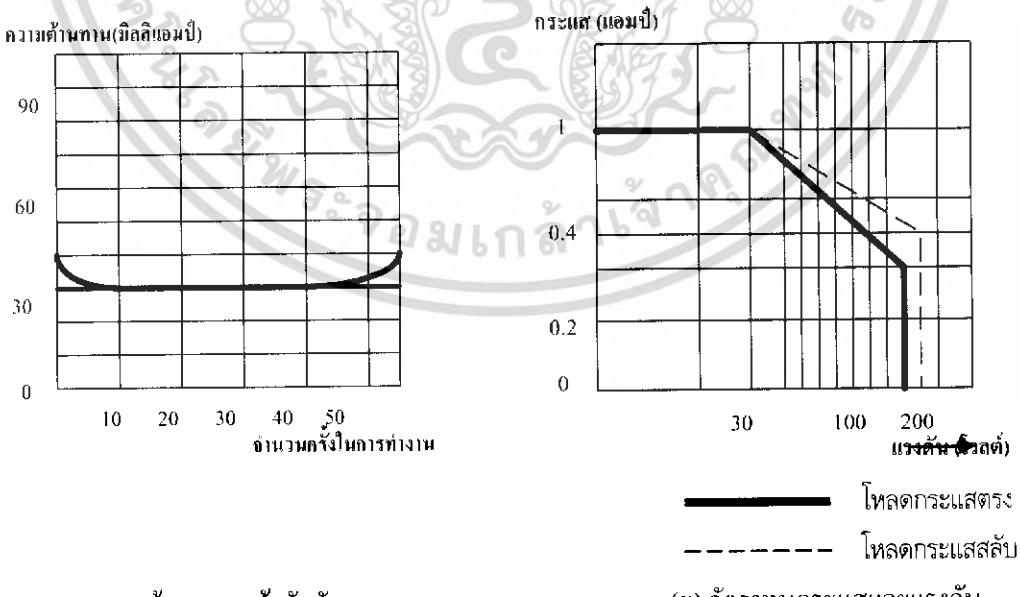
กล่าวถึงรีเลย์อันดับแรกควรพิจารณาถึงคุณลักษณะของหน้าสัมผัสโดยแรกเริ่มก่อนการใช้งานนั้น ค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสรีเลย์ จะมีค่าสูงสุดซึ่งค่าความต้านทานแรกเริ่มของหน้าสัมผัสรีเลย์ (Initial Resistance) คือ ค่าที่วัดโดยที่ริเลย์ตัวนั้นยังไม่ถูกใช้งานเลยหรือยังไม่เคยต่อใช้งานในวงจรเลย โดยปกติค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสนี้ จะสามารถวัดได้ด้วยการจ่ายกระแสผ่านเข้าไปยังหน้าสัมผัสแรกเริ่มนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรูปที่ 2.7 (ก) จะแสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัดของค่าความต้านทานหน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ยังไม่ใช้งาน กับรีเลย์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วประมาณ 100,000 ครั้งค่าความต้านทานนี้จะลดลงตามจำนวนครั้งของการทำงานของหน้าสัมผัส อันเป็นสาเหตุเนื่องจากหน้าสัมผัสของรีเลย์ จะถูกทำให้ราบเรียบตามอายุการใช้งาน และจะทำให้มีค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสลดลงไปด้วย ลักษณะของการเสียหายของหน้าสัมผัสนี้จะพบมากในรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเป็นแผ่นทองแดง การใช้งานเริ่มต้นของหน้าสัมผัสรีเลย์นั้นในทางปฏิบัติหากไม่มีการป้องกันที่เหมาะสมแล้วก็หมายถึงสัญญาณอันตรายต่อหน้าสัมผัสที่อาจจะเกิดการอาร์กหรือสปาร์กของหน้าสัมผัสขณะทำงานได้ ดังนั้นลักษณะของกราฟในรูปที่ 2.7 (ก) ก็จะแสดงออกมาเป็นเส้นโค้ง และจะค่อยๆ โค้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดอายุการใช้งานของรีเลย์ นั่นคือเมื่อถึงที่สุดแล้วค่าความต้านทานของหน้าสัมผัสก็จะยิ่งสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งไม่ได้ผลดีเลย ดังนั้นก่อนเวลานั้นมาถึงก็ต้องเปลี่ยนรีเลย์ใหม่มาแทนที่ สำหรับรีเลย์แบบโซลิดเสตตและโฟโตมอสเฟตรีเลย์จะมีรูปกราฟที่ราบเรียบตลอดอายุการใช้งาน

รูปที่ 2.7 (ข) จะแสดงถึงค่ากำลังงานของหน้าสัมผัสที่คิดตามผลของกระแส และแรงดันอันเป็นตัวกำหนดค่าจำกัดสูงสุดทางไฟตรง และค่าจำกัดสูงสุดทางแรงดันไฟสลับ สังเกตว่าเมื่อรีเลย์ถูกจำกัดกระแสที่หน้าสัมผัสสูงสุดไว้ที่ 1 แอมป์ทั้งไฟตรงและไฟสลับก็หมายความว่าหน้าสัมผัสขณะนั้นจะผ่านกระแสสูงสุดได้ 1 แอมป์ ที่ค่าแรงดันสูงสุด 30 โวลต์ เมื่อคิดออกมาแล้วข้อจำกัดทางกำลังงานที่หน้าสัมผัสจะเท่ากับ 30 วัตต์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หน้าสัมผัสรีเลย์จะทนต่อกระแสต่ำลง เมื่อค่าแรงดันที่หน้าสัมผัสเพิ่มขึ้น และกราฟตามรูปที่ 2.7 (ข) นี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดทางกำลังงานที่หน้าสัมผัสสามารถทน หรือรองรับได้โดยไม่เกิดความเสียหาย



(ก) ความต้านทานหน้าสัมผัส

(ข) อัตราทนกระแสและแรงดัน

รูปที่ 2.7 คุณสมบัติของรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคาดการณ์ หรือกำหนดคุณสมบัติด้านอายุการใช้งานของรีเลย์ทางกลไกในลักษณะทำงาน และไม่ทำงานโดยปราศจากโหลดที่หน้าสัมผัสเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าและจะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับนั้น สามารถประมาณอายุหรือกำหนดอายุการใช้งานของรีเลย์ได้ง่ายกว่าการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้า เนื่องจากการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้านั้น ต้องอาศัยองค์ประกอบ หรือต้องทำการทดสอบภายใต้โหลดที่ต่ออยู่ทางหน้าสัมผัสและโหลดทางไฟฟ้าที่จะนำมาทดสอบนั้นก็มีมากมายหลายชนิด เช่น ขดลวดเหนี่ยวนำ มอเตอร์ ค่าความจุหลอดไฟฟ้าและอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งโหลดเหล่านี้จะมีความต้องการทางกำลังงานไม่เท่ากัน เมื่อคิดตามชนิดของโหลดที่ต่อกับหน้าสัมผัส ดังนั้นการกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้าจึงไม่สามารถกำหนดค่าที่แน่นอนได้

อย่างไรก็ตามการทดสอบอายุการใช้งานทางไฟฟ้าก็ยังสามารถทดสอบได้ เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพของอายุการใช้งานของรีเลย์ ด้วยการทดสอบทางไฟฟ้ากับโหลดที่เป็นตัวต้านทานบริสุทธิ์จะไม่เปลี่ยนแปลงของค่านอกจากจะมีการกำหนดค่าใหม่ แต่ตัวต้านทานนี้ก็ต้องใช้แบบไวร์วาล์ว ดังนั้นก็จะสามารถกำหนดอายุการใช้งานทางไฟฟ้าได้ภายใต้ค่าความต้านทานที่กำหนด เพราะฉะนั้นอายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับชนิดของโหลดที่นำมาทดสอบและกำหนดไว้เป็นชนิดไปแต่ก็เป็นการยากที่ผู้ใช้จะทดสอบด้วยตนเอง ดังนั้นข้อมูลการทดสอบเหล่านี้จะถูกระบุหรือถูกทดสอบออกมาจากโรงงานผู้ผลิตเรียบร้อยแล้ว

คุณสมบัติของค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์ โดยมาตรฐานแล้วค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์จะอยู่ในหน่วยของมิลลิวินาที เนื่องจากว่าขณะที่รีเลย์ทำงานนั้นหน้าสัมผัสจะสั่นสะเทือนหรือกระโดด ช่วงจังหวะนี้เองจึงเป็นช่วงเวลาที่คลุมเครืออยู่ว่าจะกำหนดค่าเวลาการทำงานรีเลย์จริงๆ ที่ช่วงเวลาใดหรือสภาวะหน้าสัมผัสขณะทำงานหรือก่อนเริ่มทำงานได้อย่างต่อเนื่องมากกว่ารีเลย์แบบโซลิดเสตดเพราะแบบหลังนี้จะไม่มีส่วนกลไกที่เคลื่อนไหวเลย ดังนั้นค่าระยะเวลาในการทำงานของโซลิดเสตดรีเลย์แบบกลไกไฟฟ้า ค่าเวลาในการทำงานของรีเลย์ที่เป็นมาตรฐานระบุไว้ คือ 30 มิลลิวินาที

2.5 อะลูมิเนียม

อะลูมิเนียม (Aluminium หรือ Aluminum) เป็นโลหะที่พบในชีวิตประจำวันและใช้ในงานต่างๆ รองจากเหล็กและทองแดง เช่น ใช้ทำภาชนะในครัวเรือน ของใช้อื่นๆ และวัสดุก่อสร้าง อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่นำไปใช้แทนเหล็กและทองแดงมากขึ้นทุกที ข้อดีของอะลูมิเนียมคือเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบากว่าเหล็กและทองแดง (เหล็กมีความหนาแน่น 7,852 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร อะลูมิเนียมมีความหนาแน่น 2,643 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) มีราคาถูกและเนื่องจากน้ำหนักเบา จึงใช้อะลูมิเนียมทำลำตัวของเครื่องบินและอากาศยานแต่เดิมอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงต่ำ แต่ปัจจุบันมีอะลูมิเนียมผสมโดยผสมกับทองแดง แมกนีเซียม แมงกานีส หรือซิลิคอน ซึ่งโลหะผสมเหล่านี้ มีความแข็งแรง และความแข็ง (Hardness) สูงกว่าอะลูมิเนียมบริสุทธิ์มาก เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ไวต่อการรวมตัวกับออกซิเจนมาก แร่อะลูมิเนียมจึงมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะลูมิเนียมในรูปออกไซด์ทั้งสิ้นทำให้การถลุงอะลูมิเนียมไม่สามารถใช้เตาต่างๆ ที่ใช้ถลุงเหล็กหรือทองแดง หรือโลหะอื่นได้ เพราะอะลูมิเนียมเมื่อถลุงออกมาได้จะกลายเป็นออกไซด์ทันที อะลูมิเนียมปนอยู่ทั่วไปบนผิวโลกในรูปของดินเหนียว แร่ที่ใช้ผลิตอะลูมิเนียมคือแร่บอกไซด์ สูตรทางเคมีคือ Al_2O_3 $X(H)_2O$ โดยปนอยู่กับออกไซด์ของเหล็ก ซิลิคอน และไทเทเนียม (Titanium) ออกไซด์ของอะลูมิเนียมมีชื่อเรียกว่า อะลูมินา (Alumina) แร่อะลูมิเนียมจึงเป็นแร่ที่มีราคาถูกเพราะหาได้ง่าย

การผลิตอะลูมิเนียมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนแรกเป็นการแยกให้ได้ออกไซด์อะลูมีเนียมอย่างเดียว (Pure Al_2O_3) จากแร่ออกไซด์ โดยอะลูมิเนียมนาได้มาจากการแปรสภาพของสินแร่บอกไซท์ (Bauxite) ด้วยโซดาไฟภายใต้สภาวะไฮโดรเทอร์มอลปานกลาง (Hydrothermal Condition) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแยก Al_2O_3 ออกจากสินแร่ ความสามารถในการละลายของ Al_2O_3 ในโซดาไฟขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ องค์ประกอบทั้งหมดที่อยู่ในสินแร่อะลูมิเนียมเป็นสารค่อนข้างทำปฏิกริยาได้ยาก และซิลิกาที่ละลายในโซดาไฟ กลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการฟอร์มตัวของสารละลายโซเดียมอะลูมิเนต ที่สามารถแยกเอาสิ่งปนเปื้อนออก และการตกตะกอนของ $Al(OH)_3$ บริสุทธิ์ในสารละลายหลังจากที่เย็นตัวลงแล้ว

กระบวนการแปรสภาพของสินแร่บอกไซท์ เริ่มจากการเตรียมสินแร่บอกไซท์ โดยการผสมองค์ประกอบให้ได้ส่วน และนำไปบดเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน สินแร่บอกไซท์ถูกบดในขณะที่แขวนลอยอยู่ในสารละลายที่ใช้กระบวนการ เกิดเป็นส่วนผสมของแข็งกับของเหลวที่ข้น นำไปผสมกับสารละลายโซดาไฟที่ได้รับความร้อนในระดับที่เหมาะสม และนำไปปรับสภาพในถังย่อย ณ ความดันมากกว่าหนึ่งบรรยากาศ

ส่วนผสมของแข็งกับของเหลวข้นที่ได้นี้ถูกนำออกจากถังย่อย และสินแร่ที่ตกค้างถูกแยกออกจากสารละลายโซเดียมอะลูมิเนต ในสองขั้นตอนเพื่อดำเนินการส่วนที่หยาบแยกกับส่วนที่ละเอียด เศษที่เหลือทั้งสองส่วนนี้ถูกล้าง และทิ้งออกไป หลังจากผ่านอีกหลายขั้นตอนแล้ว จึงเกิดเป็นอะลูมินา Al_2O_3 ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอะลูมิเนียม ใน Hall-Heroult Electrolysis Cell

ขั้นตอนที่สองผลิตอะลูมิเนียมโดยการแยกอะลูมิเนียมที่หลอมละลายด้วยไฟฟ้า การแยกอะลูมิเนียมจากแร่ใช้กรรมวิธีของไบเยอร์ (Bayer Process) คือล้างแร่บอกไซด์ให้สะอาด ตากแห้ง บดละเอียด ทำปฏิกิริยากับโซดาไฟ (NaOH) ในต้อบ ได้สารละลายโซเดียมอะลูมิเนต (Sodium Aluminate; $NaAlO_2$) สารที่เจือปนในแร่บอกไซด์ เช่น เหล็ก ซิลิกาจะไม่ทำปฏิกิริยากับโซดาไฟและตกเป็นตะกอนสีแดง (red mud) กรองสารละลายออกแล้วทิ้งสารละลายไว้จนเกิดตะกอนของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (Aluminium Hydroxide; $Al(OH)_3$ กรองเอาตะกอนอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ออก แล้วนำไปเผากับหินปูนในเตาเผาแบบหมุนชนิดเดียวกับที่ใช้เผาซีเมนต์ (Rotary Kiln) จะได้ออกไซด์อะลูมิเนียมที่บริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6 เซ็นเซอร์

กรรมวิธีการผลิตการบริการหรือการนำเสนอข่าวสารต่างๆ ล้วนแต่ต้องใช้แรงงานคนโดยตรงแทบทั้งสิ้น ลำดับต่อมาจึงมีพัฒนาการโดยการนำเอาการทำงานของกลไกต่างๆ เข้ามาช่วยเหลือเพื่อทุ่นแรง และได้รับการพัฒนาการจากเครื่องยนต์กลไกธรรมดา ที่มีคนมาคอยบังคับให้เครื่องจักรกลไกทำงาน จนกระทั่งได้รับการพัฒนาขึ้นมาอีก เป็นกลไกที่มีการรับรู้สัมผัส ซึ่งทำให้กลไกเหล่านั้นได้รับการพัฒนาขีดความสามารถขึ้นมาได้อย่างมหาศาล

สิ่งที่เป็นเสมือนตัวรับความรู้สึกให้เครื่องกลรู้ตัวนั้น ก็คืออุปกรณ์ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดจากการกระทำของเครื่องจักรดังกล่าว อุปกรณ์ตรวจจับนี้ก็คือ เซ็นเซอร์ (Sensor) นั่นเอง

เซ็นเซอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของสสารเกี่ยวกับตำแหน่ง (การเคลื่อนที่) อุณหภูมิ และความเข้มของแสง เป็นต้น

ดังนั้น จะนำคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงที่สามารถตรวจวัดได้ง่ายและจำเป็นต่อการใช้งานดังนี้

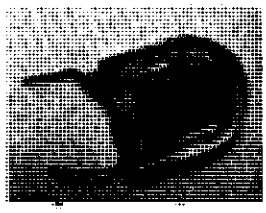
1. ใช้คุณสมบัติการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของอุปกรณ์ตรวจวัด วิธีนี้ส่วนใหญ่ตรวจวัดจากเซ็นเซอร์แบบสัมผัส ได้แก่สวิตช์แบบต่างๆ เช่น กดติดปล่อยดับ กดดับปล่อยติด สวิตช์เปิดติดค้าง หรือสวิตช์เลือกหลายๆ ฟังก์ชั่น เป็นต้น

2. ใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสง วิธีนี้จะใช้การเปลี่ยนแปลงของสารเคมีขณะมีการตกกระทบของแสง เมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นหรือลดลง ก็จะทำให้ปฏิกิริยาของสารเคมีบริเวณที่ใช้ตรวจวัดเกิดการเปลี่ยน ทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงในลักษณะต่างๆ ได้แก่ เป็นแรงดันที่เปลี่ยนแปลงได้ เป็นค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงได้ เป็นต้น

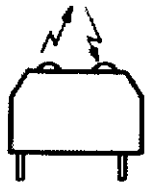
อุปกรณ์ที่ใช้หลักการตรวจวัดความเข้มของแสงได้แก่ LDR, Photo Diode, Photo Transistor, Opto Sensor ดังรูปที่ 2.20 เป็นต้น

66719

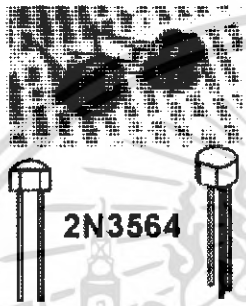
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



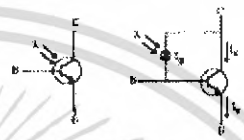
ก. LDR



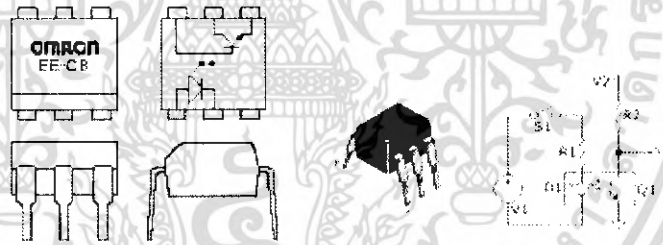
ข. Opto Sensor



ค. Photo Diode



ง. Photo Transistor



จ. Opto Isolator

รูปที่ 2.8 เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ใช้งานเกี่ยวกับแสง

3. ใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ วิธีนี้ใช้ความร้อน ณ จุดตรวจวัดขยายตัวของเหลวที่บรรจุอยู่ในภาชนะห่อหุ้มที่เป็นอัตราส่วนต่อการอ่านมาตรวัด ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ หรือใช้ความร้อนเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสร้างหน่วยวัดให้เป็นสัดส่วนต่อการเปลี่ยนแปลง ก็จะสามารถนำค่าความต้านทานมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ อุปกรณ์ประเภทนี้ได้แก่ เทอร์มิสเตอร์ หรือใช้เป็นความร้อนสะสมในไบเมทัล (Bimetal) เพื่อดีดตัวเป็นสวิตช์ตัด-ต่อ เมื่ออุณหภูมิถึง ณ จุดที่กำหนด อุปกรณ์ประเภทนี้ ได้แก่ เทอร์โมสตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 สวิตช์

สวิตช์ (Switch) จัดเป็นเซ็นเซอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีหน้าที่ในการตัด-ต่อ วงจรไฟฟ้า เพื่อให้มีการจ่ายหรืองดจ่ายแรงดันเข้าวงจร เมื่อสวิตช์ต่อวงจร (Close Circuit) จะมีแรงดันเข้าวงจร และเมื่อสวิตช์ตัดวงจร (Open Circuit) จะไม่มีแรงดันเข้าวงจร

สวิตช์ที่ถูกผลิตมาใช้งานมีรูปแบบที่แตกต่างกันไป แต่มีหน้าที่ในการทำงานเหมือนกันคือ ตัด-ต่อไฟฟ้าเข้าวงจร การเลือกลักษณะสวิตช์มาใช้งานต้องเลือกให้เหมาะสมกับงานนั้นๆ ควรพิจารณาถึงส่วนสำคัญหลักๆ 2 ประการ คือ ส่วนหน้าสัมผัสของสวิตช์และรูปร่างหรือแบบของสวิตช์

2.6.1.1 ส่วนหน้าสัมผัสของสวิตช์

ในสวิตช์หนึ่งตัวที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานจะมีจำนวนหน้าสัมผัสให้เลือกใช้งานหลายแบบ

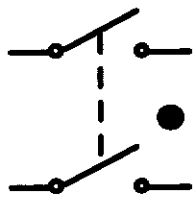
- แบบ 1 ขั้ว 1 ทาง (Single-Pole Single-Throw ; SPST) (สัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.21 ก.)

ก. สัญลักษณ์สวิตช์แบบ 1 ขั้ว 1ทาง (Single-Pole Single-Throw ; SPST)

- แบบ 1 ขั้ว 2 ทาง (Single-Pole Double-Throw ; SPDT) (สัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.21 ข.)

ข. สัญลักษณ์สวิตช์แบบ 1 ขั้ว 2 ทาง (Single-Pole Double-Throw ; SPDT)

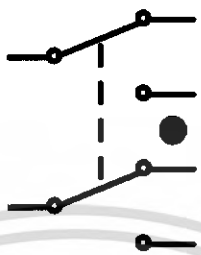
- แบบ 2 ขั้ว 1 ทาง (Double-Pole Single-Throw ; DPST) (สัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.21 ค.)



ค. สัญลักษณ์สวิตช์แบบ 2 ขั้ว 1 ทาง (Double-Pole Single-Throw ; DPST)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบ 2 ขั้ว 2 ทาง (Double-Pole Double-Throw ; DPDT) (สัญลักษณ์ดังรูปที่ 2.21 ง.)



ง. สัญลักษณ์สวิตช์แบบ 2 ขั้ว 2 ทาง (Double-Pole Double-Throw ; DPDT)

รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ของสวิตช์แบบต่างๆ

ยังมีสวิตช์แบบหลายขั้ว และหลายทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมต่อการใช้งาน แต่ถ้าสวิตช์มีขั้วหรือจังหวะให้เลือกมากเกินไป อาจทำให้การใช้งานยุ่งยากไปด้วย ในกรณีที่มีฟังก์ชันการใช้งานที่แตกต่างกันออกไปจึงนิยมใช้สวิตช์แยกกันแทน

2.6.1.2 รูปร่างหรือแบบของสวิตช์

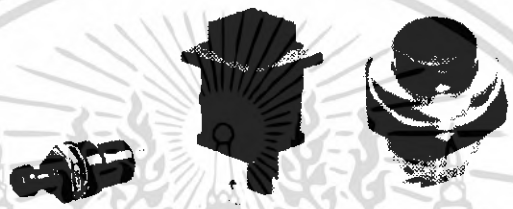
สวิตช์มีรูปร่างหลายลักษณะเพื่อตอบสนองการใช้งานที่สะดวกและเหมาะสม รูปแบบที่เห็นได้บ่อยและเป็นที่นิยมได้แก่

1. สวิตช์แบบเลื่อน (Slide Switch) เป็นสวิตช์ที่ต้องเลื่อนก้านสวิตช์ไปมา ก้านสวิตช์ยื่นยาวออกมาจากตัวสวิตช์เล็กน้อย การควบคุมการตัดต่อสวิตช์ ด้วยการผลักเลื่อนสวิตช์ขึ้นบนหรือลงล่าง การเลื่อนสวิตช์ขึ้นบนเป็นการต่อ (ON) การเลื่อนสวิตช์ลงล่าง เป็นการตัด (OFF) รูปร่างลักษณะสวิตช์แสดงดังรูปที 2.10

รูปที่ 2.10 สวิตช์แบบเลื่อน (Slide Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สวิตช์แบบกด (Push Button Switch) เป็นสวิตช์ที่เวลาใช้งานต้องกดปุ่มสวิตช์ลงไป การควบคุมตัดต่อสวิตช์ ต้องกดปุ่มทิอยู่ส่วนกลางสวิตช์ เมื่อกดปุ่มสวิตช์หนึ่งครั้งสวิตช์จะต่อ (ON) และเมื่อกดปุ่มสวิตช์อีกหนึ่งครั้งสวิตช์จะตัด (OFF) การทำงานจะเป็นเช่นนี้ตลอดเวลาแบบนี้เรียกว่าสวิตช์กดติดกดดับ มีสวิตช์แบบกดอีกแบบหนึ่งเป็นชนิดกดติดปล่อยดับ (Momentary) คือ ขณะกดปุ่มสวิตช์จะเป็นการต่อ (ON) เมื่อปล่อยมือจากปุ่ม จะเป็นการตัด (OFF) ทันที หรืออาจเป็นแบบกดดับปล่อยติดก็ได้ ซึ่งจะมีสภาวะการทำงานที่ตรงข้ามกัน รูปร่างลักษณะสวิตช์แสดงดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.11 สวิตช์แบบกด (Push Button Switch)

3. สวิตช์แบบกระดก (Rocker Switch) เป็นสวิตช์ที่มีปุ่มก้านกระดกยื่นออกมาจากตัวสวิตช์เล็กน้อย การควบคุมตัดต่อสวิตช์ ทำได้โดยกดผลักขึ้นบน หรือลงล่าง กดผลักด้านบน จะเป็นการต่อ (ON) กดผลักด้านล่างจะเป็นการตัด (OFF) รูปร่างลักษณะสวิตช์แบบกระดกแสดงดังรูปที่ 2.11

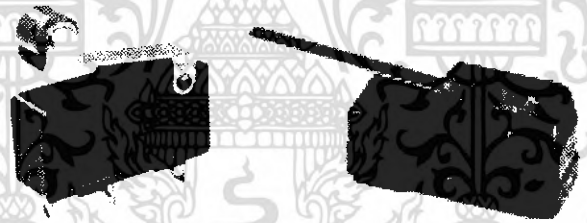
รูปที่ 2.12 สวิตช์แบบกระดก (Rocker Switch)

4. สวิตช์แบบก้านยาว (Toggle Switch) เป็นใช้การโยกก้านสวิตช์ไปมาโดยมีก้านสวิตช์โยกยื่นยาวออกมาจากตัวสวิตช์ ควบคุมตัดต่อสวิตช์ด้วยการโยกให้ขึ้นบนหรือลงล่าง ในการโยกก้านสวิตช์ขึ้นมักเป็นการต่อ (ON) และโยกสวิตช์ลงจะเป็นการตัด (OFF) รูปร่างลักษณะสวิตช์แบบกระดกแสดงดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 สวิตช์แบบก้านยาว (Toggle Switch)

5. สวิตช์แบบไมโคร (Micro Switch) คือ สวิตช์แบบกดชนิดกดติดปล่อยดับนั่นเอง แต่เป็นสวิตช์ที่สามารถใช้แรงจำนวนน้อยๆ กดปุ่มสวิตช์ได้ ก้านสวิตช์แบบไมโครสวิตช์ มีด้วยกันหลายแบบ อาจเป็นปุ่มกดเฉยๆ หรืออาจมีก้านแบบโยกได้มากดปุ่มสวิตช์อีกทีหนึ่ง ควบคุมตัดต่อสวิตช์ได้ด้วยการกดปุ่มสวิตช์หรือกดด้านคันโยกเป็นการต่อ (ON) และเมื่อปล่อยมือออกจากปุ่มหรือคันโยกจะเป็นการตัด (OFF) รูปร่างลักษณะสวิตช์แบบไมโครแสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.14 สวิตช์แบบไมโคร (Micro Switch)

2.6.2 เซ็นเซอร์แสง

เซ็นเซอร์แสง (Opto Sensor) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทหนึ่งที่ใช้คุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงและการสะท้อนกลับของแสงมาใช้ เพื่อแยกแยะสถานะหรือ ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ ที่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแสงได้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.6.2.1 วัดความเข้มของแสง

การวัดแบบนี้ใช้หลักการตรวจวัดโดยการให้แสงทำปฏิกิริยากับสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) หรือแคดเมียมเซเลไนด์ (CdSe) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบ ไว้ออกมาเชื่อมต่ออยู่กับขั้วโลหะสองขั้ว เมื่อมีแสงเข้ามากระทบบริเวณที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบด้วยสารเคมี ทำให้เกิดปฏิกิริยาขึ้น ซึ่งส่งผลให้ เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างขั้วทั้งสองใน 2 ลักษณะ ได้แก่

1. ความต้านทานระหว่างขั้วโลหะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามอัตราส่วนความเข้มของแสง
2. เกิดแรงดันขึ้นโดยเป็นอัตราส่วนต่อความเข้มของแสงที่ตกกระทบ

2.6.2.2 วัดการสะท้อนของแสง

วิธีการนี้ใช้การปล่อยแสงจำนวนหนึ่ง ณ. ตัวส่งแสง แล้วให้ตกกระทบกับตัวรับแสง อาจให้แสงจากจุดกำเนิด ตรงไปยังจุดรับโดยตรง หรือให้สะท้อนกลับด้วยวัตถุต่างๆ ที่จะใช้ตรวจจับ ตัวรับแสง ก็จะสามารถรับแสงจากตัวส่งได้เช่นเดียวกัน การเลือกใช้จึงควรพิจารณาตามข้อกำหนด ความสะดวก และความเหมาะสมต่อการใช้งาน

ชนิดของแสงที่นิยมใช้ได้แก่

1. แสงธรรมดา ที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ อาจแยกเป็นสีหลัก ได้แก่ เขียว แดง น้ำเงิน

2. แสงอินฟาเรด (Infrared) เป็นแสงที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ สามารถแยกการรบกวนจากแสงอื่นๆ ได้

3. แสงอุลตราไวโอเลต เป็นแสงที่ปนอยู่ในแสงอาทิตย์ มักใช้ทำให้เกิดแรงดันในตัวเซ็นเซอร์เพราะมีกำลังความร้อนที่ทำปฏิกิริยาได้สูง

เมื่อแสงถูกวัตถุหรือสิ่งของใดๆ กระทำในลักษณะต่างๆ ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เกิดการหักเหการสะท้อน การบดบัง การกระจายและการรวมแสง เป็นต้น ทำให้สามารถทราบถึงปริมาณการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงได้ จึงสามารถอาศัยคุณสมบัติความเข้มของแสงในงานตรวจวัดได้นั่นเอง

2.7 ไมโครคอมพิวเตอร์ MCS-51

เมื่อเราเริ่มต้นเรียนรู้เรื่องคอมพิวเตอร์พิจารณาได้อย่างไรว่าชิ้นงานที่เห็นอยู่นั้นเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ได้หรือไม่ ให้เราพิจารณาได้จาก องค์ประกอบ ของชิ้นงาน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง CPU (Central Processing Unit)

มีคุณสมบัติหลัก คือการประมวลผลข้อมูลการคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก เรารู้จักกันดีในชื่อของไอซีไมโครโพรเซสเซอร์ เช่น 8080, 80286, 80486 Pentium ฯลฯ ซึ่งเป็นของบริษัท Intel หรืออาจเป็น CPU รุ่นเก่าที่มีขนาด 8 บิต เช่นเบอร์ Z80 ที่เป็น CPUของบริษัท ZILOG เป็นต้น

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่เก็บข้อมูลหรือคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยรับข้อมูล เพื่อเตรียมส่งไปประมวลผลยังหน่วยประมวลผลกลาง และเก็บผลลัพธ์ที่ได้มาจากการประมวลผลแล้วเพื่อเตรียมส่งไปยังหน่วยแสดงผล

3. หน่วยความจำรอม (ROM)

เป็นหน่วยความจำแบบถาวรที่มีการบันทึกข้อมูลไว้ ล่วงหน้าก่อนแล้วไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือคำสั่งใดๆ ได้อีก ตัวอย่างเช่น ไอซีที่เป็นไบออส (BIOS) ของคอมพิวเตอร์ ในขณะที่เริ่มเปิดเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ครั้งแรก สังเกตได้ว่าจะมีการแสดงชื่อผู้ผลิตของบริษัท หรือ คุณสมบัติของเครื่องบนหน้าจอมอนิเตอร์ ถ้าหากเป็นเครื่องเล่นวีดีโอ จะเป็นตัวอักษรที่ทำหน้าที่แสดงผลเพื่อ บอกให้ตั้งค่าข้อมูลต่างๆ ซึ่งไม่ว่าจะปิดแล้วเปิดกี่ครั้งตัวอักษรเดิมนั้นจะยังคงอยู่

4. หน่วยความจำแรม RAM (Random Access Memory)

คือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลไว้เพียงชั่วคราวอาจเป็นข้อมูลที่ CPU ต้องการประมวลผลในขณะนั้น และเมื่อ CPU ประมวลผลเรียบร้อยแล้วอาจลบหรือเปลี่ยนข้อมูลได้ บางครั้งเมื่อหยุดการจ่ายไฟให้กับวงจรจะทำให้ข้อมูลสูญหายไปได้ในทันที ตัวอย่าง เช่น ขณะที่เรากำลังพิมพ์งานแต่ยังไม่ได้บันทึกข้อมูลไว้ในส่วนใด ข้อมูลนี้จะถูกเก็บไว้ที่หน่วยความจำแรมก่อนหากเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ จะทำให้ข้อมูลสูญหายไปได้ หรือการเก็บค่าของเวลาและอุณหภูมิของเครื่องไมโครเวฟ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ตลอด หน่วยความจำแบบแรมนี้จะแตกต่างกับหน่วยความจำแบบรอม โดยหน่วยความจำแบบรอมจะไม่สามารถแก้ไข ข้อมูลได้ในขณะนั้น ในขณะที่หน่วยความจำแบบแรมไม่สามารถเก็บค่าข้อมูลไว้ได้ตลอดดังนั้นหากต้องการให้ข้อมูลคงอยู่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรองไฟฟ้าไว้

5. หน่วยอินพุต (Input Unit)

เป็นหน่วยที่ใช้สำหรับการรับสัญญาณข้อมูลจากภายนอกเช่น คีย์บอร์ด สแกนเนอร์ หรือที่รับสัญญาณมาจากอุปกรณ์เซนเซอร์ (Sensor) ซึ่งอาจเป็นค่าแรงเสียดทานของล้อรถยนต์ขณะเบรกการกดปุ่มสวิตช์ตั้งเวลาของวีดีโอเทปฯลฯ กล่าวได้ว่าส่วนที่เป็นอินพุต คือส่วนที่ทำหน้าที่ป้อนข้อมูล

6. หน่วยเอาต์พุต (Output Unit)

เป็นหน่วยที่ใช้สำหรับการแสดงผลของข้อมูลเช่นจอมอนิเตอร์ พรินเตอร์ เครื่องตัดสติกเกอร์หรืออุปกรณ์ประเภทแอลอีดี (LED) ลำโพง มอเตอร์ รีเลย์ หลอดไฟ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันการพัฒนาและการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำ ที่นำไปสร้างเป็นไอซีมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นและมีเทคโนโลยีที่เกิดจากการผลิตของบริษัทต่างๆซึ่ง ส่งผลให้การผลิตชิฟไอซีมีขนาดที่เล็กลง แต่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติต่างๆมากขึ้นไอซีที่ถูกสร้างเป็นแบบ LSI (Large Scale Integrate Circuit) เป็นเทคโนโลยีการสร้างโดยการนำเอาทรานซิสเตอร์จำนวนมากมาสร้างเป็นไอซีดิจิตอลที่ซับซ้อนโดยทำขึ้นเพื่อหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลข้อมูลหรือเรียกว่าไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ที่มีคุณสมบัติหลัก คือการประมวลผลข้อมูลการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำที่เป็นแบบแรมแบบรอม หรืออุปกรณ์ภายนอกที่เป็นอินพุต-เอาต์พุตต้องมีการต่ออุปกรณ์อื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อทำหน้าที่เลือกอุปกรณ์ในการติดต่อหรือวงจรถอดรหัส (Decoder) ซึ่งสามารถทำงานได้ภายใต้การควบคุมของโปรแกรม ดังรูป 1.1 และ ในการที่เรานำไมโครโปรเซสเซอร์มาเป็นตัวประมวลผลกลางมีหน่วยความจำแบบแรมพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตเราเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นสิ่งไม่คุ้มกับการลงทุนหากนำมาใช้ในงานควบคุมขนาดเล็ก และอาจต้องใช้เนื้อที่มาก ในการออกแบบ ดังนั้นการพัฒนาด้านเทคโนโลยีในการสร้างชิปจึงมีการรวบรวมคุณสมบัติที่ต้องการใช้งานมาอยู่ในตัวเดียวกันคือมีองค์ประกอบเกือบทุกอย่างของคอมพิวเตอร์อยู่ภายในตัวไอซี ที่เราเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิปเดี่ยวประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานเหมือนไมโครคอมพิวเตอร์ เช่นหน่วยประมวลผลกลางขนาดเล็ก (8บิต -16 บิต) และหน่วยประมวลผล ที่สามารถเข้าข้อมูลแบบบิตหน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานแบบแรมขนาด 128 ไบต์ และบรรจุหน่วยความจำโปรแกรมประเภทรอม สามารถใช้งานให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตมีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ ฟูลดูเพล็กซ์ วงจร COUNTER/Timer ที่อยู่ภายใน สามารถต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเช่น คริสตอล (Crystal) และตัวเก็บประจุก็สามารถใช้งานได้เป็นต้น เราเรียกกันทั่วๆไปว่า ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ดังนั้นเมื่อเราต้องการใช้งานควบคุมขนาดเล็ก เช่น เตาไมโครเวฟ เครื่องซักผ้า เครื่องเล่นวิดีโอเทปและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เราจึงนิยมนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งานเพราะมีทุกอย่างพร้อมในตัวเดียวกัน ประกอบกับมีขนาดที่เล็กอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อร่วมมีน้อยและเหมาะสำหรับใช้งานในการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนมากนัก

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ไอซี IC (Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายครั้ง สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออาจจะเรียกได้ว่าไมโครโปรเซสเซอร์ชิปเดี่ยว (Single-Chip Microprocessor) เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุต/เอาท์พุต บางส่วนเข้าไปในตัวไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา วงจรการสื่อสารอนุกรม เป็นต้น ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำงานได้เสมือนกับเป็นคอมพิวเตอร์เล็ก ๆ เครื่องหนึ่ง กล่าวโดยสรุปคือ Microcontroller = Microprocessor+Memory+I/O

2.8 วิธีการเลือกใช้แบตเตอรี่

ปัจจัยในการเลือกใช้แบตเตอริให้เหมาะสมกับงานมีดังนี้

1 ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

2 ขนาดและความต้านทานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับพาหนะ

3 เนื้อที่ว่างที่จะใช้สำหรับวาง แบตเตอรี่

มอเตอร์ที่ใช้สำหรับรถบรรทุก และพาหนะจะอยู่ระหว่าง 2 แรงม้า ถึง 12 แรงม้า สำหรับรถบรรทุกชนิดโฟลค์ลิฟท์ จะใช้มอเตอร์อย่างน้อย 2 ตัว สำหรับการทำให้เล่นและสำหรับการดัน (Pump) ของเครื่องยกไฮโดรลิก (Hydraulic)

แรงดันไฟฟ้าจะมีตั้งแต่ 12 โวลต์ (6 เซลล์) จนถึง 72 โวลต์ (32 เซลล์) ในรถบรรทุกและพาหนะชนิดเดียวกัน ผู้ผลิตจะมีขนาดของแบตเตอรี่ที่แตกต่างกันแก่ผู้ใช้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้พาหนะ หรือบรรทุกในงานหนัก หรือไม่หนักเฉลี่ยแล้วรถบรรทุกอุตสาหกรรมจะใช้แบตเตอริประมาณ 10 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หนัก 500 ก.ก. ปริมาตร 210 ซม.^{3} จะทำงานได้ 8 ชั่วโมง ต่อการประจุ 1 ครั้ง แต่ถ้าต้องทำงานครั้งหนึ่งมากกว่า 8 ชั่วโมง จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ หรือเปลี่ยนแบตเตอรี่ ทุกๆ 8 ชั่วโมง

แบตเตอรี่ที่ใช้กับพาหนะที่ใช้บนถนนทั่วไปจะดูที่ ความจุ และแรงดันไฟฟ้าปัจจัยในการเลือกแบตเตอรี่สำหรับพาหนะทั่วไป คือ อัตราบรรทุก, ระยะทางที่ใช้วิ่งจำนวนการหยุดรถและออกรถ และสภาพถนน พาหนะที่วิ่งบนถนนธรรมดาที่สามารถรู้จำนวนการหยุดรถในการวิ่งแต่ละครั้งจะใช้พลังงานจากแบตเตอริประมาณ 30-40 % ซึ่งจะใช้แบตเตอรี่มากกว่าภายใต้เงื่อนไขเดียวกันภายใต้สภาพถนนที่เป็นเนินเขา

ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่สามารถจะระบุได้ ว่าจะต้องใช้แบตเตอรี่ขนาดใด จึงจะเหมาะสมแก่งานที่ใช้ ผู้ผลิตจะมีการจำลองงานและขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับงาน สภาพถนนเพื่อบริการ ซึ่งบริการนี้จะทำให้ผู้ใช้แบตเตอรี่ได้เหมาะสมกับหน้าที่ของพาหนะ

2.8.1 คุณลักษณะของการคายประจุ

รูปกราฟที่แสดงในรูปที่ 2.35 และ 2.36เป็นกราฟของรูปแบบการทำงานของแบตเตอรี่ทั้งชนิดหลอด (Tubular) และชนิดแผ่น (Plate)

แบตเตอรี่จะทำงานคล้ายกับมนุษย์ คือ ยิ่งทำงานหนักมากก็จะยิ่งอ่อนแรง

อัตรา 8 ชม. : 108 Ah (หรือ 135 Ah สำหรับ 8 ชม.)

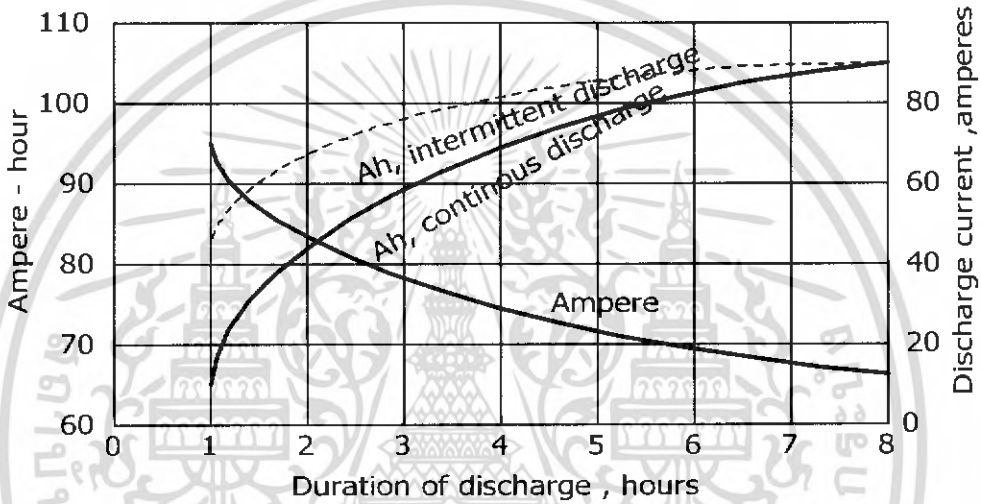
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตรา 5 ชม. : 100 Ah (หรือ 2 Ah สำหรับ 5 ชม.)

อัตรา 3 ชม. : 89 Ah (หรือ 29.7 Ah สำหรับ 5 ชม.)

อัตรา 1 ชม. : 67 Ah (หรือ 67 Ah สำหรับ 1 ชม.)

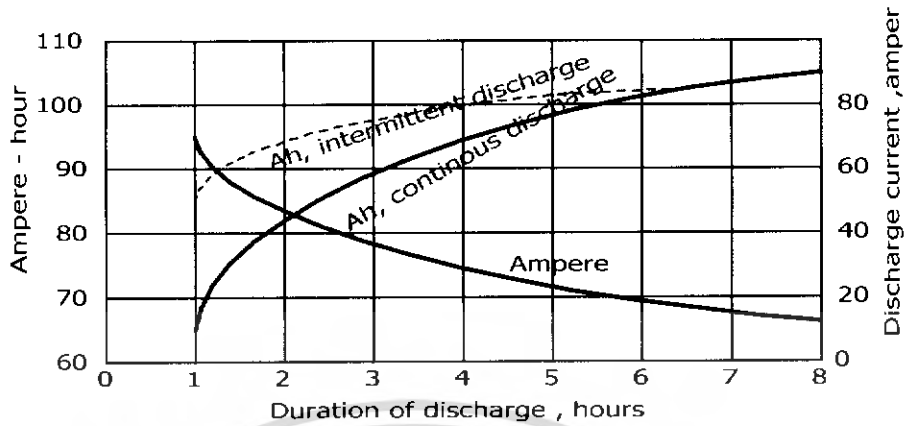
ค่าข้างบนเป็นความสามารถ ในการปล่อยกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่องภายใต้ช่วงเวลาที่กำหนด



รูปที่ 2.15 ความจุของแบตเตอรี่ขณะที่คายประจุอย่างต่อเนื่องและหยุดเป็นพักๆ ที่อุณหภูมิสูง

กระแสที่ปล่อยออกมาจากแบตเตอรี่ จะถูกนำมาใช้กับส่วนมอเตอร์ในพาหนะอย่างเช่น รถบรรทุกไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ และแบตเตอรี่จะปล่อยกระแสไฟได้สูงที่สุด ถ้าใช้แบตเตอรีขนาดอัตรา 2 ชั่วโมง ขณะที่เมื่อพาหนะมีการหยุดเป็นพักๆ จะสามารถใช้ประโยชน์ได้นานถึง 5 ชั่วโมง จากกราฟรูปที่ 2.20 จะแสดงให้เห็นว่า 91% ของความสามารถปล่อยกระแสทั่วหมด เมื่อปล่อยกระแสช่วง 2 ชั่วโมง และมีการหยุดเป็นพักๆ ซึ่งสามารถรอบคลุมถึงช่วงเวลาที 6 และต่อๆ ไปเปรียบเทียบกับการปล่อยกระแสแบบต่อเนื่องในช่วงเวลาเดียวกันจะใช้ประมาณ 81 % ของความสามารถปล่อยกระแสทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ความจุของแบตเตอรี่ขณะที่ทำการคายประจุอย่างต่อเนื่องและหยุดเป็นพักๆ ที่อุณหภูมิต่ำ

จากการเปรียบเทียบความจะที่เปลี่ยนไปในการคายประจุอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสและทิอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.2 พิกัดความจะที่เปลี่ยนไปในการคายประจุอย่างต่อเนื่อง

การปล่อยประจุ (Hr)	ความจุ	
	27°C (Ah)	0°C (Ah)
5	100	87
3	89	77
1	67	56

เปรียบเทียบรูปที่ 2.20 กับ 2.21 จะเห็นว่าในการปล่อยกระแสแบบหยุดเป็นพักๆ 0 องศาเซลเซียส จะให้ค่าความสามารถของแบตเตอรี่ 74 Ah ซึ่งมากกว่าการปล่อยกระแสแบบ ต่อเนื่องที่ 27 องศาเซลเซียส คือ 67 Ah ในเวลา 1 ชั่วโมง

กำลังเป็นวัตต์ของแบตเตอรี่เป็นผลคูณมาจากโวลต์ (Volt) และแอมแปร์ (Ampere) และจากมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีอยู่เราสามารถที่จะเลือกขนาดกำลังไฟฟ้าที่จำเป็นจากแบตเตอรี่ได้

ตัวอย่าง เช่น มอเตอร์ ขนาด 5 แรงม้า จะต้องการกระแสประมาณ

5,000 W/36V = 136 A จาก เซลล์แบตเตอรี่ 18 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

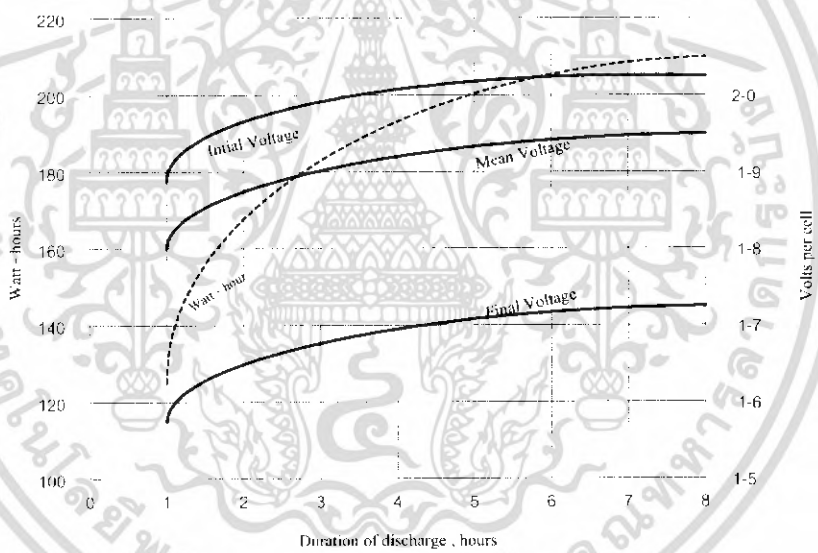
หรือ 5,000 W/48V = 104 A จาก เซลล์แบตเตอรี่ 24 เซลล์

ถ้ากระแสไฟฟ้ามีความต้องการตลอด 2 ชั่วโมง อย่างต่อเนื่อง ค่าความจุของแบตเตอรี่ จะเป็น

2×139 = 273 A จาก เซลล์แบตเตอรี่ 18 เซลล์

หรือ 2×104 = 208 A จาก เซลล์แบตเตอรี่ 24 เซลล์

ในการตัดสินกำลังวัตต์หรือพลังงานวัตต์-ชั่วโมง ของผลลัพธ์เอาท์พุทของแบตเตอรี่ เราจำเป็นต้องทราบค่าความต้านทานเฉลี่ยของการทำงานของแบตเตอรี่จากรูปที่ 2.24 แสดงความต้านทานเฉลี่ยของการปล่อยกระแสไฟฟ้าต่อ 1 เซลล์ ที่อัตราปล่อยการปล่อยกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกันซึ่งจะน้อยกว่า 2.0 V สำหรับแบตเตอรี่ที่ใช้ลาก และลดลงเพื่อเพิ่มการปล่อยกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.17 แรงดันไฟฟ้าและกำลังทางด้านเอาท์พุทของแทรกชันแบตเตอรีที่อุณหภูมิปกติ

พลังงานที่ได้ทางเอาท์พุท ได้มาจากการคูณความต้านทานเฉลี่ยของการปล่อยกระแสกับแอมแปร์-ชั่วโมง ที่อัตราการปล่อยกระแสไฟฟ้าเฉพาะดังที่แสดงในตารางที่ 6 สำหรับเซลล์100 Ah

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 พลังงานของแบตเตอรี่ที่พิกัดของการคายประจุต่างๆ

เวลาในการคายประจุ (Hr)	ปริมาความจุที่เปลี่ยนแปลง (Ah)	แรงดันเฉลี่ย (V)	พลังงานที่จ่าย (Wh)
5	100	1-92	192
3	87	1-885	168
1	67	1-80	121

ความต้านทานสุดท้ายของการปล่อยพลังงานกระแสไฟฟ้าประมาณ 0.3 โวลต์ ต่อเซลล์ ซึ่งจะต่ำกว่าความต้านทานเริ่มแรกของการปล่อยกระแสไฟฟ้า และจุดหนึ่งที่เป็นลักษณะเฉพาะของการปล่อยกระแสไฟฟ้าซึ่งความต้านทานของเซลล์จะเริ่มตกลงเรื่อยๆ อย่างรวดเร็วจนไม่มีกำลังที่ใช้ต่อไป จากรูปที่ 2.29 ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของการปล่อยกระแสและเวลาซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นโค้งจะสามารถอธิบายความต้านทาน โดยดูว่ากราฟโค้งอย่างไรมากหรือน้อยแค่ไหน

2.8.2 ตัวแปรทางด้านอุณหภูมิ

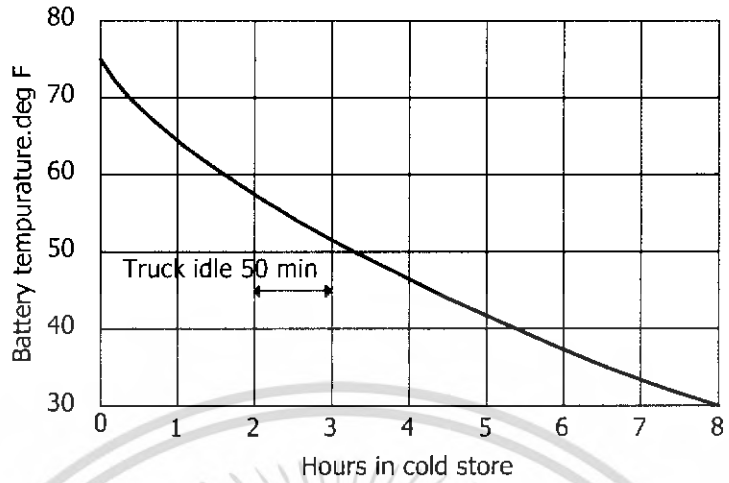
การประจุกระแสไฟฟ้า เข้าแบตเตอรี่ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน จะให้ได้ผลที่แตกต่างกันด้วย จะดูได้จากเมื่อประจุกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูงความสามารถของแบตเตอรี่ จะมีมากกว่าการประจุกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่ำกว่า แต่ก็ไม่เสมอไปเพราะความสามารถของแบตเตอรี่จะถูกสะสมอีกครั้ง เมื่อมีการประจุกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิปกติ

แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดสามารถที่จะทำงานได้ในพื้นที่และอากาศเย็นที่อุณหภูมิประมาณ -29 องศาเซลเซียสถ้าอุณหภูมิเริ่มต้นของการเริ่มปฏิบัติงานอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า

ความร้อนในแบตเตอรี่จะไม่สูญเสียโดยง่าย จากรูปที่ 2.30 แสดงถึงอุณหภูมิของแบตเตอรี่ขนาด 18 เซลล์ 440 Ah ซึ่งถูกวางไว้ในถาดเหล็กโดยไม่มีฉนวนป้องกัน แบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับรถบรรทุกโฟลค์ลิฟท์สามารถจะทำงานได้เกินช่วงระยะเวลา 8 ชั่วโมง ในสถานที่ที่มีอากาศเย็นอุณหภูมิประมาณ -29 องศาเซลเซียส แบตเตอรี่จะปฏิบัติงานได้โดยไม่มีปัญหาที่ช่วงปลายของชั่วโมงที่ 8 และสามารถทำงานได้ตามปกติตามตารางเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละวันเพียงแต่ว่าเวลาที่มีการประจุกระแสไฟฟ้าเข้าไปในในแบตเตอรี่ใหม่จะต้องทำที่อุณหภูมิปกติ

ตารางข้างล่างนี้จะแสดงขอบเขตความสามารถของแบตเตอรี่ที่ลดลง ขณะที่อุณหภูมิของ อิเล็กโทรไลท์ลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 กราฟความคูลลิ่ง (Cooling) เอ็กซ์ไซด์ไอออนนิเคดของแบตเตอร์รี่18 เซลล์ 440 Ah

จากตารางจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของอิเล็กโทรไลท์ จะเป็นตัวกำหนดความสามารถของแบตเตอรี่ และนี่ก็เป็นสาเหตุหนึ่งซึ่งนอกจากนี้แล้ว ยังมีสาเหตุที่เกี่ยวกับอุณหภูมิที่มีผลต่อความสามารถของแบตเตอรี่อีกดังต่อไปนี้

1 อุณหภูมิของอิเล็กโทรไลท์ เมื่อเข้าสู่สถานที่เก็บที่มีอากาศเย็น

2 ระยะเวลาที่เก็บไว้ในที่เย็น (ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานในที่เย็น)

3 ขนาด และ รูปร่างของเซลล์ต่างๆ ของแบตเตอรี่

4 ตัวป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วของแบตเตอรี่การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ทางหนึ่งคืออุณหภูมิที่ขณะปฏิบัติงานนั้นไม่ควรต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

5 ตัวป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วของแบตเตอรี่การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ทางหนึ่งคืออุณหภูมิที่ขณะปฏิบัติงานนั้นไม่ควรต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

6 เมื่อมีการประจุกระแสให้แบตเตอรี่ ควรทำให้อุณหภูมิห้อง คือประมาณ25 องศาเซลเซียส

7 ตรวจดูให้แน่ใจว่าก่อนที่จะนำแบตเตอรี่เข้าไปปฏิบัติงานในที่เย็นอุณหภูมิของแบตเตอรี่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 25 องศาเซลเซียส หรือ สูงกว่า หรือไม่

8 เมื่อไม่ได้ใช้แบตเตอรี่ ควรเก็บไว้ในที่อบอุ่นไม่ใช่ในที่เย็น

9 ในการประจุกระแสครั้งใหม่แต่ละครั้งให้แบตเตอรี่ต้องอัดให้เต็ม และไม่วางแบตเตอรี่ที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าแล้วไว้ในที่เย็นโดยไม่แน่ใจว่าแบตเตอรี่คายประจุแล้วหรือยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 ฝาปิดแบตเตอรี่ ควรจะมีขนาดพอดีเพราะความร้อนส่วนใหญ่ที่สูญเสียจะผ่านจุดต่อของเซลล์และจุดต่อข้าง

2.8.3 การประจุกระแสไฟฟ้า

โดยทั่วไปๆ แล้วแบตเตอรี่สำหรับลากส่วนใหญ่ จะใช้เวลาในการประจุกระแสประมาณ 10 ช.ม. หรือมากกว่าและเครื่องมือสำหรับเครื่องประจุกระแสไฟฟ้า จะถูกออกแบบมาง่ายๆ มีคุณลักษณะที่ปลอดภัย มีอุปกรณ์อัตโนมัติสำหรับหยุดการประจุกระแสเมื่อกระแสถูกอัดจนเต็ม ซึ่งเราจะเรียกเครื่องประจุอย่างนี้ว่า ชิงเกิ้ลสเต็ปแท็ปเบ่อร์แต่ถ้าในกรณีที่จำเป็น ต้องใช้เวลาในการประจุกระแสต่ำกว่า 10 ชั่วโมง ต้องใช้เครื่องประจุกระแสไฟฟ้าชนิดทรูสเต็ปแทปเปอร์ ซึ่งจะใช้เวลาในการประจุประมาณ 8 ชั่วโมง

2.8.4 อายุการใช้งานของแบตเตอรี่

การใช้แบตเตอรี่กับงานทุกๆ งาน แบตเตอรี่จะวนเวียนอยู่กับการปล่อยกระแสไฟฟ้าและการประจุกระแสไฟฟ้า โดยปกติอายุการใช้งานของแบตเตอรี่จะมากกว่า 4 ปี ซึ่งรับรองจากผู้ผลิตแบตเตอรี่ ซึ่งกำหนดในภาวะในการใช้งานของแบตเตอรีจะอยู่ระหว่าง 5-6 ปี ปกติแล้วการใช้งานของแบตเตอรี่จะไม่มากกว่า 85 % ของความสามารถของแบตเตอรี่ใน 5 ชั่วโมง การใช้กระแสไฟฟ้าจนหมดแบตเตอรี่จะไม่เป็นอันตราย ถ้ามีพลังงานพร้อมเพียงและเพียงพอสำหรับการประจุกระแสไฟฟ้าเข้าไปในแบตเตอรี่ใหม่

การปล่อยกระแสไฟฟ้าที่มากเกินไปบ่อยๆ อาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมได้ ดังนั้น การศึกษาวิธีการใช้แบตเตอรี่ทีจากผู้ผลิตแบตเตอรี่เสียก่อนที่จะมีการปล่อยหรือการประจุไฟฟ้า เมื่อแบตเตอรี่ถูกปล่อยกระแสออกมากเกินไปจะทำให้ลีดซัลเฟตที่เหลือในแพลทผลิตแอคทิฟแมทเลี่ยน (Active Material) ที่ขยายออกกว้างทำให้รูถูกปิด ซึ่งมีผลทำให้การประจุกระแสไฟฟ้าครั้งต่อไปไม่สมบูรณ์

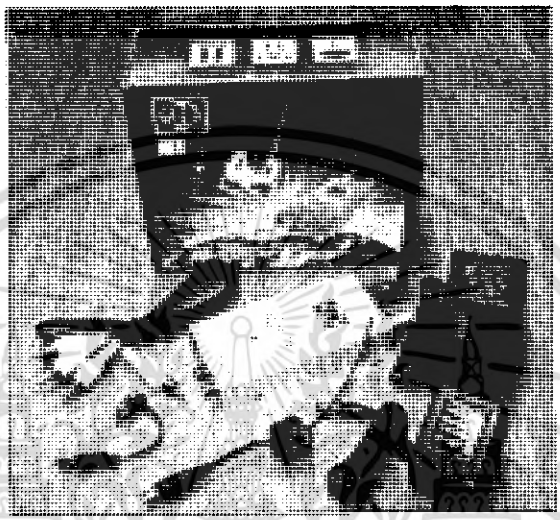
2.8.5 ขนาดของแบตเตอรี่และประสิทธิภาพ

งานที่แตกต่างกันเซลล์แบตเตอรี่ที่ใช้ก็จะแตกต่างกันไป ตามลักษณะของทางกายภาพ น้ำหนัก ปริมาตร และความสามารถของการจุดกระแสไฟ เช่น เซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุดจะสูง 24 ซม. ปริมาตร 2.5 ซม.^{3} หนัก 5.5 ก.ก มีความจุประมาณ 50 Ah เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดจะสูง 74 ซม. ปริมาตร 49 ซม.^{3} หนัก 145 ก.ก. มีความจุประมาณ 200 Ah ความจุต่อน้ำหนัก 1 ก.ก. ของแบตเตอรี่สำหรับลากเป็น 24 Wh ต่อ ก.ก. ความจุกระแสต่อปริมาตร 1 ซม.^{3} ของแบตเตอรี่สำหรับลากเป็น 55 Wh ต่อ dm^3 ค่าเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงปรับปรุงได้ ถ้าใช้เพลทที่บางลง ในกรณีที่แบตเตอรี่ที่ถูกใช้งานมาก ภายใต้งานที่หนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 กล้องบันทึกภาพไร้สาย

ตัวกล้องมีให้เลือก 2 แบบ แบบสีทองจะมีขายึด แบบสีดำเป็นกล้องวงจรปิดขนาดเล็ก เหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการให้เห็นกล้อง มีขนาดเท่าเหรียญบาท



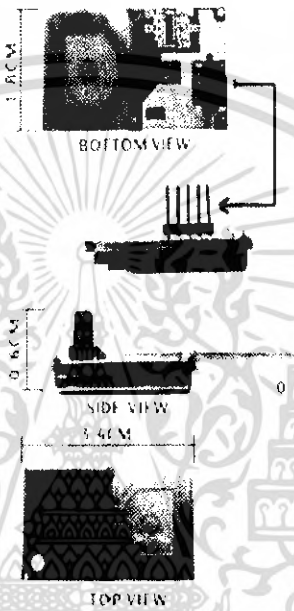
รูปที่ 2.19 ชุดกล้องบันทึกภาพไร้สาย

1. เป็นกล้องวงจรปิด ขนาดเล็ก มีขนาดเท่าเหรียญบาท สามารถซ่อนในสิ่งของต่างๆได้ง่ายดาย เช่นตุ๊กตา ผ้าเพดาน ซองบุหรี่ โคมไฟ ฯลฯ
2. เลนส์กล้องแสดงภาพสี มีความคมชัด ภาพชัดเจน (ภาพสี) เลนส์เล็กเท่ารูเข็ม
3. ส่งสัญญาณภาพ แบบไร้สาย โดยมีเครื่องส่งฝังอยู่ในตัวกล้องเลย
4. มีเครื่องรับสัญญาณภาพแยกต่างหาก สามารถต่อสาย AV จากเครื่องรับสัญญาณเข้าดูภาพผ่านทางช่อง AV ของทีวีบ้านท่านได้ทันที
5. ใช้ความถี่ UHF กำลังส่งความถี่สูง 1.2 GHZ
6. สามารถรับส่งภาพได้ไกลประมาณ 30 - 50 เมตร ครอบคลุมรัศมีบริเวณบ้านโดยรอบ
7. ส่งสัญญาณภาพผ่านกำแพงและสิ่งขีดขวางได้ครับ
8. สามารถต่อเข้ากล้องถ่ายวีดีโอ Sony Handycam ได้ทันทีที่ช่อง AV/in และบันทึกภาพได้เลย
9. สามารถใช้ถ่าน 9 V ต่อเข้ากับตัวกล้องได้
10. พร้อมคู่มือการติดตั้งและการใช้งานอย่างละเอียด 1 ชุด

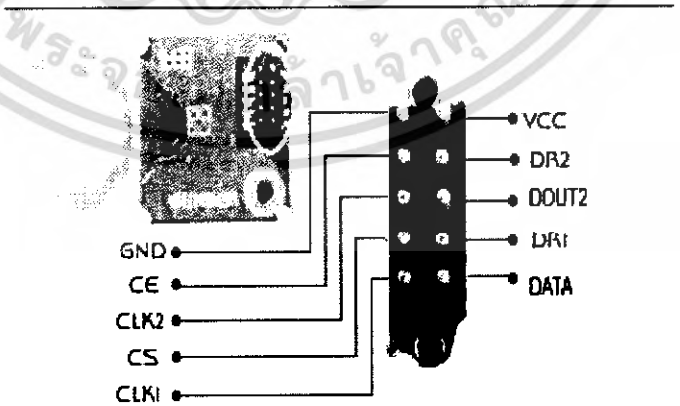
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 โมดูลไวเลตความถี่ 2.4 GHz

โมดูลไวเลต TRF-2.4G Transceiver module เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวส่งคลื่นควบคุมต่างๆโดยมีความถี่อยู่ที่ 2.4~2.524 GHZ ISM band ใช้แหล่งจ่าย 1.9V ถึง 3.6V ในการใช้งานจะต้องมีโมดูลไวเลต 2 ตัวเพื่อทำการรับและส่งคลื่นในการควบคุม



รูปที่ 2.20 รูปโมดูลไวเลต TRF-2.4G Transceiver module



รูปที่ 2.21 ขาต่อใช้งานของโมดูลไวเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของ TRF-2.4G Transceiver module

Pin	ชื่อ	ฟังก์ชันการทำงาน	ลักษณะการทำงาน
1	GND	Power	เป็นขากราวน์ (0V)
2	CE	Input	ในสภาวะที CE ถูกกระตุ้นด้วย RX หรือ TX จะกระตุ้นที่ขานี้
3	CLK2	I/O	ช่องสัญญาณที่ 2 สัญญาณสัญญาณนาฬิกา
4	CS	Input	ขา CE จะถูกเปลี่ยนสภาวะถ้าถูกกระตุ้นที่ขานี้
5	CLK1	I/O	ช่องสัญญาณที่ 1 สำหรับรับสัญญาณนาฬิกา TX/RX
6	DATA	I/O	ช่องรับสัญญาณ RX/TX ช่องที่ 1
7	DR1	Output	ช่องส่งสัญญาณ RX ช่องที่ 1(Shockburst only)
8	DOUT2	Output	ช่องสงสัญญาณ RX ช่องที่ 2
9	DR2	Output	ช่องส่งสัญญาณ RX ช่องที่ 2 (Shockburst only)
10	VCC	Power	แหล่งจ่ายไฟ +3 V DC

2.10.1 คุณสมบัติของTRF-2.4G โมดูล

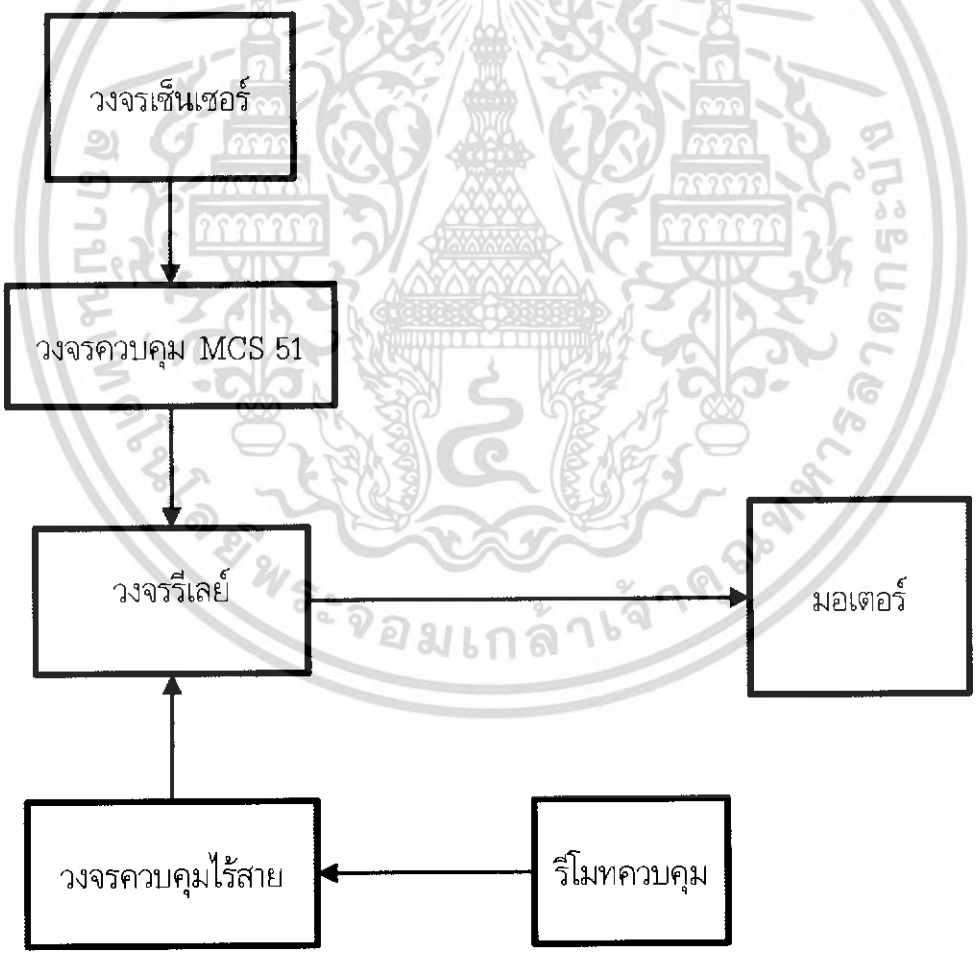
1. ใช้ในย่านความถี่ 2.4-2.524 GHz ISM band
2. การเปลี่ยนสัญญาณความถีแบบ GFSK
3. อัตราการส่งข้อมูลอยู่ที่ 1 Mbit/s และ 250 kbps
4. ระบบสัญญาณ 125 ช่อง และเวลาในการเปลี่ยนช่องสัญญาณน้อยกว่า 200uS
5. การเชื่อมต่อภาครับและภาคส่งอยู่ที่ 1 Mbit/s
6. TRF-2.4G เป็นได้ทั้งตัวส่งและตัวรับสัญญาณ
7. ประกอบด้วยวงจรเข้าหัส วงจรถอดรหัส และการส่งข้อมูล
8. ช่วงความถีต่ำจะใช้วิธีการแบบ Shockburst และการ
9. ความเร็วของคลื่นความถี่เท่ากับ -90 dBm
10. มีเสาอากาศภายในตัว
11. ย่านในการใช้แหล่งจ่าย 1.9 ถึง 3.6 V
12. ช่วงที่กระแส TX ต่ำที่สุดที่ 10.5 mA และความถี่เอาต์พุตเท่ากับ -5 dBm
13. ช่วงที่กระแส RX ต่ำที่สุดที่ 18 mA
14. ในช่วงที่กระแสลดลงต่ำสุดอยู่ที่ 1uA
15. อุณหภูมิที่ใช้งานอยู่ในช่วง -40 ถึง +85 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย สามารถที่จะแบ่งออกเป็นส่วนสำคัญหลักๆ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของชุดขับเคลื่อนแบ่งออกเป็นชุดโมดูลไวเลต วงจรเซ็นเซอร์ เพื่อไปควบคุมวงจรรีเลย์ไปสั่งการมอเตอร์ ซึ่งแต่ละส่วนนั้นแสดงเป็นผังการทำงานรวมของหุ่นยนต์ดังในรูป 3.1



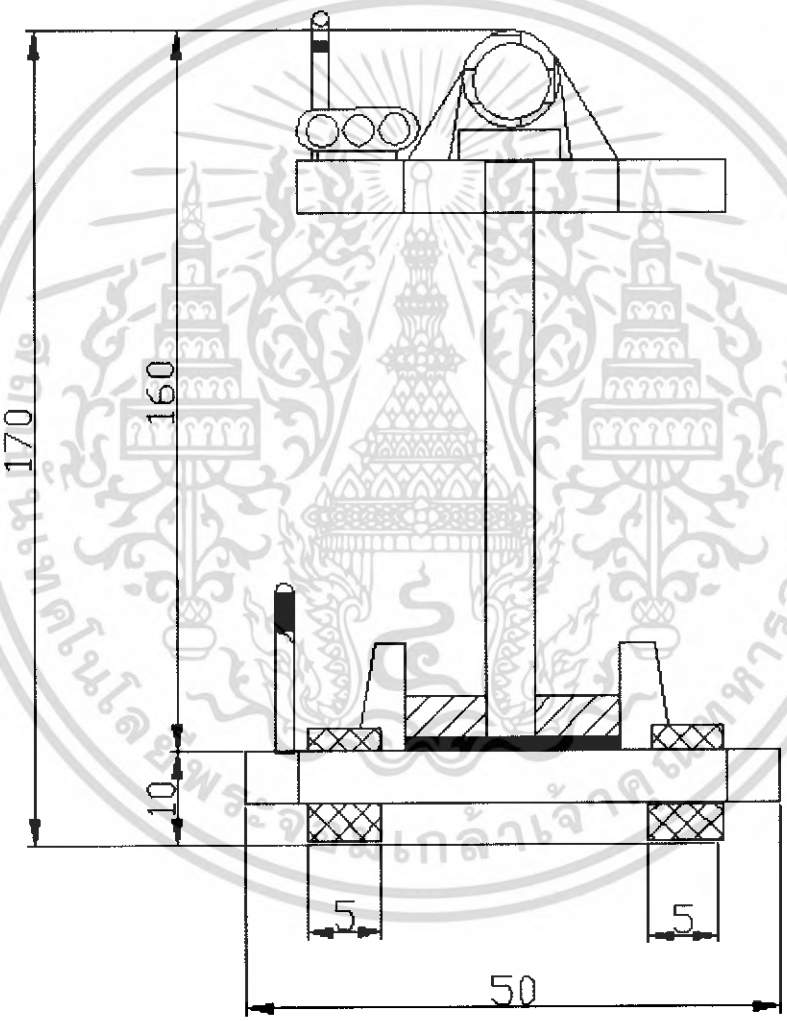
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปิดกดสวิตช์ที่ตัวหุ่นยนต์ วงจรเซ็นเซอร์จะเริ่มทำงาน ทำการจับเส้นสีดำ และเมื่อกดปุ่มทีรีโมท ควบคุมจะเปลี่ยนการทำงาน จากการทำงานโดยใช้เซนเซอร์ มาทำงานผ่านการควบคุมของวงจรรีเลย์ โดยใช้วงจรควบคุมไร้สายในการควบคุม โดยโมดูลจะรับคลื่นวิทยุจากตัวรีโมท เพื่อสั่งการทำงานของหุ่นยนต์

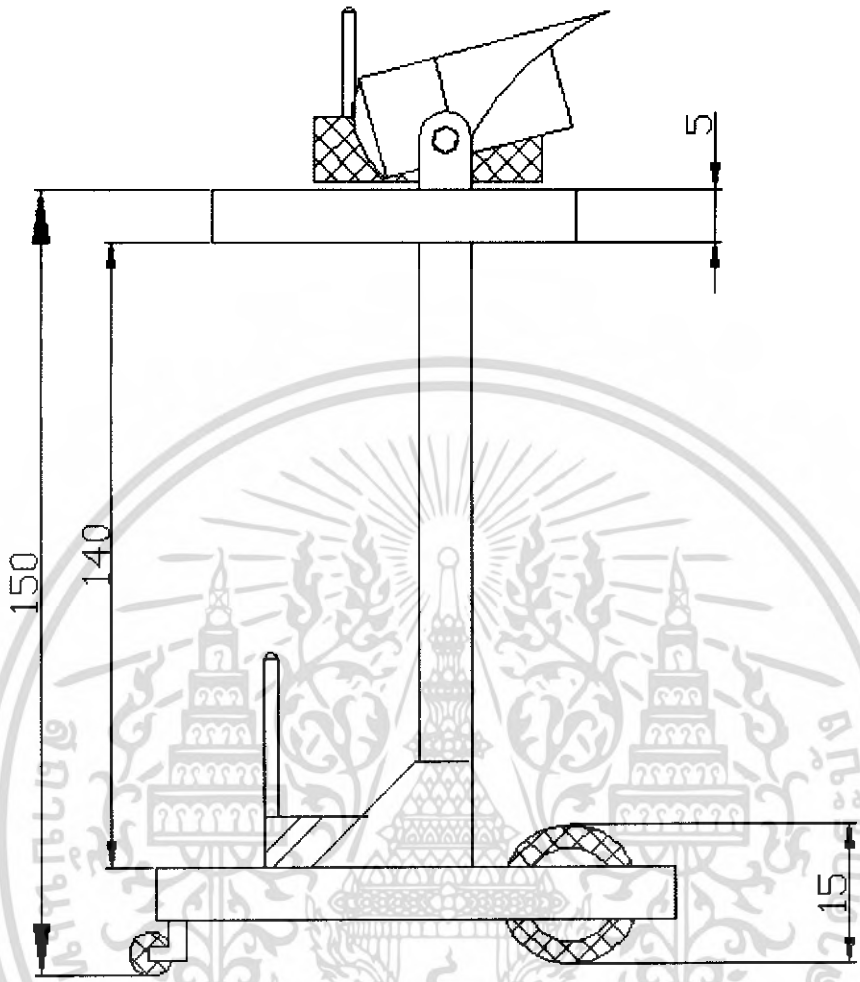
3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

ตามที่ได้ออกแบบหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์ด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

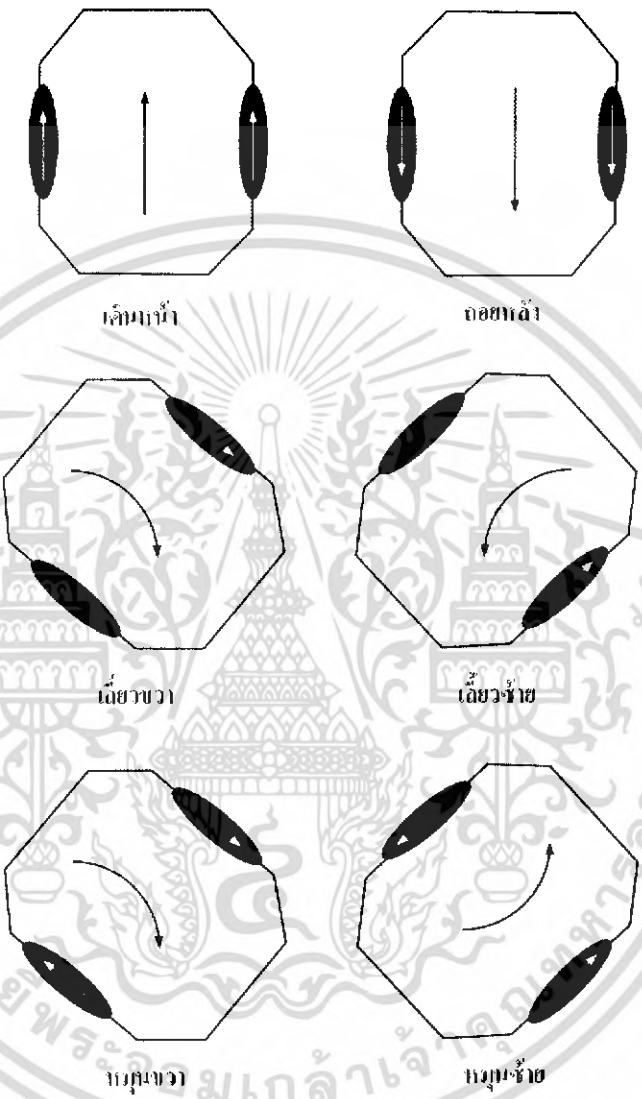


รูปที่ 3.3 โครงสร้างของหุ่นยนต์ด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การทำงานเบื้องต้นของหุ่นยนต์

มอเตอร์กระแสตรงสำหรับระบบขับเคลื่อนหุ่นยนต์



รูปที่ 3.4 การเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ของหุ่นยนต์

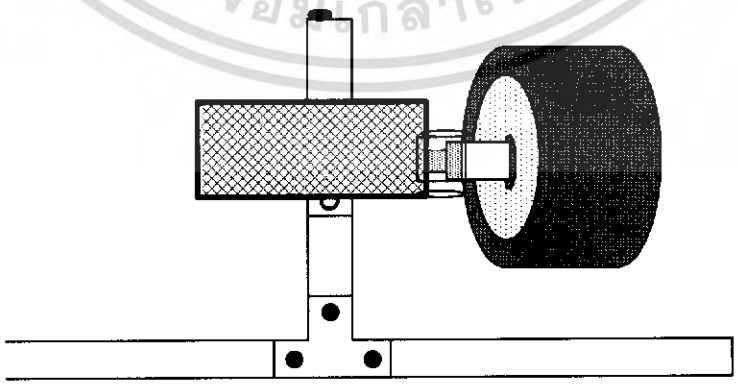
รูปที่ 3.4 เป็นทิศทางในการทำงานของชุดขับเคลื่อนในหลักต่าง เช่น เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวขวา เลี้ยวซ้าย หมุนขวา หมุนซ้าย หลักการดังกล่าวนี้ เป็นหลักการพื้นฐานในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์หรือความสามารถในการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ชุดขับเคลื่อน

ในส่วนของการขับเคลื่อนใช้มอเตอร์กระแสตรงจำนวน 2 ตัว โดยใช้หลักการของมอเตอร์ขับเคลื่อนซึ่งต่อระหว่างล้อจำนวน 2 ล้อ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร และใช้ล้อฟรีในการพยุงตัวหุ่นอีกจำนวน 1 ล้อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร ด้วยมอเตอร์และล้อที่ต่อกับมอเตอร์ ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด 8 รูปแบบ คือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายแบบเดินหน้า เลี้ยวซ้ายแบบถอยหลัง เลี้ยวขวาแบบเดินหน้า เลี้ยวขวาแบบถอยหลัง หมุนตัวอยู่กับที่โดยทิศทางตามเข็มนาฬิกา และหมุนตัวอยู่กับที่โดยทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

รูปที่ 3.5 ชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์



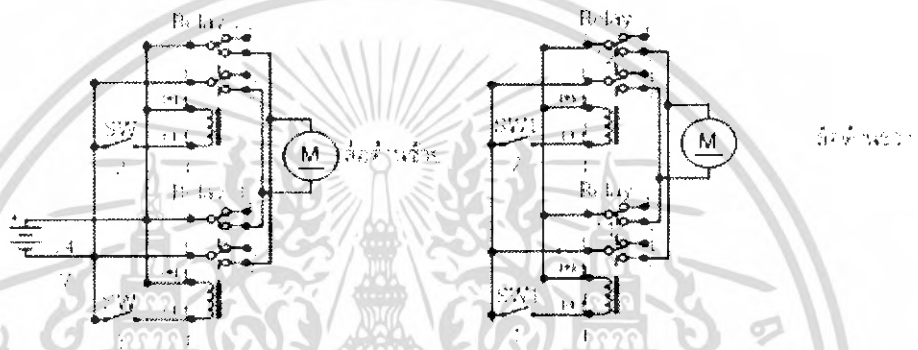
รูปที่ 3.6 ขนาดชุดขับเคลื่อนหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนควบคุม

3.3.1 วงจรรีเลย์

การออกแบบวงจรรีเลย์ของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทนี้อาศัยหลักการของรีเลย์ก็คือรีเลย์นั้นเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ



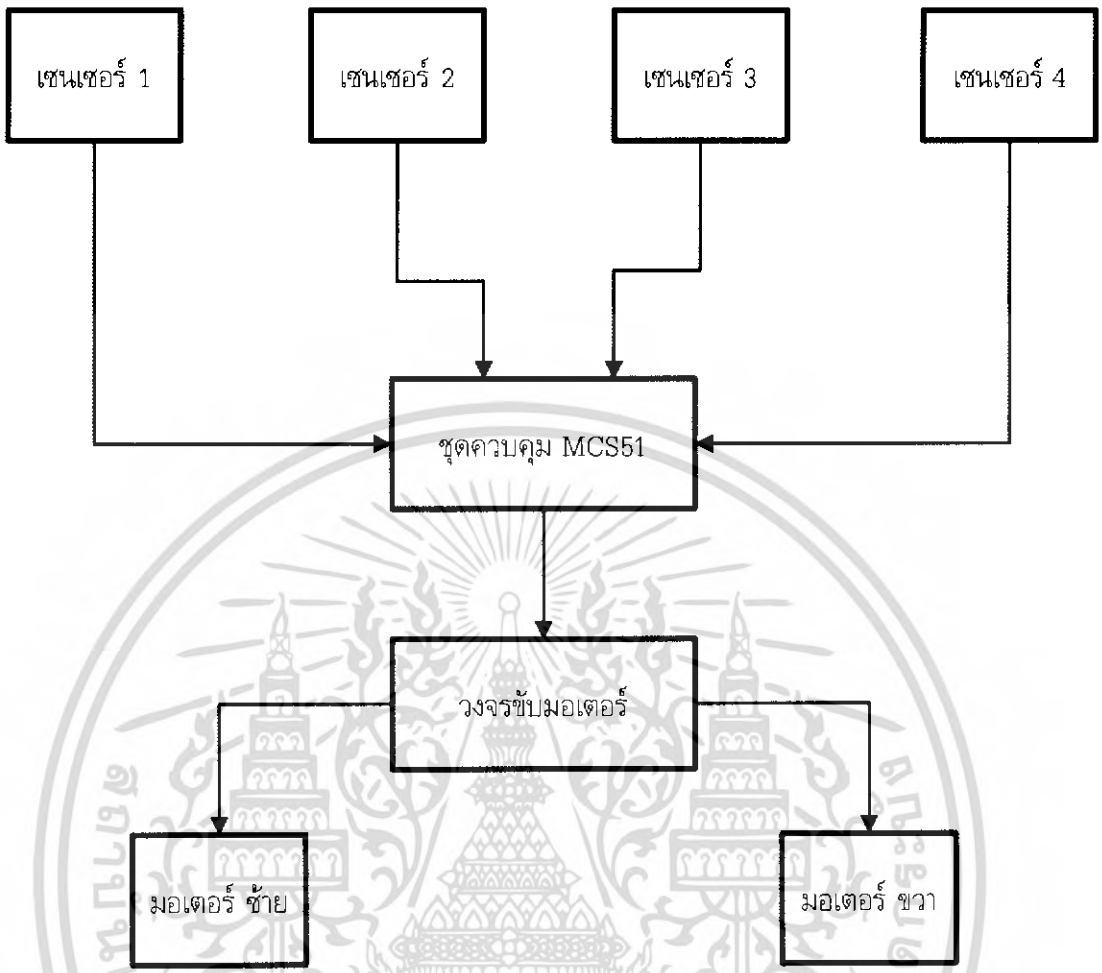
รูปที่ 3.7 วงจรรีเลย์

โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดเพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการทำงานของหุ่นยนต์ได้ทำการออกแบบใช้รีเลย์ในการควบคุมกลไกส่วนต่างๆทั้งหมดเป็นจำนวน 4 ตัว รีเลย์ที่ใช้มีคุณสมบัติคือทำงานที่ระดับแรงดัน 24 V และสามารถทนกระแสสูงสุด 5 A ซึ่งในการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ที่ควบคุมกลไกชุดขับเคลื่อนใช้รีเลย์จำนวน2 ตัว ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้ควบคุมกลไกของหุ่นยนต์มีจำนวน 2 ตัว

3.3.1 ชุดควบคุมด้วยวงจรเซนเซอร์

ลักษณะของหุ่นตรวจการไร้สายมีล้อทั้ง 3 ล้อ โดยมีมี 2 ล้อที่เป็นตัวต่อเข้ากับ DC Motor ที่จะทำให้เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขาว โดยเซนเซอร์ ตรวจจับเส้นทางโดยติดอยู่ระหว่างล้อหน้าและหลัง และอีกล้อ เป็นแบบ Ball Caster ที่สามารถหมุนได้รอบตัวจึงง่ายและสะดวกต่อการเลี้ยวของหุ่นยนต์

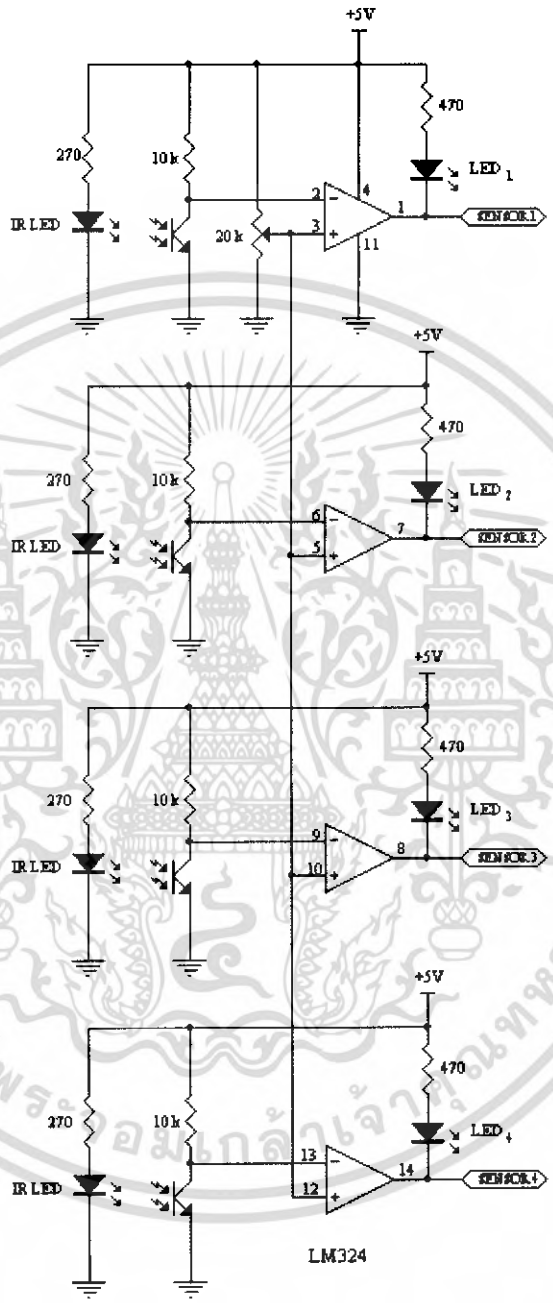
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ผังการทำงานของชุดวงจรเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การทำงานของวงจรควบคุมด้วยเซนเซอร์

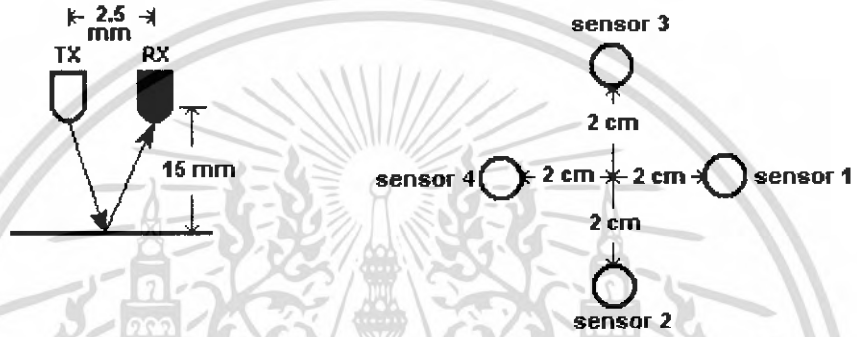


รูปที่ 3.9 ลักษณะและวงจรการทำงานของเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบเส้นทางโดยเซนเซอร์

ส่วนของการตรวจสอบเส้นทางเดินนั้นใช้อินฟาเรดหักการทำงานของเซนเซอร์จะแบ่งออกเป็นสองส่วน ซึ่งทำหน้าที่จำกัดกระแสไม่ให้ไหลผ่าน LED ชนิดอินฟาเรด ตัวส่ง ต่อกับตัวต้านทาน ซึ่งหน้าที่จำกัดกระแสไม่ให้ไหผ่าน LED ชนิดอินฟาเรดตัวรับ ต่อกับความต้านทาน เมื่อตัวรับไม่มีแสงมาตกกระทบ ที่ตัวมันจะมีความต้านทานเป็นอนันต์จึงไม่สามารถนำกระแสได้ ในทางกลับกันหากมีแสงมาตกกระทบตัวรับ ค่าความต้านทานจะลดลงจนสามารถนำกระแสได้



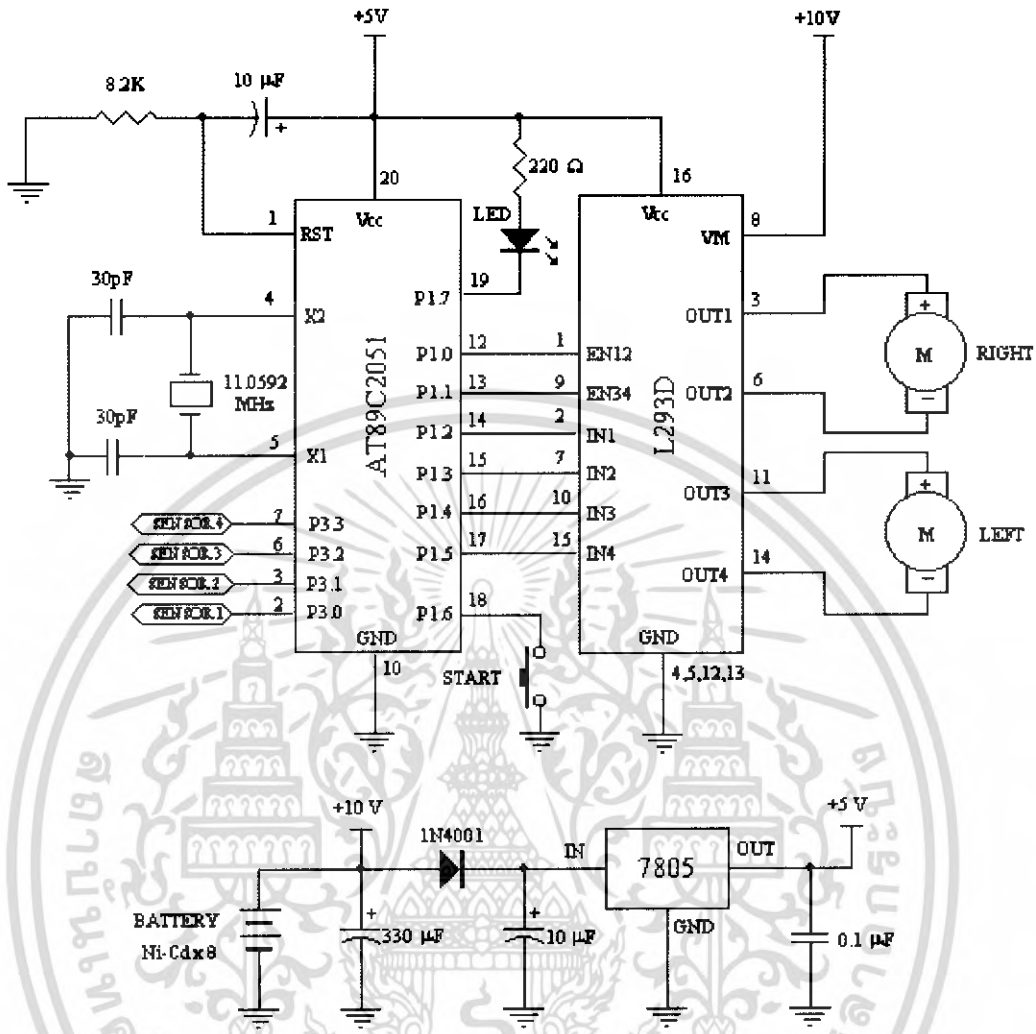
รูปที่ 3.10 การติดตั้งเซนเซอร์

การติดตั้งเซนเซอร์ ต้องให้ ตัวเซนเซอร์ อยู่ห่างจากพื้นขึ้นมา 15 มิลลิเมตรเพราะการรับของเซนเซอร์ได้ดีที่สุดอยู่ที่รับดับ 15 มิลลิเมตรจากระดับพื้น และการวางเซนเซอร์ให้วัดจากจุดกึ่งกลางออกมาสองเซนติเมตร 4 ด้าน เพื่อให้ได้ขนาดกับเส้นที่ให้เซ็นเซอร์ตรวจจับ

3.3.3 การทำงานของวงจร

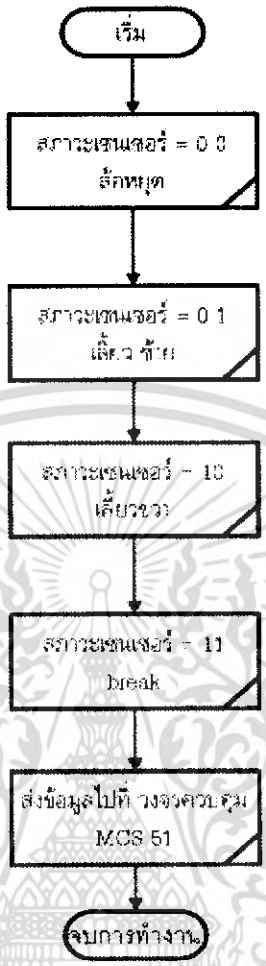
วงจรในส่วนของ การรับการทำงานของเซนเซอร์ นั้นถูกจัดให้เป็นวงจร Op-Amp comparator ซึ่งใช้ IC Op-Amp เบอร์ Lm324 ซึ่งมีแพ็คเก็จดิพ 14 ขา โดยภายในได้บรรจุ Op-Amp เอาไว้ทั้งหมด 4 ชุด โดยจัดให้วงจรนั้นมีการทำงานแบบ Saturate Mode การปลด R-Feedback ออกไป จึงทำให้มีอัตตราการขยายเป็นอนันต์เมื่อแรงดันที่ขา Invert มีมากกว่า แรงดันที่ขา Non-Invert จะทำให้เอาต์พุท Op-Amp มีแรงดันประมาณ 0 โวลต์ จะส่งผลให้ LED ติดสว่าง และสัญญาณทิเอาต์พุทจะเทียบได้กับลอจิกต่ำ เมื่อมีแรงดันประมาร 5 โวลต์ เท่าแหล่งจ่าย จะส่งผลให้ LED ดับ และสัญญาณที่เอาร์พุท จะเทียบได้ลอจิกสูงจากหลักการ จึงสามารถนำเอาท์พุทของวงจร ไปเชื่อต่อเข้ากับ MCS51 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

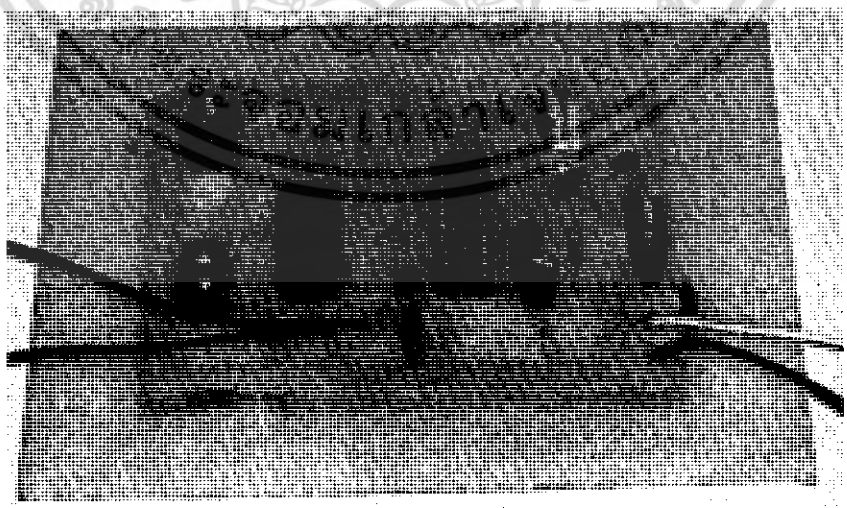


รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมหลักโดยไมโครคอนโทรเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

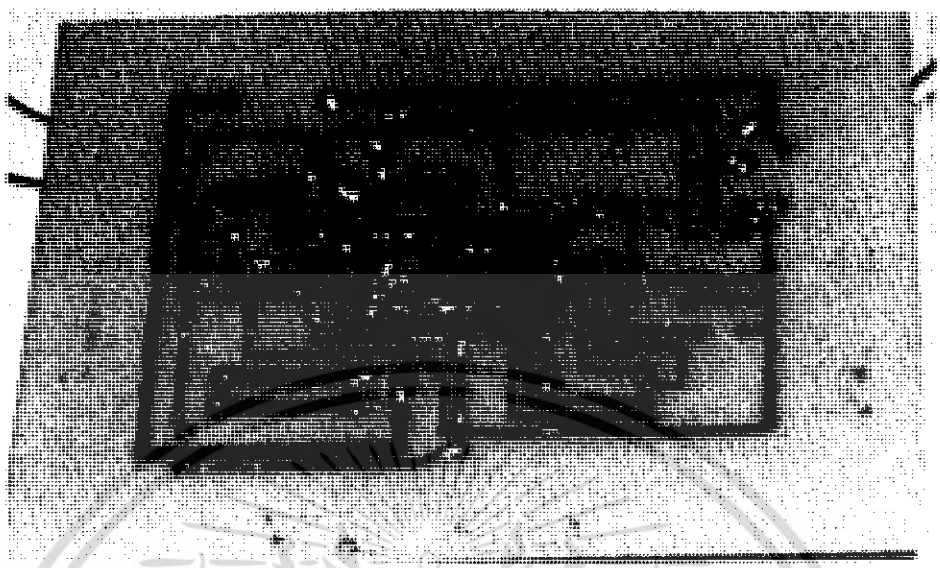


รูปที่ 3.12 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเซนเซอร์

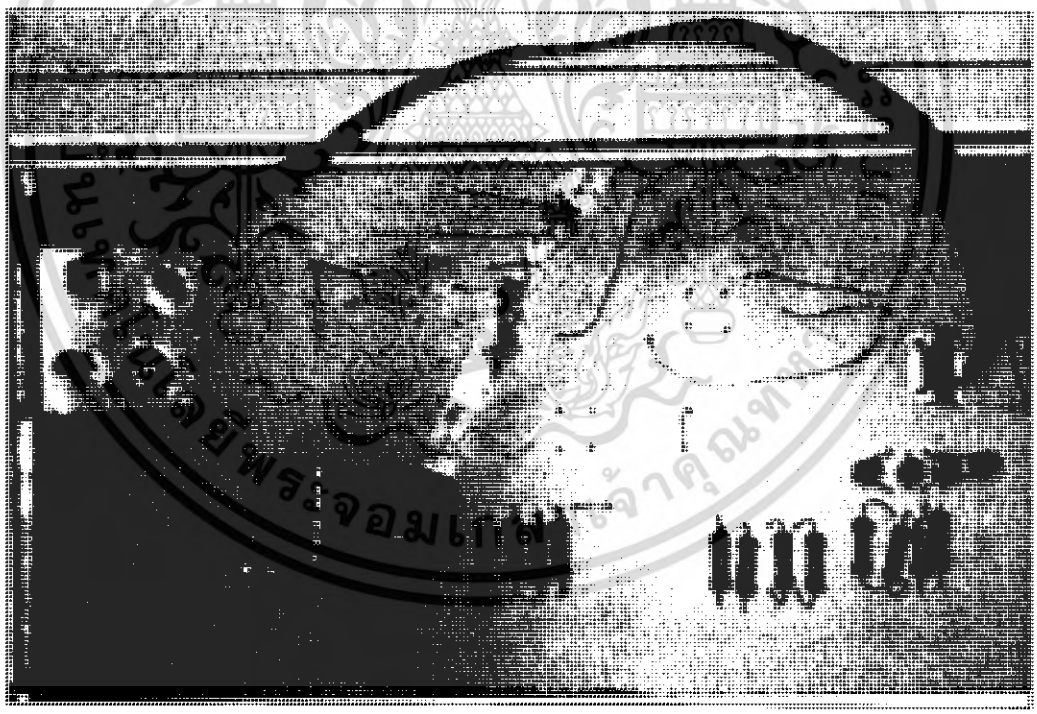


รูปที่ 3.13 วงจรควบคุมMCS 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

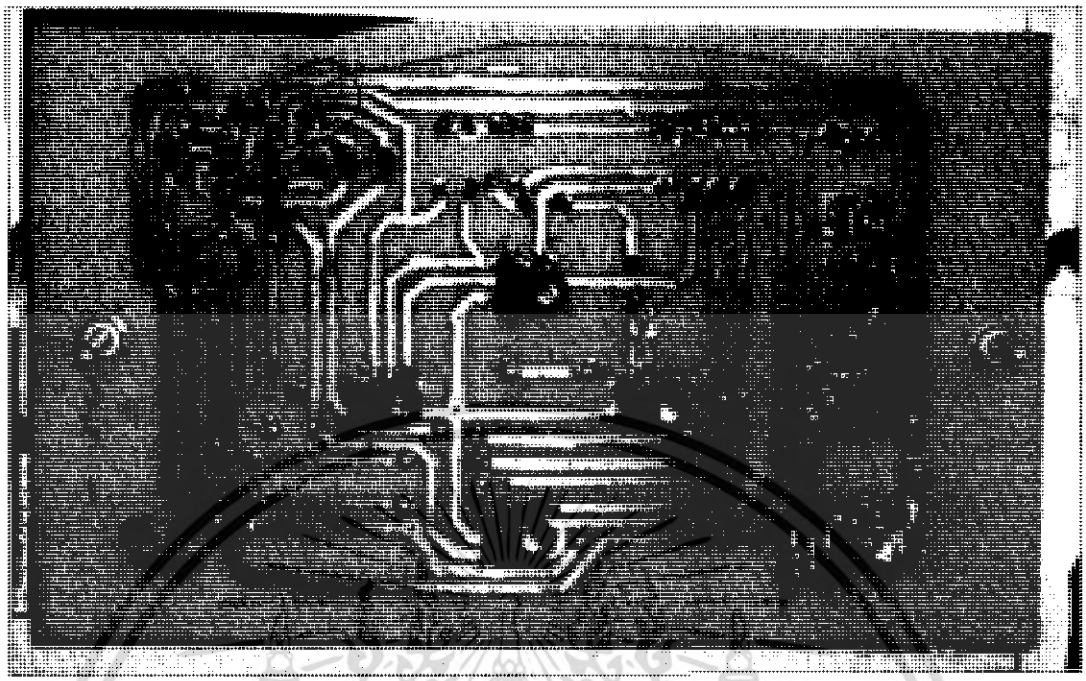


รูปที่ 3.14 รายวงจรควบคุมMCS 51

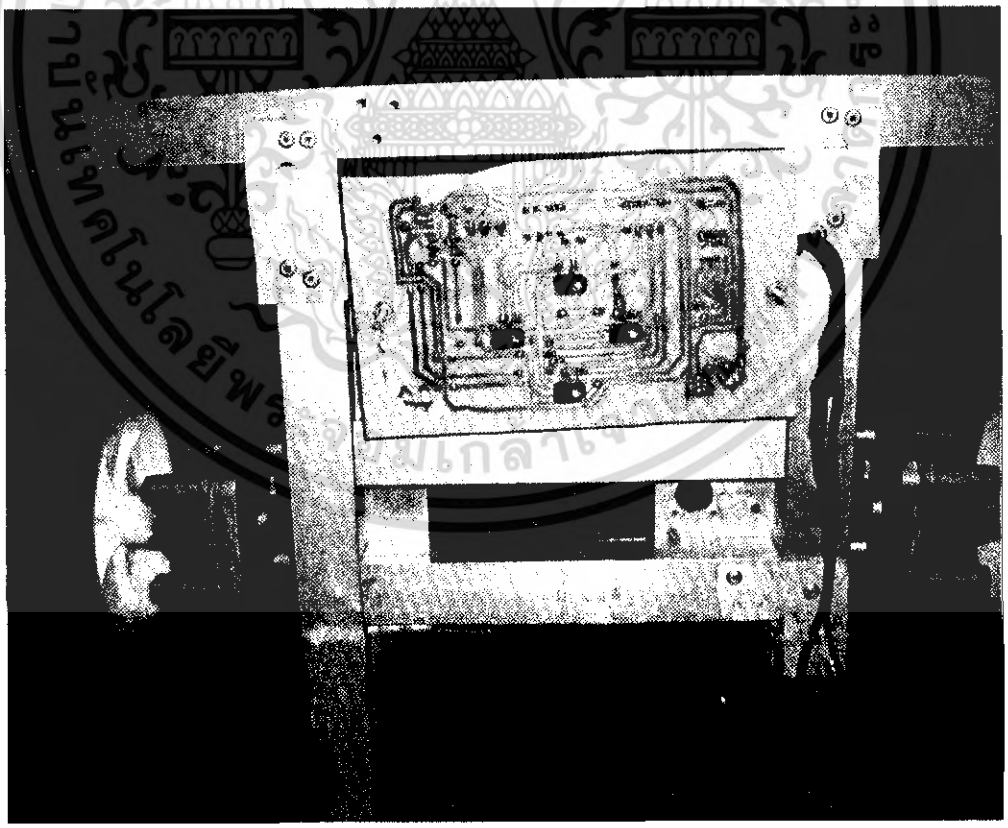


รูปที่ 3.15 วงจรเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 รายวงจรและเซ็นเซอร์แสง

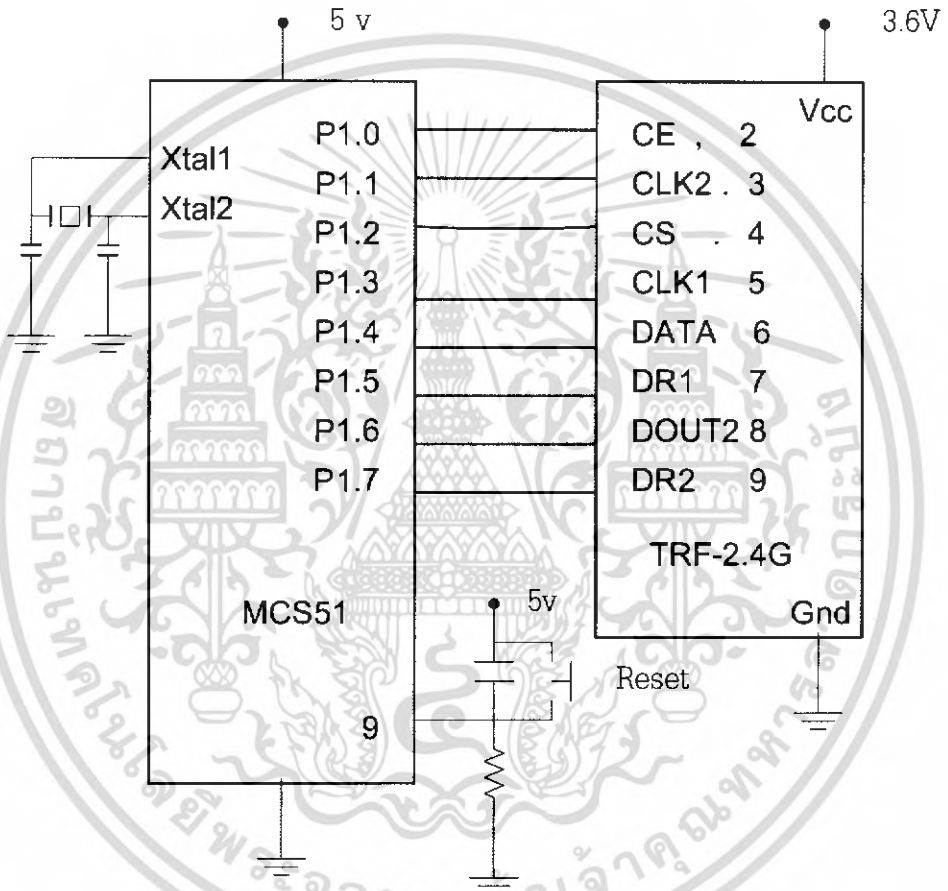


รูปที่ 3.17 การติดตั้งวงจรเซ็นเซอร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ชุดควบคุมไร้สาย

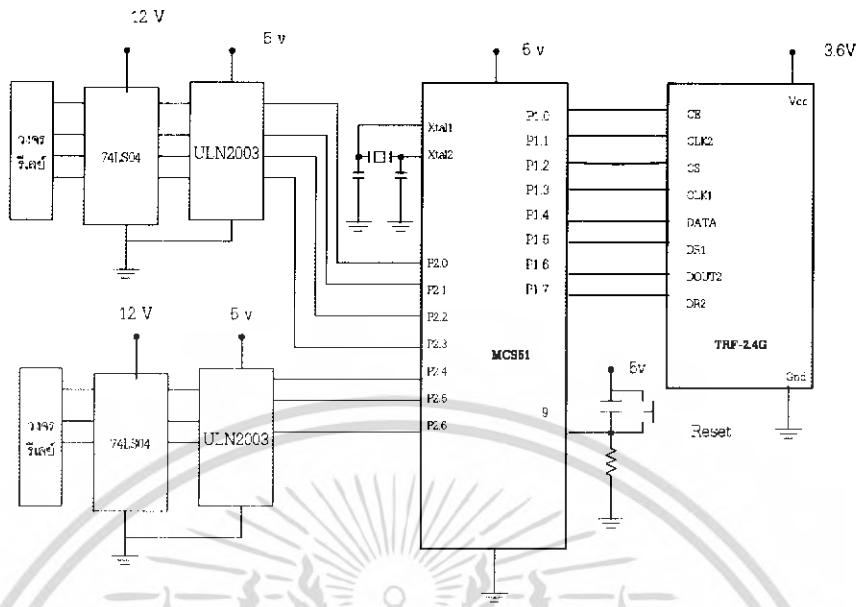
ลักษณะของหุ่นตรวจการไร่สายมีล้อทั้ง 3 ล้อ โดยมีมี 2 ล้อที่เป็นตัวต่อเข้ากับ DC Motor ที่จะทำให้เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขาว โดยควบคุมการทำงานผ่านรีโมทควบคุม โดยโมดูลไวเลตที่รีโมทควบคุมจะส่งคลื่นมายังโมดูลไวเลตอีกตัวที่ต่อ อยู่กับวงจรควบคุม MCS51 เพื่อไปสั่งให้มอเตอร์ทำงาน โดยใช้โมดูลไวเลต TRF – 2.4G Transmit



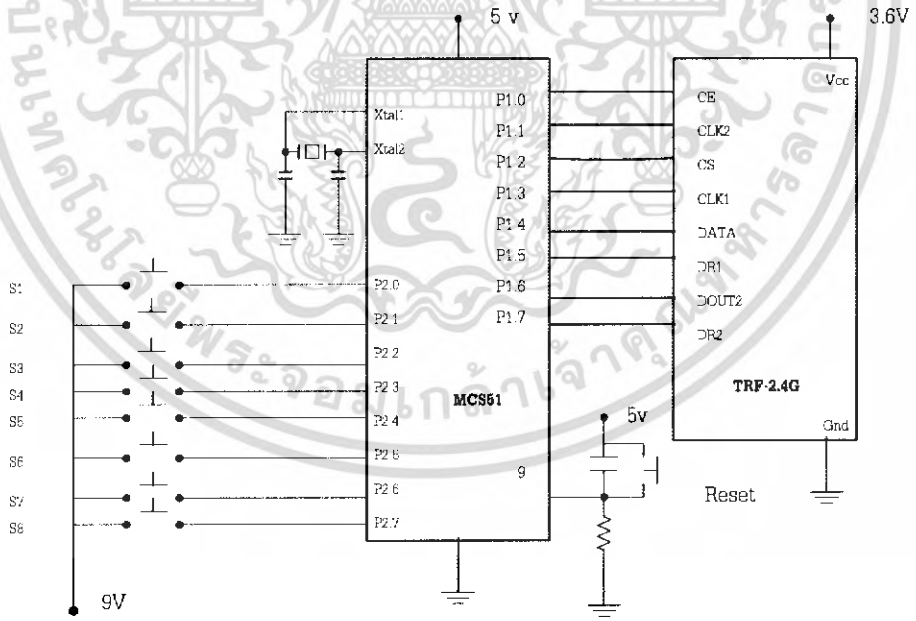
รูปที่ 3.18 วงจรควบคุมด้วยไวเลต

จากรูป TRF-2.4G ต่อกับวงจรควบคุมด้วย MCS51 โดยที่ตัวโมดูลไวเลตเป็นตัวส่งสัญญาณให้กับ MCS51 โดยโมดูลไวเลตจะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณจากโมดูลอีกตัวหนึ่งซึ่งถูกต่ออยู่กับรีโมทควบคุมที่เป็นตัวบังคับหุ่นยนต์จากที่ที่อยู่ห่างจากตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 วงจรควบคุมไวเลตต่อกับวงจรขับมอเตอร์

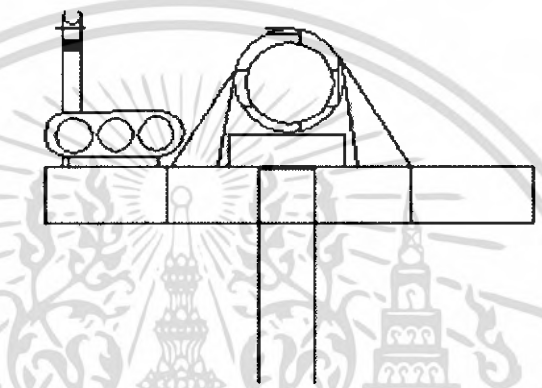


รูปที่ 3.20 วงจรไวเลตต่อกับชุดควบคุมไร้สาย

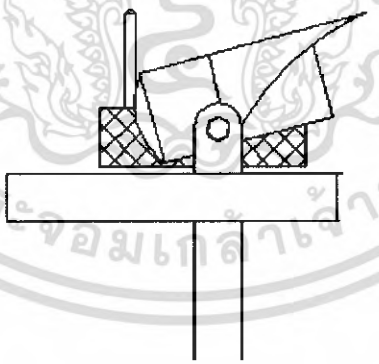
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4. กล้องบันทึกภาพ

หุ่นยนต์ตรวจการไร้สายจะมีกล้องติดเพื่อทำการบันทึกภาพจากที่ ที่หุ่นยนต์ตรวจการผ่านไปตัวกล้องของหุ่นยนต์เป็นกล้องที่ส่งสัญญาณภาพมาที่ ตัวรับสัญญาณภาพที่อยู่ห่างออก การส่งสัญญาณภาพนั้นสามารถส่งเป็นระยะทาง 50 เมตร ในที่โล่ง และในอาคารอยู่ที่ 20 เมตร ถึง 30 เมตร ตัวกล้องจะถูกติดตั้งอยู่ส่วนบนของตัวหุ่นยนต์สามารถทำการเคลื่อนที่ได้ 360 องศา และสามารถถ่ายได้ในที่มืด

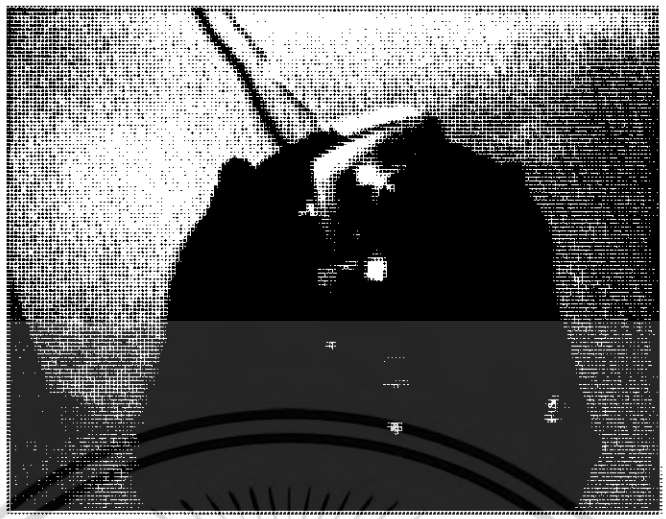


รูปที่ 3.21 ลักษณะการติดตั้งด้านหน้า

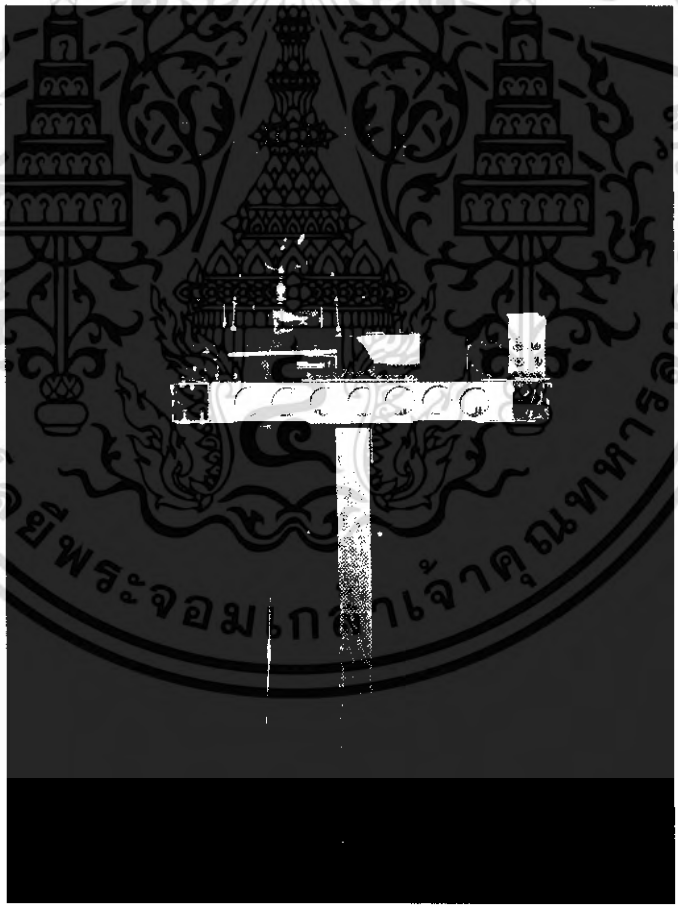


รูปที่ 3.22 ลักษณะกาติดตั้งด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 กล้องบันทึกภาพ

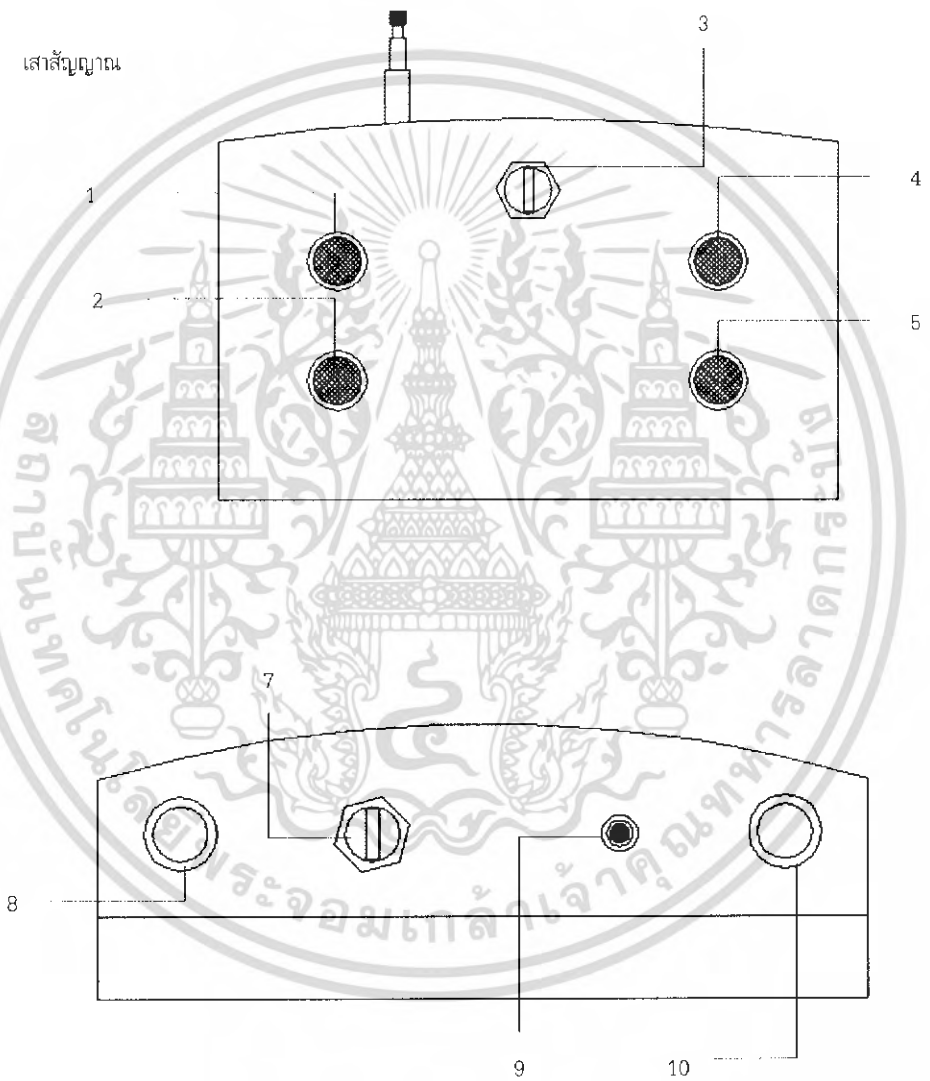


รูปที่ 3.24 โดมป้องกันกล้องบันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 รีโมทควบคุม

การออกแบบรีโมทควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายควบคุมด้วยรีโมทไร้สายนั้น โดยมีอุปกรณ์หลักที่ใช้คือสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับโดยมีรีโมทควบคุม โดยมีตำแหน่งของสวิตช์และหน้าที่การทำงานของสวิตช์แต่ละตำแหน่งดังที่แสดงในรูปที่



รูปที่ 3.25 แสดงตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กดปุ่มหมายเลข 1 หุ่นยนต์จะเดินหน้า
2. กดปุ่มหมายเลข 2 หุ่นยนต์จะถอยหลัง
3. กดปุ่มหมายเลข 3 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านซ้าย
4. กดปุ่มหมายเลข 4 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านขวา
5. กดปุ่มหมายเลข 5 กล้องหันไปทางซ้าย
6. กดปุ่มหมายเลข 6 กล้องหันไปทางขวา
7. โยกปุ่มด้านหน้า เปลี่ยนการควบคุมจากรีโมทควบคุมเป็นใช้วงจรเซนเซอร์
8. โยกปุ่มด้านหลัง ปิดการทำงานของรีโมทควบคุม

3.6 แหล่งจ่าย (Power Supply)

แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยรีโมทมีสายที่ใช้นั้นมีขนาดแรงดัน 12 V / 5.5 A เป็นแบตเตอรี่ชนิดแห้งจำนวน 2 ก้อน โดยในการต่อใช้งานได้ทำการต่อแบบอนุกรมระหว่างแบตเตอรี่ทั้ง 2 ก้อนเข้าด้วยกัน ในการต่ออนุกรมแบตเตอรี่นั้น

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของแบตเตอรี่

คุณสมบัติของแบตเตอรี่	
ความจุของแบตเตอรี่	12 V
อุณหภูมิที่ใช้งาน	-20 องศา ถึง +45 องศา
แรงดันที่ใช้ชาร์ตแบตเตอรี่	14.6 -15.0V
ระยะเวลาในการชาร์ตแบตเตอรี่	24 ชั่วโมง
น้ำหนักของแบตเตอรี่	1.5 กิโลกรัม
ควรชาร์ตแบตเตอรี่	< 0.8 % ของแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.26 แบตเตอรี่แห้งขนาด 12 V / 5.5 A

เพื่อให้เกิดมีขนาดแรงดัน 24 V / 5.5 A ไว้สำหรับจ่ายให้แก่ระบบขับเคลื่อนระบบสุญญากาศ ชุดกลไกสำหรับหนีบชิ้นส่วนสะพาน และชุดกลไกแขนจับ แต่จะมีเพียง 2 ส่วนเท่านั้นที่ใช้ไฟขนาดแรงดัน 12 V / 5.5 A ก็คือกลไกที่ทำงานสำหรับการหมุนแขนจับทั้งชุดและปั้มลม โดยคุณสมบัติต่างๆ ของแบตเตอรี่แสดงไว้ดังตารางที่ 3.1 และรูปของแบตเตอรี่แสดงไว้ดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของส่วนต่างๆ ของโครงงานหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายบังคับด้วยรีโมทไร้สายและวงจรเซนเซอร์ที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนี้ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เนื่องจากการทดลองเป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นภาพการทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งได้ทราบผลที่ได้จากการทดลองว่าตรงตามเงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดหรือไม่ สามารถทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นตัวหุ่นยนต์ ซึ่งจะทำให้หาสาเหตุของปัญหาได้ยาก โดยในการทดลองจะแบ่งการทดลองวงจรออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ชุดควบคุมการขับเคลื่อนล้อ ชุดควบคุมด้วยวงจรเซนเซอร์ ชุดไวเลตและชุดกล้อง

4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์

4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อนล้อ

1. ลำดับขั้นการทดลอง

1.1 ประกอบชุดล้อเข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

1.2 ต่อชุดขับมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว

1.3 ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

1.4 ทำการทดสอบการวิ่งของล้อพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2. ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะไม่มีตัวกล้องและชุดไวเลต

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (นาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.42	2.38	2.33	2.346
5 เมตร	2.70	2.80	2.81	2.806
8 เมตร	3.76	3.76	3.80	3.773

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะมีกล้องและชุดส่งไวเลต

ระยะทาง/วินาที	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (นาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
3 เมตร	2.54	2.80	2.46	2.720
5 เมตร	2.76	3.42	3.32	3.286
8 เมตร	4.68	4.51	4.62	4.603

รูปที่ 4.1 การทดสอบชุดขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองชุดควบคุม

4.3.1 วงจรเซ็นเซอร์

1 ระดับขันการทดลองวงจรเซ็นเซอร์

1.1 ต่อชุดวงจรเซ็นเซอร์เข้ากับหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

1.2 ต่อชุดวงจรเซ็นเซอร์เข้ามอเตอร์ทั้ง 2 ตัว

1.3 ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

1.4 ทำการตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์จากการว่างในระดับที่ต่างกัน

จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์

ระยะห่างเซ็นเซอร์กับพื้น	จำนวนครั้งที่ทดสอบ		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
30 มิลลิเมตร	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
15 มิลลิเมตร	ได้	ได้	ได้
10 มิลลิเมตร	ได้แต่ไม่ดี	ได้แต่ไม่ดี	ได้แต่ไม่ดี

4.3.2 การทดลองภาครับ – ส่งสัญญาณ

1 ลำดับขั้นการทดลอง

1.1 ประกบชุดวงจรชุดรับและชุดส่ง

1.2 ต่อชุด LED แสดงผลเข้ากับชุดรับและชุดส่ง เพื่อทำการทดสอบผลลัพธ์

1.3 จ่ายไฟกระแสตรง 12 V, 3.5 V กับ 12 V ให้กับวงจรภาครับสัญญาณ

1.4 จ่ายไฟกระแสตรง 9 V และ 3.5 V ให้กับวงจรภาคส่งสัญญาณ

1.5 ทำการทดสอบกด Push Button Switch ที่ภาคส่งสัญญาณแล้วสังเกตLED แสดงผล

ผลการทดลอง

เมื่อทำการกด Push Button Switch ที่ภาคส่งสัญญาณแล้วผลลัพธ์ที่ได้ก็คือมีการส่งสัญญาณที่ภาครับสัญญาณได้จากชุด LED แสดงผล สว่างขึ้นมาตามสัญญาณที่กดออกไป หลังจากนั้นชุดรับสัญญาณจะส่งสัญญาณไปไปยังชุดขับมอเตอร์เพื่อสั่งมอเตอร์ให้หมุนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการทดลองการทำงานของชุดรับ และชุดส่งเสร็จแล้ว ต่อไปจะเป็นการทดลองสัญญาณที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ว่ามีระยะทางในการควบคุมได้กี่เมตร เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงแก้ไขซอร์ฟแวร์ให้ทำงานได้ดีกว่าเดิน

ตารางที่ 4.4 ทดสอบการส่งสัญญาณผ่านสิ่งกีดขวาง

สิ่งกีดขวาง	ระยะทางส่งสัญญาณหดเสาสัญญาณ(เมตร)	ระยะทางส่งสัญญาณหดเสาสัญญาณ(เมตร)
ฝาพนังปูนซิเมนต์	15	40
ฝาพนังไม้	14	50
ฝาพนังกระจก	15	49

4.4 การทดลองการส่งสัญญาณกล้องบันทึกภาพ

1 ระดับขั้นการทดลอง

1.1 ประกอบกล้องเข้ากับหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

1.2 ต่อชุดภาครับสัญญาณเข้ากับโทรทัศน์

1.3 จ่ายไฟกระแสตรง 12 V, 3.5 V กับ 12 V ให้กับวงจรภาครับสัญญาณ

1.4 จ่ายไฟกระแสตรง 9 V และ 3.5 V ให้กับวงจรภาคส่งสัญญาณ

1.5 ทำการทดสอบระยะการส่งสัญญาณของกล้อง

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลอง

สิ่งกีดขวาง	ระยะทางส่งสัญญาณ(เมตร)
ฝาพนังปูนซีเมนต์	**20**
ฝาพนังไม้	**30**
ฝาพนังกระจก	**28**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการศึกษาการทดลองออกแบบการสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายบังคับด้วยรีโมทไร้สาย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน เมื่อโครงสร้างนี้เสร็จสมบูรณ์สามารถนำไปใช้งานเป็นเครื่องต้นแบบในการสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายสามารถใช้งานได้จริง

จากการสร้างหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายนี้ทำให้รู้และเข้าใจรายละเอียดคุณสมบัติและหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ชุดขับเคลื่อน หลักการทำงานของชุดเซนเซอร์จับสีและวงจรควบคุมไร้สาย หลักการทำงานของรีเลย์ 2 และ 4 หน้าสัมผัสที่ใช้ในวงจรควบคุม และสิ่งที่ได้จากการทำโครงงานชิ้นนี้คือ ได้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ในระหว่างลงมือทำโครงงาน เมื่อพบปัญหาก็ต้องหาวิธีแก้ไขปัญหา และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้โครงงานชิ้นนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้คือ สามารถเดินตามเส้นที่กำหนดได้ กล้องสามารถเคลื่อนที่ได้ทางซ้าย ทางขวาตัวกล้องสามารถถ่ายภาพได้กลางวันและเวลากลางคืน และสามารถควบคุมหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายผ่านวงจรควบคุมไร้สายได้

อย่างไรก็ตามหุ่นยนต์ ตรวจการไร้สายด้วยรีโมทไร้สายที่ได้มีการจัดทำขึ้นมานี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ทางคณะผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไข และแนวทางการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้าง ทดสอบ พบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นหลายประการ และได้ดำเนินการแก้ไขไปแล้ว ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา ชุดวงจรเซ็นเซอร์ตอนที่ทำงานในการจับเส้นเวลาหุ่นยนต์เคลื่อนที่จะเดินไม่ตรงเส้นและเวลาเลี้ยวโค้งของหุ่นยนต์ต้องใช้เวลานานต้องการระยะที่แน่นอนดังนั้นในการตั้งเซ็นเซอร์

แนวทางแก้ไข ต้องการตั้งระยะทีแน่นอนในการตั้งเซ็นเซอร์

2. ปัญหา มอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์มีความเร็วมากเกินไป จะทำให้เวลาวงจรเซนเซอร์ควบคุมหุ่นไม่สามารถทำการจับเส้นได้

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนจากมอเตอร์กระแสตรงธรรมดาเป็นมอเตอร์เกีย

3. ปัญหา เส้นที่ใช้ให้ตัวเซ็นเซอร์จับนั้นมีขนาดทีไม่แน่นอน ทำให้เซ็นเซอร์ไม่สามารถจับเส้นไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข ใช้วัสดุที่มาทำเส้นให้ได้มาตรฐานตามที่เซ็นเซอร์จับได้

4. ปัญหา กล้องบันทึกภาพมีระยะการส่งไม่ไกลมาก

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนสายอากาศในการส่งให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

5. ปัญหา โทรทัศน์ที่ใช้ต่อกับตัวรับสัญญาณจากกล้องมีมีช้อง AV ทำให้ภาพที่รับมาไม่ชัด

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนมาใช้โทรทัศน์ที่มีช่องรับสัญญาณ AV

6. ปัญหา วงจรชุดรับ – ส่ง เนื่องจากขาดประสบการณ์ในการเลือกชื้อ และประกอบรวมไปถึงการออกแบบวงจร ทำให้เสียงบประมาณ ในการทดลองค่อนข้างสูง และสิ้นเปลืองเวลาในการทดลองค่อนข้างสูง

แนวทางแก้ไข ปรึกษาผู้ที่มีประสบการณ์ก่อนลงมือจริง

7. ปัญหา หุ่นยนต์ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้ทุกที่ เนื่องจากพื้นที่แต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน และแตกต่างกัน ดังนั้น หุ่นยนต์เกิดการติดขัด ล้อไม่หมุน หรือเกิดอาการล้อฟรีขึ้น

แนวทางแก้ไข ทำการโช้คเข้าไปกับชุดล้อเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งานสภาพจริง

8. ปัญหา ชุดพัดลมกินกระแส 7-12 V. แต่ในการต้องใช้ถึง 24 V. จึงทำให้มอเตอร์ไหม้

แนวทางแก้ไข ในการกดปุ่มควบคุมมอเตอร์นานไม่ควรกดค้างไว้นานเพราะจะทำให้มอเตอร์ไหม้ในการกดแต่ละครั้งให้นับในใจ 1-3 แล้วค่อยหยุดและไม่ควรกดปุ่มถี่เกินไป

9. ปัญหา น้ำหนักโดยรวมของทีมมีน้ำหนักมากกว่าที่โครงสร้างจะรับได้

แนวทางแก้ไข ได้ทำการเจาะรูตามโครงสร้างของชิ้นส่วนต่างๆ ของตัวหุ่นยนต์เพื่อลดน้ำหนักโดยรวม

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในกิจกรรมอื่นๆ

1. ทำการพัฒนาชุดวงจรควบคุมไร้สายให้มีการส่งสัญญาณได้ไกลขึ้น

2. เปลี่ยนล้อของชุดขับเคลื่อนให้ใหญ่ขึ้นยกให้ตัวหุ่นยนต์สูงขึ้น ทำให้หุ่นยนต์สามารถเข้าไปในที่ที่มีความขรุขระได้ เมื่อนำหุ่นยนต์ไปใช้ในกิจกรรมอื่นๆ

4. พัฒนาชุดกล้องบันทึกภาพให้สามารถส่งสัญญาณภาพได้ไกลมากขึ้น

5. ออกแบบโครงสร้างหุนยนต์ให้สามารถทนต่อทุกสภาพการใช้งานไม่ว่าจะเป็นน้ำพื้นดิน และอากาศเพื่อการใช้งานในอนาคต

6. พัฒนาตัวหุ่นยนต์ให้เป็นหุ่นยนต์กู้ภัย เสี่ยงภัยโดยนำไปใช้ในด้านการกู้ภัยเสี่ยงภัยและอันตรายต่างๆ แทนมนุษย์ เพื่อป้องกันภัยอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ หรือหุ่นยนต์เกี่ยวกับทางด้านกีฬา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธนาวุฒิ ไกรฤทธิกุล. 2544. **LDR ตัวต้านทานไวแสง.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://electronics.se-ed.com/contents/041s060/041s060_p01.asp.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ และคณะ. 2546. **งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ.

สถาพร ลักษณะเจริญ. 2548. **เอกสารประกอบคำบรรยาย : การออกแบบหุ่นยนต์เพื่องานอุตสาหกรรมโดยใช้หลักการทางธรรมชาติ.**[Online]. เข้าถึงได้จาก : http://biorobots.eng.kmitnb.ac.th/~s/jantalk.pdf.

อำนาจ ทองผาสุก. 2542. **การควบคุมมอเตอร์.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Keyence Corporation. 2000.**Sensors : Vision System & Measuring Instruments.**Japan : Keyence Corporation.

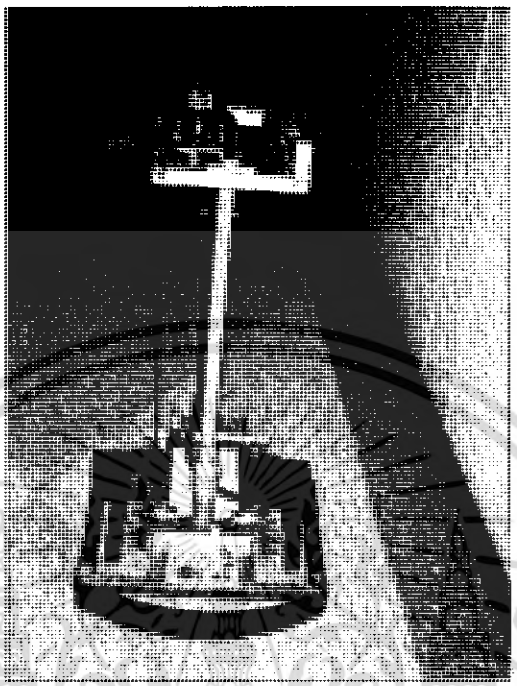
ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ. **งานเครื่องยนต์**. กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

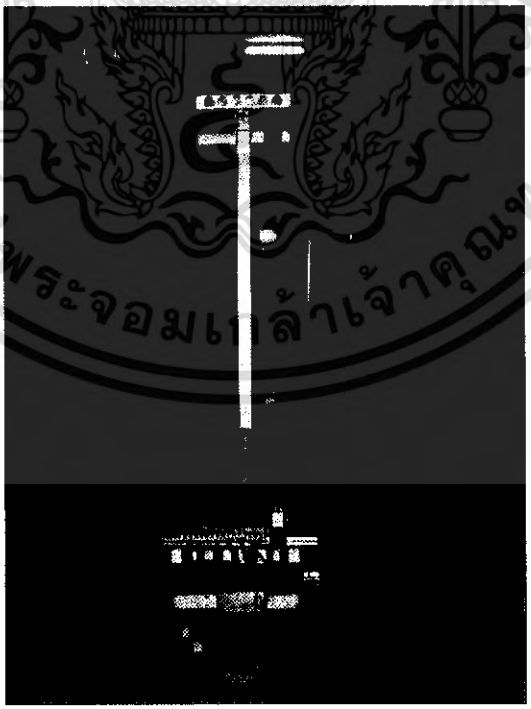
ภาคผนวก ก

เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ด้านหน้าของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย



รูปที่ ก.2 ด้านหลังของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ด้านข้างของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

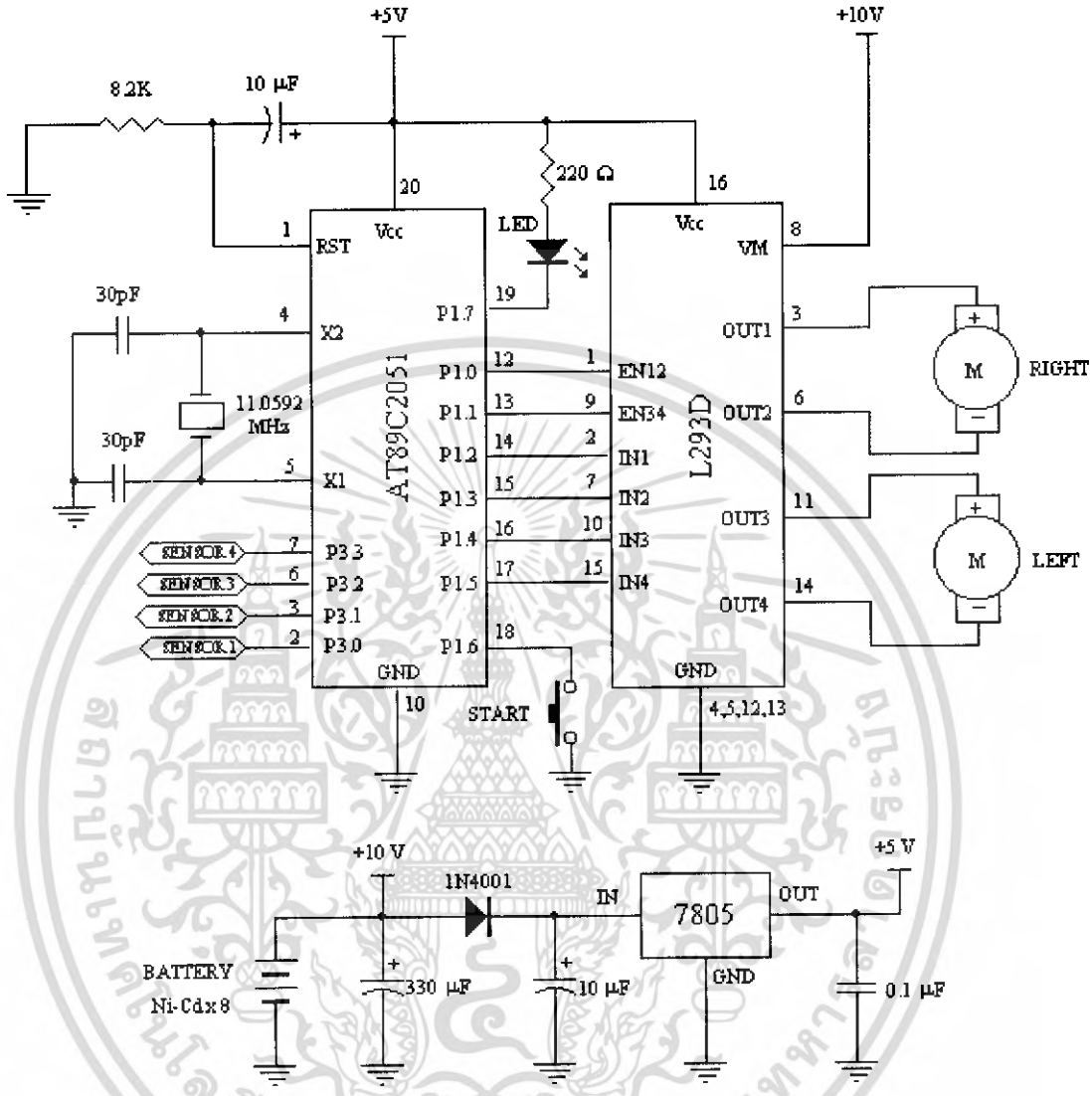
รูปที่ ก.4 ฐานปล่อยตัวหุ่นยนต์ยิงลูกบอลอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

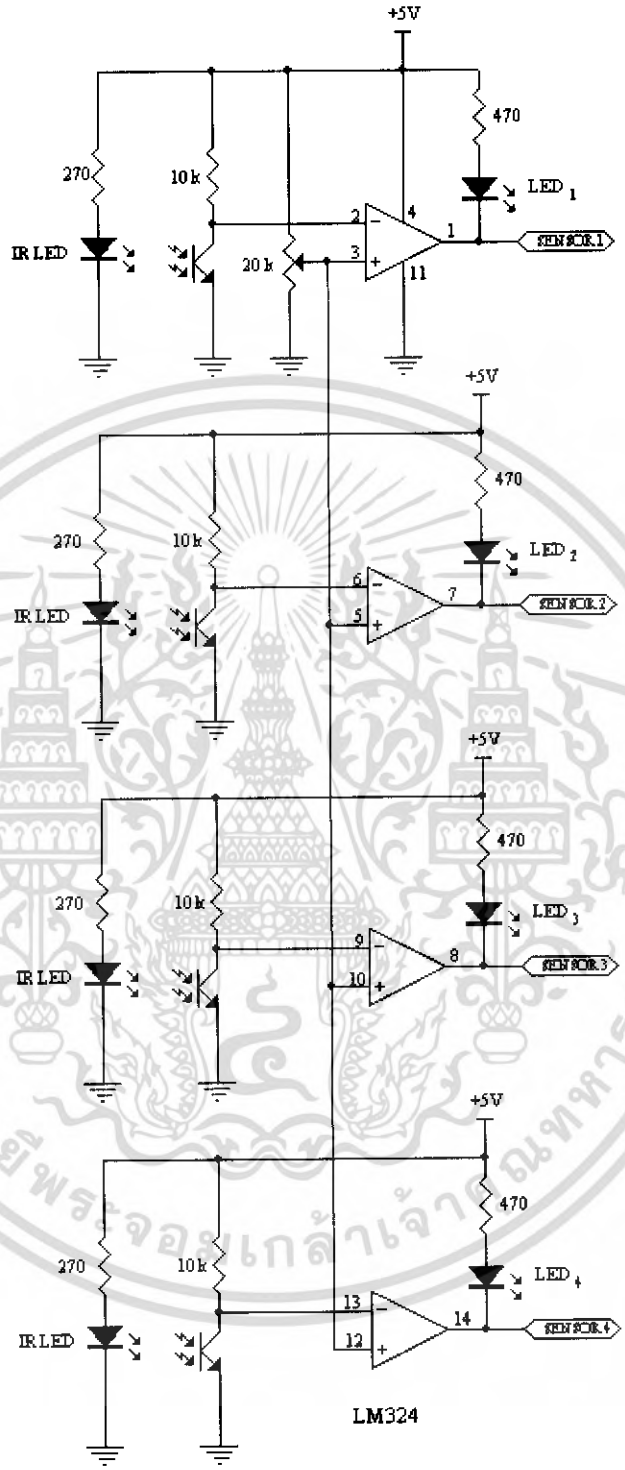
วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย (วงจรเซ็นเซอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

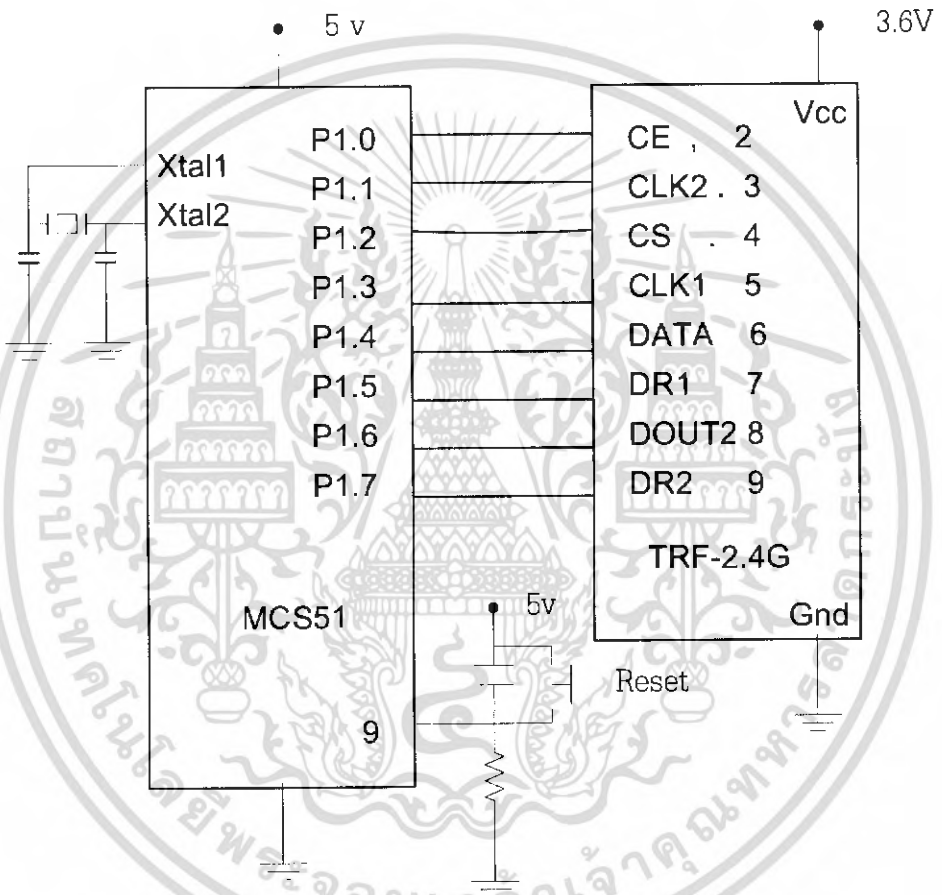


รูปที่ ข.2 วงจรเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

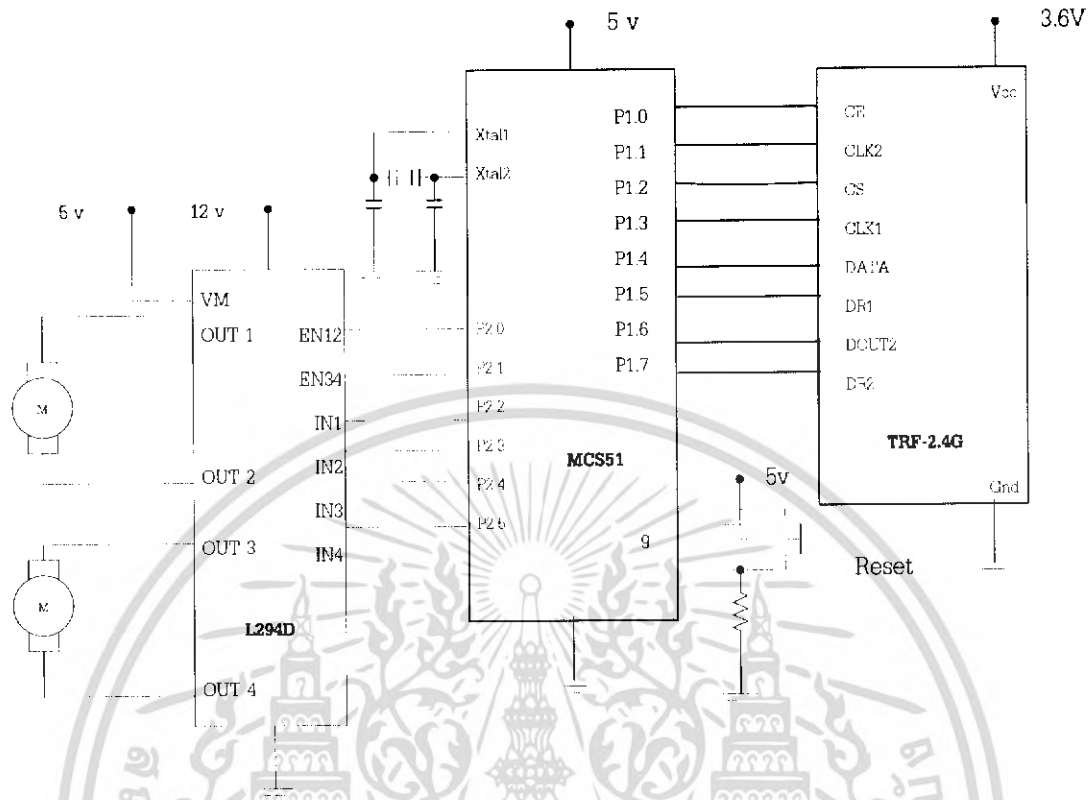
3.3.4 ชุดควบคุมด้วยโมดูลไวเลต

ลักษณะของหุ่นตรวจการไร่สายมีล้อทั้ง 3 ล้อ โดยมีมี 2 ล้อที่เป็นตัวต่อเข้ากับ DC MOTOR ที่จะทำให้เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขาว โดยควบคุมการทำงานผ่านรีโมทควบคุม โดยโมดูลไวเลตที่รีโมทควบคุมจะส่งคลื่นมายังโมดูลไวเลตอีกตัวที่ต่อ อยู่กับวงจรควบคุมMCS51เพื่อไปสั่งให้มอเตอร์ทำงาน โดยใช้โมดูลไวเลต TRF – 2.4G Transmit



รูปที่ ข.3 วงจรควบคุมด้วยไวเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 วงจรควบคุมไวเลตต่อกับวงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรเดินตามเส้น

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
หน่วยโปรแกรมควบคุม		
MCS-51	AT89C51 20 ขา	1 ตัว
LM324N	ไอซีออปแอมป์	1 ตัว
L293D	ไอซีไดร์มอเตอร์	1 ตัว
หน่วยเซ็นเซอร์แสง		
Opto - Coupler	หน่วยเซ็นเซอร์แสงเดินตามเส้นสีดำ ยี่ห้อ KEYENCE รุ่น FS-01	4 ตัว
หน่วยแปลงแรงดัน		
L7805C	แปลงแรงดัน 5 โวลต์	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	82 kΩ ½ Watt 5%	1 ตัว
R2	220 kΩ ½ Watt 5%	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	330 uF	1 ตัว
C2	10 uF	2 ตัว
C3	0.1 uF	1 ตัว
C4	30 pF	2 ตัว
ไดโอด		
D1	1N4001	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
คริสตอล	11.052MHz	1 ตัว
ไดโอดเปล่งแสง	ไดโอดเปล่งแสง ½ Watt	1 ตัว
สวิตช์	สวิตช์กดติดปล่อยดับ	1 ตัว
M1 - M2	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V DC	2 ตัว
M3	มอเตอร์หมุนกล้อง 12 V DC	1 ตัว
รีเลย์	รีเลย์ 12 V	8 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์โมดูลไวเลต

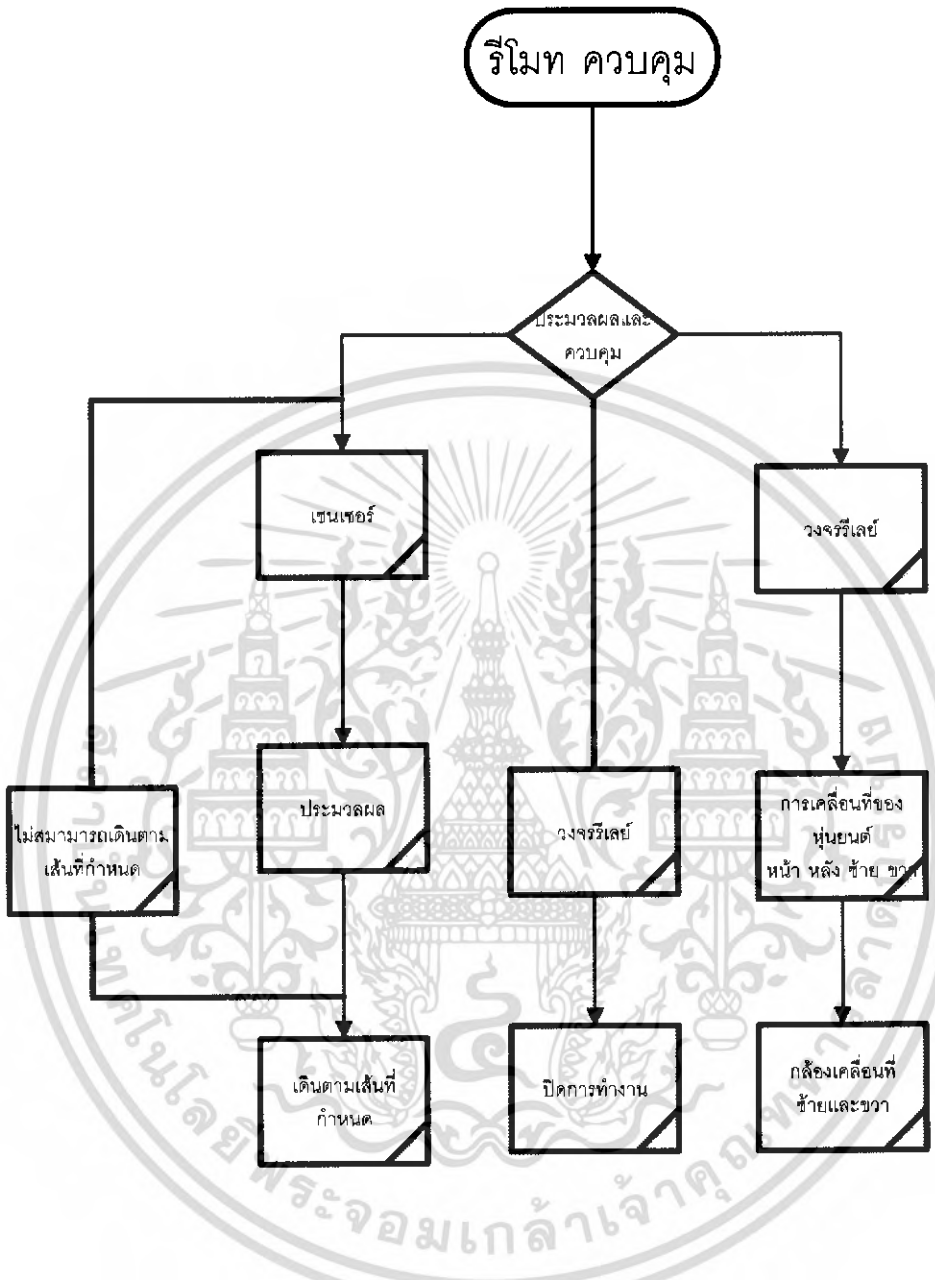
ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
หน่วยโปรแกรมควบคุม		
MCS-51	AT89C51 40 ขา	2 ตัว
ตัวรับ-ส่งสัญญาณ		
โมดูลไวเลต	TRF 2.4 GHz	2 ตัว
หน่วยแปลงแรงดัน		
L7805C	แปลงแรงดัน 5 โวลต์	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1 - R2	220 Ω ½ Watt 5%	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	10 uF	2 ตัว
C2	30 pF	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
คริสตอล	11.052MHz	2 ตัว
L7805C	แปลงแรงดัน 5 โวลต์	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แผนผังการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย

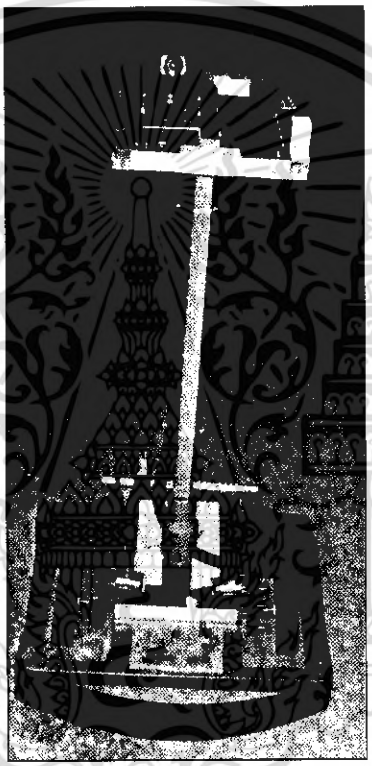
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
หุ่นยนต์ตรวจการไร้สาย



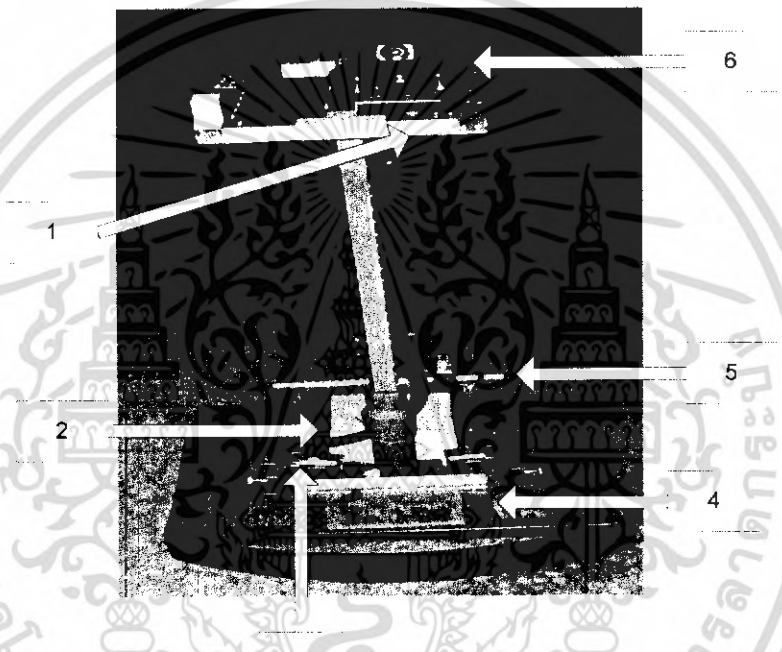
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่ใช้งานหุ่นยนต์ตรวจการไร้สายควรที่จะศึกษาคู่มือการใช้งานวิธีการบังคับหุ่นยนต์พร้อมทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟของหุ่นยนต์และตรวจสอบกลไกลของหุ่นยนต์เพื่อจะทำให้การใช้งานหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ชุดขับเคลื่อนกล้อง
2. ชุดวงจรควบคุมด้วยคลื่นวิทยุ
3. ชุดขับเคลื่อน
4. ชุดวงจรเซ็นเซอร์
5. ชุดวงจรรีเลย์
6. กล้องบันทึกภาพ

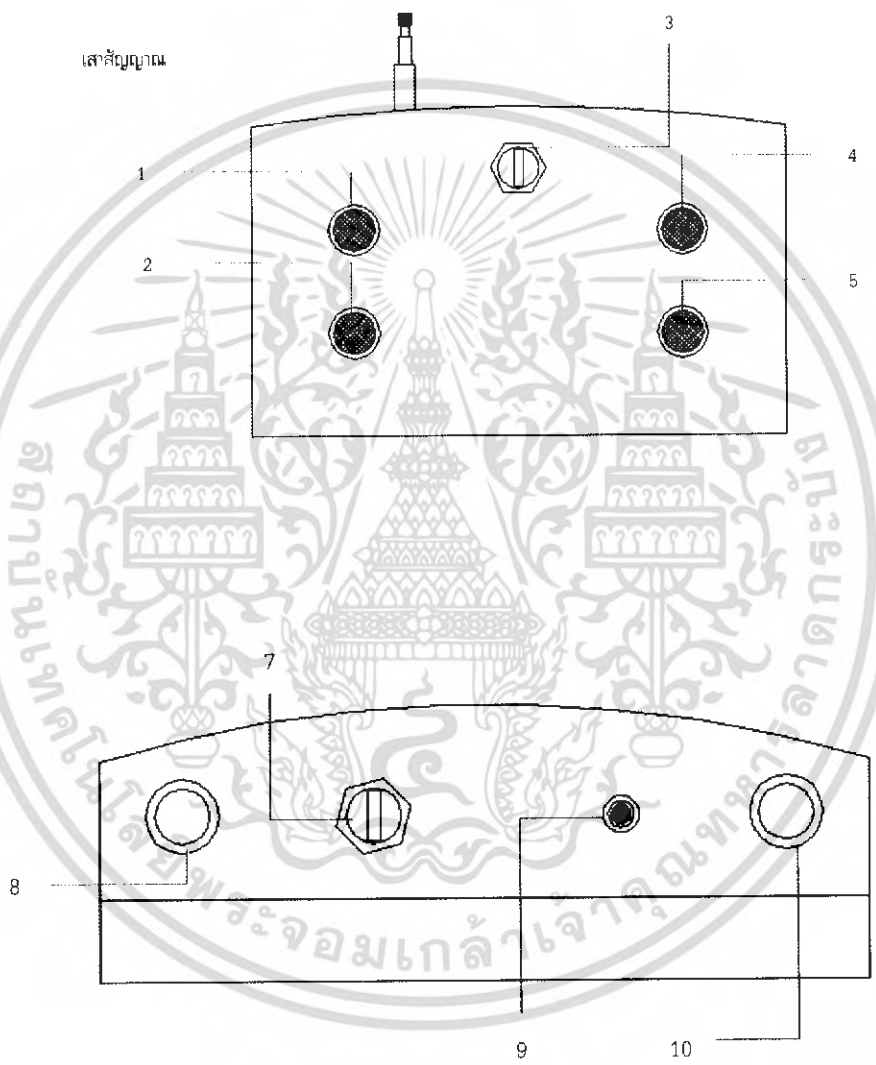
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 ทำการตรวจแหล่งจ่ายไฟและกลไกให้พร้อมใช้งาน

3.2 เปิดสวิตช์การทำงานของหุ่นยนต์

3.3 กดปุ่มควบคุมการทำงานของรีโมทเพื่อบังคับให้หุ่นยนต์ทำงานดังนี้



รูปที่ จ.2 ชุดรีโมทควบคุม

1. กดปุ่มหมายเลข 1 หุ่นยนต์จะเดินหน้า
2. กดปุ่มหมายเลข 2 หุ่นยนต์จะถอยหลัง
3. กดปุ่มหมายเลข 3 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กดปุ่มหมายเลข 4 หุ่นยนต์จะเลี้ยวไปด้านขวา

5. กดปุ่มหมายเลข 5 กล้องหันไปทางซ้าย

6. กดปุ่มหมายเลข 6 กล้องหันไปทางขวา

7. โยกปุ่มด้านหน้า เปลี่ยนการควบคุมจากรีโมทควบคุมเป็นใช้วงจรเซนเซอร์

8. โยกปุ่มด้านหลัง ปิดการทำงานของรีโมทควบคุม

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานหุ่นยนต์ควรตรวจสอบแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางที่ จ.1

ตารางที่ จ.1 การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
หุ่นยนต์ไม่ทำงานในทุกๆ คำสั่ง	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ วิธีแก้ไขเปิดสวิตช์หรือเสียบขั้วต่อแบตเตอรี่ใหม่
ชุดเซ็นเซอร์ตรวจหาเส้นไม่เจอ	ตรวจสอบระดับความสูงของเซ็นเซอร์ วิธีแก้ไขปรับระดับความสูงเซ็นเซอร์ให้สูง 1.5 มิลลิเมตร
ล้อมีความเร็วไม่เท่ากัน	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1 ตรวจสอบระบบกลไกต่างๆให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

2 ตรวจวัดขนาดความจุของแรงดันแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 12 โวลต์

5.2 ข้อควรระวัง

1 ไม่ควรนำหุ่นยนต์ไปใช้งานในบริเวณเปียกชื้นเพราะจะมีผลต่อวงจรควบคุม

2 ไม่ควรนำหุ่นยนต์ไปใช้งานในบริเวณที่มีพื้นผิวขรุขระ

3 ไม่ควรใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดเกิน 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ จ.2 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์เก็บชิ้นส่วนสะพานและกล่องควบคุมด้วยริโมท

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ระบบไฟฟ้า	ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์
ขนาด	กว้าง 50 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร
ควบคุม	ใช้รีโมทไร้สายระยะส่ง 70 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

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

8-bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

AT89C2051

1. Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 2K bytes of Flash programmable and erasable read-only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

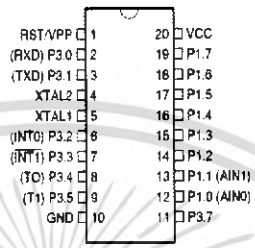
The AT89C2051 provides the following standard features: 2K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C2051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

0368G–MICRO–6/05

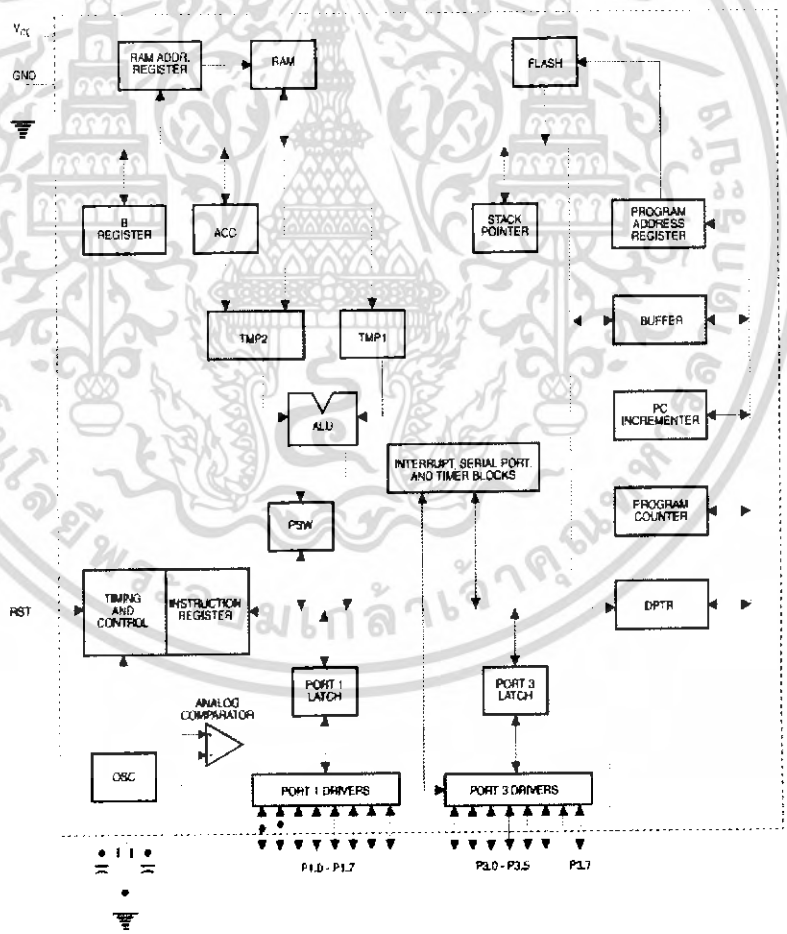
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Pin Configuration

2.1 20-lead PDIP/SOIC



3. Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Pin Description

4.1 VCC

Supply voltage.

4.2 GND

Ground.

4.3 Port 1

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

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

4.4 Port 3

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

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

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

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

4.5 RST

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

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

4.6 XTAL1

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

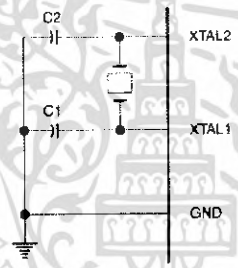
4.7 XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

5. Oscillator Characteristics

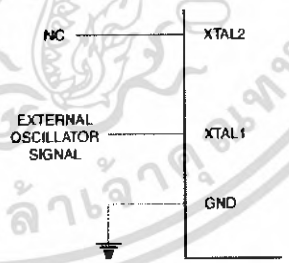
The XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 5-1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 5-2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 5-1. Oscillator Connections



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

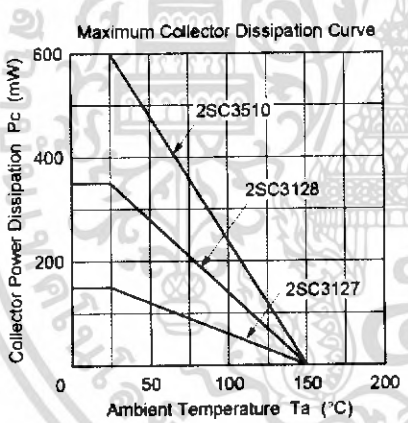
Figure 5-2. External Clock Drive Configuration

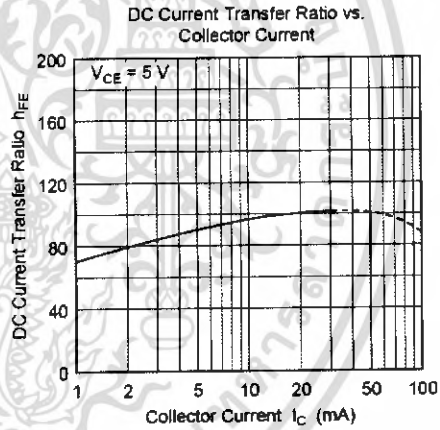


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Ta = 25°C)

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test conditions
Collector to base breakdown voltage	$V_{(BR)CBO}$	20	—	—	V	I_C = 10 µA, I_E = 0
Collector to emitter breakdown voltage	$V_{(BR)CEO}$	12	—	—	V	I_C = 1 mA, R_{BE} = ∞
Emitter cutoff current	I_{EBO}	—	—	10	µA	V_{EB} = 3 V, I_C = 0
Collector cutoff current	I_{CBO}	—	—	0.5	µA	V_{CB} = 12 V, I_E = 0
DC current transfer ratio	h_{FE}	30	90	200		V_{CE} = 5 V, I_C = 20 mA
Collector output capacitance	Cob	—	0.9	1.5	pF	V_{CB} = 5 V, I_E = 0, f = 1 MHz
Gain bandwidth product	f_T	3.5	4.5	—	GHz	V_{CE} = 5 V, I_C = 20 mA
Power gain	PG	—	10.5	—	dB	V_{CE} = 5 V, I_C = 20 mA, f = 900 MHz
Noise figure	NF	—	2.2	—	dB	V_{CE} = 5 V, I_C = 5 mA, f = 900 MHz





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

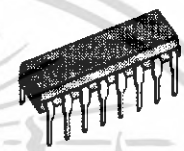
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

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

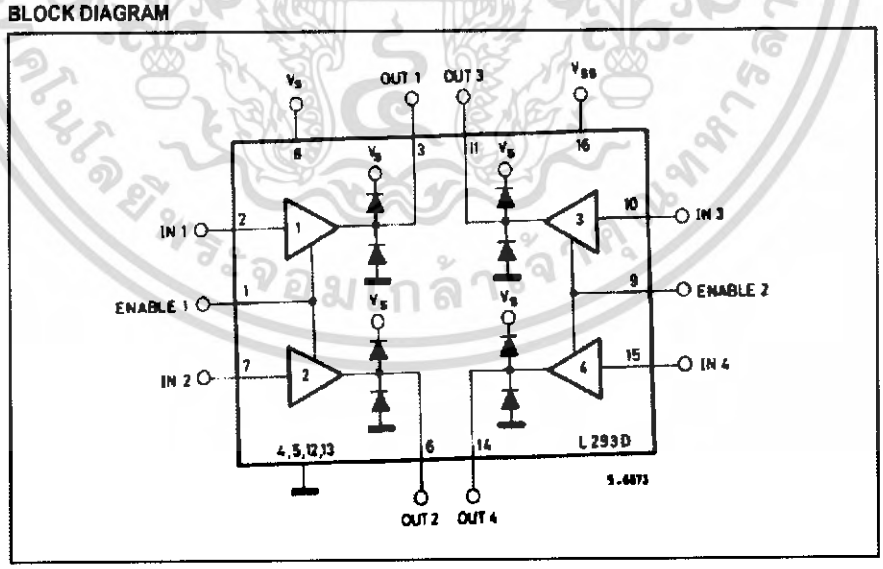
The L293D is a monolithic integrated high voltage, high current four channel vriver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoides, DC and stepping motors) and switching power transistors.

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

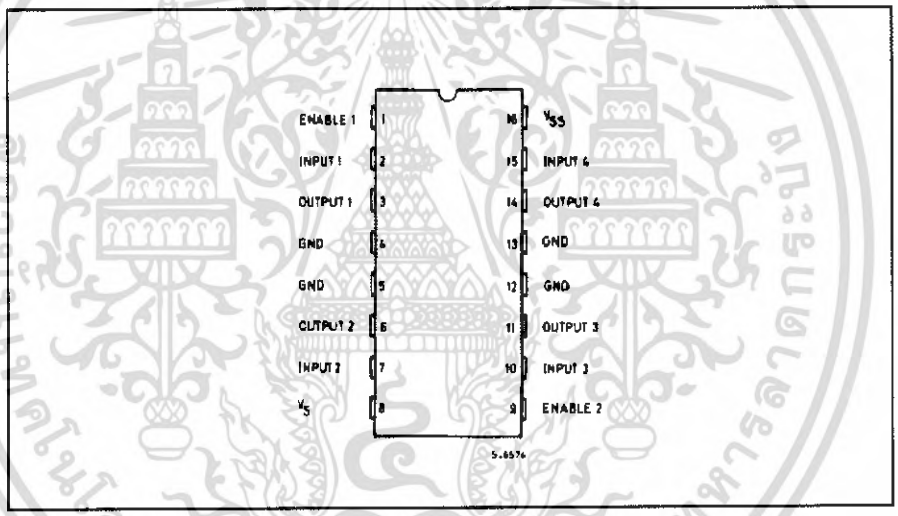


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

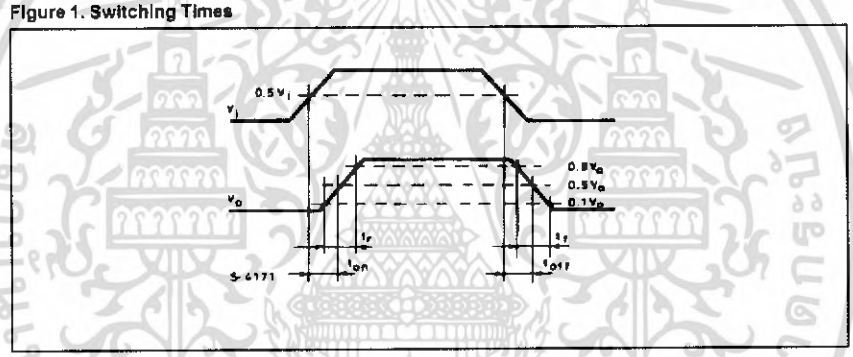
TRUTH TABLE (One channel)

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

National Semiconductor

2005 年 3 月

LM234/LM334
3 端子可変電流源

概要

LM234/LM334 は、動作電流として 10,000 対 1 の電流調整範囲と 1V ～ 40V の広いダイナミック電圧範囲を特長とする 3 端子の可変電流源です。設定電流は外部抵抗 1 本で決まり、他の部品を必要としません。初期電流精度は± 3%です。LM234/LM334 は別個の電源接続を必要としない真のフローティング電流源です。さらに最高 20V の逆方向印加電圧に対して数 10 マイクロアンペアの電流しか流れないので、デバイスを AC アプリケーションで整流器および電流源の双方として使用できます。

LM234 の動作電流を決めるために使用する検出電圧は、25 ℃で 64mV で絶対温度 (K) に正比例します。最も簡単な方法として 1 本の外部抵抗を接続すると、約± 0.33%/℃の温度依存電流が発生します。抵抗とダイオードをそれぞれ 1 つずつ追加すれば、ゼロ・ドリフト動作が可能になります。

この電流源のアプリケーション例として、バイアス・ネットワーク、サージ保護、低電力基準、ランプ電流発生、LED ドライバ、温度検出などが挙げられます。LM234-3 は± 3 ℃、LM234-6 は± 6 ℃での保証された初期精度をもつ温度センサとして規定されています。これらのデバイスは、PCB レイアウトの長い配線による直列抵抗が精度に影響を与えないので、リモート温度検出アプリケーションに理想的です。それに、必要なのは 2 本のワイヤだけです。

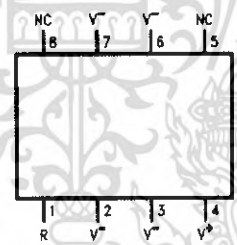
LM234 は− 25 ℃～＋ 100 ℃、そして LM334 は 0 ℃～＋ 70 ℃の温度範囲にわたって保証されます。これらのデバイスには、TO-92 または SO-8 プラスチック・パッケージによる供給が可能です。

特長

- 1V ～ 40V の動作範囲
- 0.02%/V の電流レギュレーション
- 1μA ～ 10mA の範囲でプログラム可能
- 真の 2 端子動作
- 完全に規定された温度センサとして使用可能
- ± 3%の初期精度

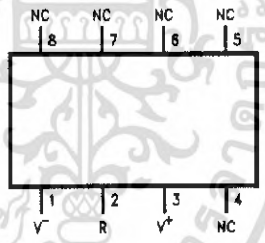
ピン配置図

SO-8
Surface Mount Package



Order Number LM334M or LM334MX
See NS Package Number M08A

SO-8 Alternative Pinout
Surface Mount Package



Order Number LM334SM or LM334SMX
See NS Package Number M08A

TO-92 Plastic Package

Bottom View
Order Number LM334Z, LM234Z-3 or LM234Z-6
See NS Package Number Z03A

© National Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

V⁻～V⁻順方向電圧	
LM234/LM334	40V
LM234-3/LM234-6	30V
V⁻～V⁻逆方向電圧	20V
R 端子～V⁻電圧	5V
設定電流	10mA
消費電力	400mW
ESD 耐性 (Note 6)	2000V

動作温度範囲 (Note 5)	
LM234/LM234-3/LM234-6	−25℃～+100℃
LM334	0℃～+70℃
ハンダ付け情報	
TO-92 パッケージ (10 秒)	260℃
SO パッケージ	
ベーパ・フェーズ (60 秒)	215℃
赤外線 (15 秒)	220℃

その他の表面実装法についてはアプリケーション・ノート AN-450「スモールアウトライン (SO) パッケージ表面実装と製品信頼性上における効果」を参照ください。

電気的特性 (Note 2)

Parameter	Conditions	LM234			LM334			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Set Current Error, V⁺=2.5V, (Note 3)	10μA ≤ I_{SET} ≤ 1mA			3			6	%
	1mA < I_{SET} ≤ 5mA			5			8	%
	2μA ≤ I_{SET} < 10μA			8			12	%
Ratio of Set Current to Bias Current	100μA ≤ I_{SET} ≤ 1mA	14	18	23	14	18	26	
	1mA ≤ I_{SET} ≤ 5mA		14			14		
	2 μA≤I_{SET}≤100 μA		18	23		18	26	
Minimum Operating Voltage	2μA ≤ I_{SET} ≤ 100μA		0.8			0.8		V
	100μA < I_{SET} ≤ 1mA		0.9			0.9		V
	1mA < I_{SET} ≤ 5mA		1.0			1.0		V
Average Change in Set Current with Input Voltage	2μA ≤ I_{SET} ≤ 1mA							
	1.5 ≤ V⁺ ≤ 5V		0.02	0.05		0.02	0.1	%/V
	5V ≤ V⁺ ≤ 40V		0.01	0.03		0.01	0.05	%/V
	1mA < I_{SET} ≤ 5mA							
	1.5V ≤ V ≤ 5V		0.03			0.03		%/V
	5V ≤ V ≤ 40V		0.02			0.02		%/V
Temperature Dependence of Set Current (Note 4)	25μA ≤ I_{SET} ≤ 1mA	0.96T	T	1.04T	0.96T	T	1.04T	
Effective Shunt Capacitance			15			15		pF

Note 1: 「絶対最大定格」とは、これを超えるとデバイスが破壊する可能性がある制限値です。

Note 2: 特記のない限り上記の仕様は、T_J = 25℃でパルス・テストで行なわれるので、周囲温度はテスト中に変化しません。

Note 3: 設定電流はV⁻端子に流れる電流です。このデータシートの最初のページに示されたBasic 2-Terminal Current Source回路のI_{SET}は次式により決まります。
I_{SET} = 67.7mV/R_{SET} (25℃において)
設定電流エラーはこの電流値からの偏差として表されます。I_{SET}はT_J = 25℃で0.336%/℃ (227μV/℃) の割合で補償します。

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

電気的特性 (Note 2) (つづき)

Note 4 I_{SET} は絶対温度 (K) に正比例します。任意の温度での I_{SET} は次式で計算します。
$I_{SET} = I_o (T/T_o)$
この場合 I_o は T_o (K) で測定された I_{SET} です。

Note 5: 高動作温度のための最大接合温度 T_j は次の通りです。

LM234	125℃
LM334	100℃

Thermal Resistance	TO-92	SO-8
θ_{ja} (Junction to Ambient)	180°C/W (0.4" leads) 160°C/W (0.125" leads)	165°C/W
θ_{jc} (Junction to Case)	N/A	80°C/W

Note 6: 使用した試験回路は、人体モデルにもとづき、直列抵抗 1500Ω と 100pF のコンデンサから成る回路を使用し、各端子に放電させます。

電気的特性 (Note 2)

Parameter	Conditions	LM234-3			LM234-6			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Set Current Error, V⁺=2.5V, (Note 3)	100μA ≤ I_{SET} ≤ 1mA, T_j = 25°			±1			±2	%
Equivalent Temperature Error				±3			±6	°C
Ratio of Set Current to Bias Current	100μA ≤ I_{SET} ≤ 1mA	14	18	26	14	18	26	
Minimum Operating Voltage	100μA I_{SET} ≤ 1mA		0.9			0.9		V
Average Change in Set Current with Input Voltage	100μA ≤ I_{SET} ≤ 1mA 1.5 ≤ V⁺ ≤ 5V 5V ≤ V⁺ ≤ 30V		0.02 0.01	0.05 0.03		0.02 0.01	0.01 0.05	%/V %/V
Temperature Dependence of Set Current (Note 4) and	100μA ≤ I_{SET} ≤ 1mA	0.98T	T	1.02T	0.97T	T	1.03T	
Equivalent Slope Error				±2			±3	%
Effective Shunt Capacitance			15			15		pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2SC458(K)

Silicon NPN Epitaxial

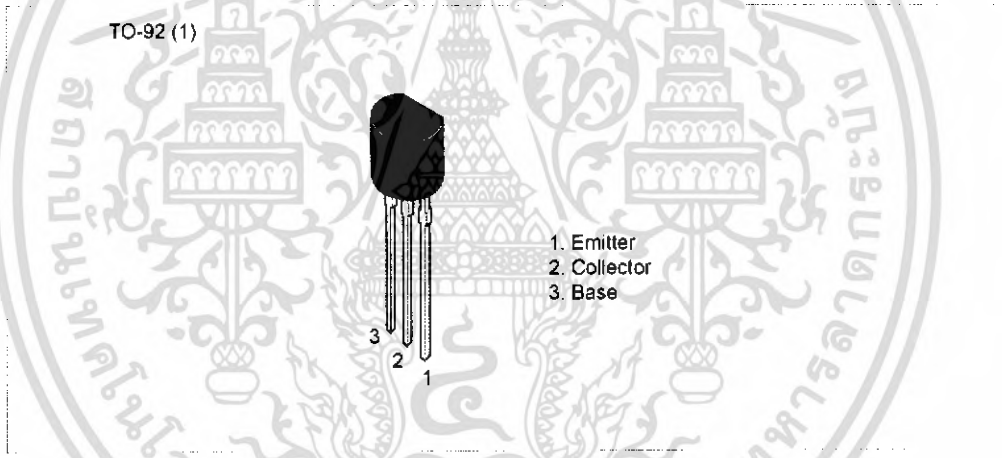
HITACHI

Application

- Low frequency amplifier
- Medium speed switching

Outline

TO-92 (1)



Hitachi semiconductor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2SC458 (K)

Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Item	Symbol	Ratings	Unit
Collector to base voltage	V_{CBO}	30	V
Collector to emitter voltage	V_{CEO}	30	V
Emitter to base voltage	V_{EBO}	5	V
Collector current	I_C	100	mA
Emitter current	I_E	–100	mA
Collector power dissipation	P_C	200	mW
Junction temperature	Tj	150	°C
Storage temperature	Tstg	–55 to +150	°C

Electrical Characteristics (Ta = 25°C)

Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test conditions
Collector to base breakdown voltage	$V_{(BR)CBO}$	30	—	—	V	I_C = 10 µA, I_E = 0
Collector to emitter breakdown voltage	$V_{(BR)CEO}$	30	—	—	V	I_C = 1 mA, R_{BE} = ∞
Emitter to base breakdown voltage	$V_{(BR)EBO}$	5	—	—	V	I_E = 10 µA, I_C = 0
Collector cutoff current	I_{CBO}	—	—	0.5	µA	V_{CB} = 18 V, I_E = 0
Emitter cutoff current	I_{EBO}	—	—	1.0	µA	V_{EB} = 4 V, I_C = 0
DC current transfer ratio	h_{FE}*1	100	—	500		V_{CE} = 1 V, I_C = 10 mA
Collector to emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	—	—	0.4	V	I_C = 10 mA, I_B = 1 mA
Base to emitter voltage	$V_{BE(sat)}$	—	—	1.0	V	I_C = 10 mA, I_B = 1 mA
Gain bandwidth product	f_T	100	—	—	MHz	V_{CE} = 10 V, I_C = 10 mA
Collector output capacitance	Cob	—	—	4	pF	V_{CB} = 10 V, I_E = 0, f = 1 MHz
Turn on time	t_{on}	—	80	—	ns	I_C = 10 I_{B1} = –10 I_{B2} = 10 mA, V_{CC} = 10 V
Turn off time	t_{off}	—	300	—	ns	
Storage time	t_{stg}	—	260	—	ns	I_C = I_{B1} = –I_{B2} = 20 mA, V_{CC} = 5 V

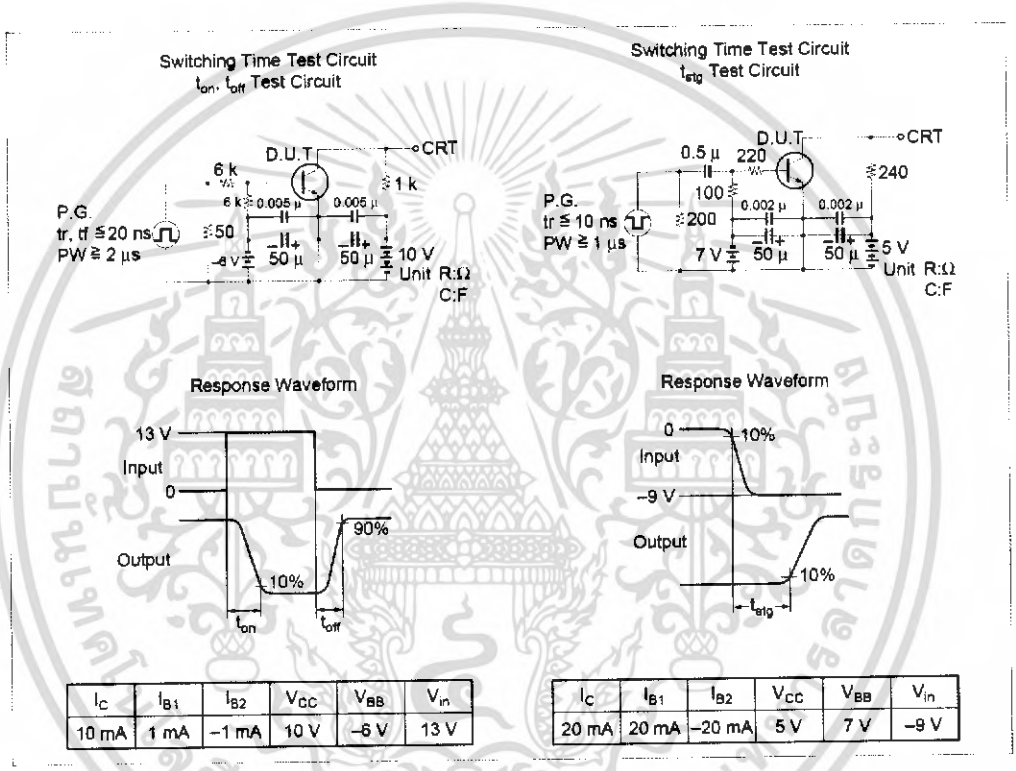
Note: 1. The 2SC458 (K) is grouped by h_{FE} as follows.

B	C	D
100 to 200	160 to 320	250 to 500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Small Signal h Parameters

Item	Symbol	Typ	Unit	Test conditions
Input impedance	h_{ie}	16.5	kΩ	V_{CE} = 5 V, I_C = 0.1 mA, f = 270 Hz
Voltage feedback ratio	h_{re}	70	$\times 10^{-6}$	
Current transfer ratio	h_{fe}	130		
Output admittance	h_{oe}	11	μS	



I_C	I_{B1}	I_{B2}	V_{CC}	V_{BB}	V_{in}
10 mA	1 mA	−1 mA	10 V	−6 V	13 V

I_C	I_{B1}	I_{B2}	V_{CC}	V_{BB}	V_{in}
20 mA	20 mA	−20 mA	5 V	7 V	−9 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2SC3127, 2SC3128, 2SC3510

Silicon NPN Epitaxial

HITACHI

ADE-208-1080A (Z)
2nd. Edition
Mar. 2001

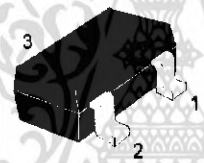
Application

UHF/VHF wide band amplifier

Outline

MPAK

2SC3127



1. Emitter
2. Base
3. Collector

Note: Marking for 2SC3127 is "ID–".

Hitachi semiconductor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2SC3127, 2SC3128, 2SC3510

TO-92 (2)

2SC3128, 2SC3510

1. Base
2. Emitter
3. Collector

Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Item	Symbol	2SC3127*1	2SC3128	2SC3510	Unit
Collector to base voltage	V_{CBO}	20	20	20	V
Collector to emitter voltage	V_{CEO}	12	12	12	V
Emitter to base voltage	V_{EBO}	3	3	3	V
Collector current	I_C	50	50	50	mA
Collector power dissipation	P_C	150	350	600	mW
Junction temperature	Tj	150	150	150	°C
Storage temperature	Tstg	–55 to +150	–55 to +150	–55 to +150	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายประณต โห้เฉือย
วัน เดือน ปีเกิด	28 เมษายน 2527
ภูมิลำเนา	84/5 ม. 3 ต.ปากเกร็ด อ.ปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-9500-8094
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัฒนพฤกษา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปากเกร็ด
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนปากเกร็ด
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคอุตสาหกรรมยานยนต์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ไม่ควรคำนึงถึงสิ่งที่ล่วงมาแล้ว ไม่ควรหวังในสิ่งที่ยังมาไม่ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายเหมราช วรรณเศวต
วัน เดือน ปีเกิด	27 ตุลาคม พ.ศ. 2526
ภูมิลำเนา	69/3 หมู่ 9 ต.เขาพระงาม อ.เมือง
	จังหวัดลพบุรี 15160 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-4073-2107
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนกำจรวิทย์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคอุตสาหกรรมยานยนต์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ประสบการณ์หล่อหลอมให้คนแข็งแกร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายเอกรัฐ เมธยาภา
วัน เดือน ปีเกิด	10 ธันวาคม พ.ศ. 2526
ภูมิลำเนา	71/16 หมู่ 7 ต.บางไผ่ เขต บางแค
	จังหวัดกรุงเทพมหานครฯลฯ โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-6733-5710
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอำนวจศิลธน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา 3
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	เทคโนโลยีสยาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	เทคโนโลยีสยาม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ความผิดพลาดคือประสบการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้