สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

หุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ I

WIRELESS ROBOT I

T059488

นายทัตเทพ รวิโภชน์ศิริ
นายประวิทย์ คำพุ่ม
นายสุรชาติ พิศาลพงศกร
นายสุวิทย์ แต้มแก้ว

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

2547
ว 343 ร 59
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....59488.....
วัน,เดือน,ปี.....- 6 มิ.ย. 2549.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.....1152921x.....
i.....

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ หุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ I

Wireless Robot I

ชื่อนักศึกษา

1. นายทัตเทพ รวีโภชน์ศิริ รหัสประจำตัว 46035578
2. นายประวิทย์ คำพุ่ม รหัสประจำตัว 46035585
3. นายสุรชาติ พิศาลพงศกร รหัสประจำตัว 46035601
4. นายสุวิทย์ แต้มแก้ว รหัสประจำตัว 46035602

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
2. อาจารย์วรวิทย์ สมหา

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
2. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
3. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
4. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
5. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 เวลา 09.45 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<BT4710212>

หุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง หุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ I

Wireless Robot I

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของหุ่นยนต์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อออกแบบโครงสร้างการทำงานของหุ่นยนต์
3. เพื่อสร้างหุ่นยนต์เก็บกล่อง
4. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์เก็บกล่อง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงหลักการทำงานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของหุ่นยนต์
2. ได้แบบและโครงสร้างของหุ่นยนต์เก็บกล่องไร้สายบังคับด้วยมือ I
3. ได้หุ่นยนต์เก็บกล่อง
4. ได้ผลการทำงานของหุ่นยนต์เก็บกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	หุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ I
นักศึกษา	นายทัตเทพ รวีโภชน์ศิริ
	นายประวิทย์ คำพุ่ม
	นายสุรชาติ พิศาลพงศกร
	นายสุวิทย์ แต้มแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
	อาจารย์วรวิทย์ สมหา
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอหุ่นยนต์เก็บกล่องไร้สายบังคับด้วยมือโดยใช้คลื่นวิทยุย่านความถี่ UHF 433.92 เมกกะเฮิร์ต เป็นตัวรับ-ส่ง โดยตัวหุ่นยนต์มีขนาดความกว้าง 48 เซนติเมตร มีขนาดความยาว 110 เซนติเมตร และมีขนาดความสูง 50 เซนติเมตร โครงสร้างภายนอกทำจากอลูมิเนียม โดยตัวหุ่นยนต์ใช้ลูกเบี้ยว เป็นกลไกในการยกกล่อง และชุดกลไกนี้สามารถปรับเลื่อนตำแหน่งในแนวดิ่งได้สูงสุด 50 ซม. นอกจากนี้หุ่นยนต์ ยังมีความสามารถในการ เดินหน้า, ถอยหลัง, เลี้ยวซ้าย, เลี้ยวขวา ซึ่งแล้วแต่ผู้บังคับตัวหุ่นยนต์ โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่กระแสตรง 12 โวลต์และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Wireless Robot I	
Students	Mr. Thatthep	Raweepotesiri
	Mr. Prawit	Khampum
	Mr. Surachat	Phisatphongsakorn
	Mr. Suwit	Tamkeaw
Advisor	Mr. Amonchai	chaichana
Co-Advisor	Mr. Piya	Supavarasuwat
	Mr. Worawit	Somha
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronic and Computer	
Year	2004	

ABSTRACT

This is thesis presents Wireless Robot I. It's receives and transmits at 433.92 MHz UHF radio frequency. It 48 centimetres width, 110 centimetres length and 50 centimetres height and make from aluminium. It can lift the box by the cam. The mechanic can adjust position in 50 centimetres vertical line maximum. In addition it can move forward, backward, turn left and turn right as user like. The 12 volts battery direct current are use as the power supply the application for this robot. Wireless robot I apply for convenience or support a man for lifestyle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง บิดา มารดา ที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนในทุกๆ ด้าน และเป็นผู้ที่ให้กำลังใจด้วยดีมาโดยตลอดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	3
2.2.1 หลักการของมอเตอร์	3
2.2.2 ระบบควบคุมมอเตอร์	4
2.2.3 การทำงานของแอมปลิไฟล์แบบพัลส์วิดท์โมดูเลชัน	5
2.2.4 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง	5
2.2.5 การสตาร์ทมอเตอร์กระแสตรง	7
2.2.6 การกลับทิศทางหมุน	8
2.2.7 ทอร์ก	8
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	11
2.3.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ PIC16F877	11
2.3.2 การจัดการหน่วยความจำของ PIC16F877	12
2.3.3 ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877	15
2.3.4 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877	18
2.4 เครื่องรับ-ส่ง สัญญาณความถี่วิทยุย่าน UHF	20
2.5 สายอากาศแบบโมโนโพล	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	23
3.1 กล่าวนำ	23
3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์	24
3.2.1 ชุดขับเคลื่อน	25
3.2.2 ชุดยกกล่อง	25
3.2.3 ชุดหนีบ – ปล่อยกล่อง	26
3.3 ส่วนควบคุม	28
3.3.1 ภาคส่ง	28
3.3.2 ภาครับ	29
3.3.3 ภาคขับมอเตอร์	30
3.3.4 สวิตช์ควบคุมหุ่นยนต์	31
3.4 แหล่งจ่ายไฟ	32
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	34
4.1 กล่าวนำ	34
4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์	34
4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อน	34
4.2.2 การทดลองชุดควบคุมการหนีบกล่อง	35
4.2.3 การทดลองชุดควบคุมการยกกล่อง	36
4.3 การทดลองชุดควบคุม	37
4.3.1 การทดลองภาครับ – ส่งสัญญาณ	37
4.3.2 การทดลองวัดสเปกตรัมภาคส่งสัญญาณ	39
บทที่ 5 บทสรุป	41
5.1 บทสรุป	41
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	41
5.3 แนวทางการพัฒนา	42
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	44
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	53
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	56
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	62
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติอุปกรณ์	68
ภาคผนวก ช กฎกติกาที่ใช้ในการแข่งขัน	85
ประวัติผู้แต่ง	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877	15
2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877	16
2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877	17
2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877	18
3.1 คุณสมบัติของแบตเตอรี่	33
4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อน	34
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคส่ง	54
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาครับ	54
ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรภาครับ	55
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคขับมอเตอร์	55
จ.1 การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น	66
จ.1 (ต่อ) การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น	67
จ.2 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แรงที่ทำให้ลวดตัวนำเกิดการเคลื่อนที่	3
2.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน	4
2.3 วงจรพื้นฐานของแอมปลิไฟล์แบบพัลส์วิดท์โมดูเลชัน	5
2.4 การควบคุมแรงดันของ อาร์เมเจอร์	6
2.5 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก	6
2.6 วงจรสตาร์ทชันท์มอเตอร์โดยใช้ความต้านทาน Rs	7
2.7 วงจรกลับทิศทางหมุนชันท์มอเตอร์โดยใช้สวิทช์สองขาสับสองข้าง	8
2.8 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง	9
2.9 โครงสร้างภายนอกและการจัดขาของ PIC16F87	11
2.10 หน่วยความจำโปรแกรมและสแต็กของ PIC16F877	13
2.11 ตำแหน่งรีจิสเตอร์ไฟล์ของ PIC16F877	14
2.12 แผนผังการทำงานของภาครับ–ส่งย่าน UHF	20
2.13 การแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแบบโมโนโพล	21
2.14 สายอากาศแบบกราวด์เพลน	22
3.1 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์	23
3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์	24
3.3 ล้อที่ใช้ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์	25
3.4 รอกที่ใช้ในการประกอบหุ่นยนต์	26
3.5 ข้อเหวี่ยงที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์	27
3.6 ลูกเบี้ยวที่ใช้ในการสร้างแขนของหุ่นยนต์	28
3.7 วงจรภาคส่ง	29
3.8 วงจรภาครับ	30
3.9 วงจรภาคขับมอเตอร์	31
3.10 ตำแหน่งปุ่มควบคุมของภาคส่งสัญญาณ	31
3.11 ตำแหน่งปุ่มควบคุมของภาคส่งสัญญาณที่ใช้งานจริง	32
3.12 แบตเตอรี่แห้งขนาด 12V/3A	33
4.1 การประกอบลูกเบี้ยวเข้ากับแขนของหุ่นยนต์	35
4.2 การหนีบกล่องของชุดหนีบกล่อง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3 การต่อสลิงค์เข้ากับรอกและมอเตอร์	36
4.4 ทดสอบการยกกล่อง	37
4.5 การต่อชุด LED แสดงผลเข้ากับชุดรับสัญญาณ	38
4.6 ผลลัพธ์การส่งสัญญาณ	39
4.7 สัญญาณความถี่ของภาคส่งสัญญาณ	40
ก.1 ด้านหลังหุ่นยนต์บังคับไร้สายบังคับด้วยมือ	45
ก.2 ด้านหน้าหุ่นยนต์บังคับไร้สายบังคับด้วยมือ	45
ข.1 วงจรภาคส่ง	47
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคส่ง	47
ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคส่งสัญญาณ (ด้านล่าง)	48
ข.4 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรภาคส่งสัญญาณ	48
ข.5 วงจรภาครับ	49
ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์ภาครับสัญญาณ	49
ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ภาครับสัญญาณ (ด้านล่าง)	50
ข.8 ตำแหน่งอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ	50
ข.9 วงจรขับมอเตอร์	51
ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์	51
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคขับมอเตอร์ (ด้านล่าง)	52
ข.12 ตำแหน่งอุปกรณ์ภาคขับมอเตอร์	52
ง.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์	57
ง.2 ผังงานโปรแกรมของหุ่นยนต์	58
จ.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ	64
จ.2 ตำแหน่งปุ่มควบคุมของภาคส่งสัญญาณ	65
จ.3 ตำแหน่งปุ่มควบคุมของภาคส่งสัญญาณที่ใช้งานจริง	66
ช.1 สนามแข่งขันด้านบน	91
ช.2 สนามแข่งขัน	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ทำให้หน่วยงานต่างๆ ให้ความสำคัญ โดยทางสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น) ได้เป็นผู้สนับสนุนให้สถาบันการอาชีวะศึกษา, สถาบันอุดมศึกษารวมถึงหน่วยงานที่สนใจ ส่งหุ่นยนต์เข้าร่วมประกวดภายใต้หัวข้อ " OJAK สะพานตำนานแห่งความรัก " โดยมีจุดมุ่งหมายให้เก็บกล่องและนำไปวางในตำแหน่งที่กำหนด ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้ประดิษฐ์หุ่นยนต์เก็บกล่องขึ้นเพื่อเข้าร่วมในการแข่งขันครั้งนี้ แต่ไม่ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ คณะผู้จัดทำจึงมีความตั้งใจที่จะพัฒนาหุ่นยนต์ภายใต้กฎกติกาใหม่เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์และเทคนิควิธีในการแข่งขันในโอกาสต่อไป

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถเคลื่อนย้ายกล่องขนาด 20 เซนติเมตร * 20 เซนติเมตร หนัก 0.5 กิโลกรัม จำนวน 4 กล่องได้ในครั้งเดียว
2. สามารถวิ่งด้วยความเร็วไม่ต่ำกว่า 1 เมตร / 1 วินาที
3. สามารถบังคับหุ่นยนต์ได้โดยความถี่วิทยุย่าน UHF โดยใช้ความถี่ 433.92 เมกกะเฮิร์ต
4. มีความสามารถในการ ยกกล่อง, ปล่อยกล่อง, หนีบกล่อง, เดินหน้า และถอยหลัง

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามรถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ความถี่วิทยุย่าน UHF ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 กฎกติกาในการแข่งขันหุ่นยนต์เก็บกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับแผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่นแบบของหุ่นยนต์เก็บกล่อง วงจรที่ใช้ในการควบคุม โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยะเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลอง ของวงจรภาครับและภาคส่งคลื่นวิทยุย่านความถี่ 433.92 เมกกะเฮิร์ต วงจรขับมอเตอร์และการประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างของหุ่นยนต์

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ ที่ใช้ในงานแต่ละวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการ ของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง,ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877, ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628, เครื่องรับ-ส่งความถี่วิทยุย่าน UHF, สายอากาศแบบโมโนโพล และกฎกติกาในการแข่งขันหุ่นยนต์

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.1 หลักการของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า คือ เครื่องกลซึ่งเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล โดยอาศัยหลักการดังนี้ คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำซึ่งวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะมีแรงเกิดขึ้นที่ลวดตัวนำ ทำให้ลวดตัวนำเกิดการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ขนาดของแรงที่เกิดขึ้นหาได้จากสมการ

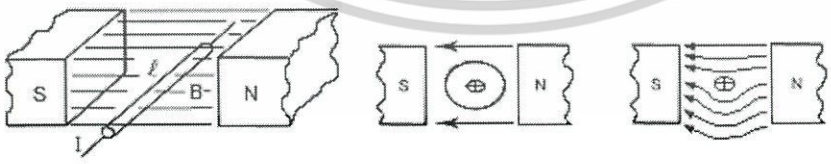
$$F = BIl \text{ นิวตัน} \qquad (2.1)$$

เมื่อ F = แรงที่เกิดขึ้นที่ลวดตัวนำ เป็น นิวตัน

B = ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก เป็น เทสลา (เวเบอร์ / ตร.เมตร)

I = กระแสที่ไหลผ่านลวดตัวนำ เป็น แอมแปร์

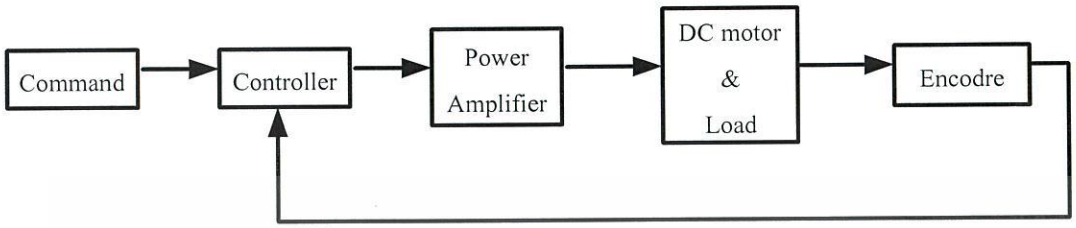
l = ความยาวของลวดตัวนำในสนามแม่เหล็ก เป็น เมตร



รูปที่ 2.1 แรงที่ทำให้ลวดตัวนำเกิดการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน



รูปที่ 2.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน

1) ตัวควบคุม (Controller)

เป็นส่วนของระบบ ที่ทำให้เกิดสัญญาณควบคุมไปบังคับให้กับมอเตอร์กระแสตรงและโหลด ซึ่งอาจจะเป็นอนาลอกหรือดิจิตอลก็ได้

2) ส่วนตัวขับ (Power Amplifier)

จะทำหน้าที่ปรับปรุงและขยายสัญญาณให้เหมาะสม ก่อนที่จะทำการป้อนไปขับมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งอาจจะแยกเป็นลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิไพล์และพัลส์วิดท์โมดูเลชั่น

3) ลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิไฟล์

เป็นการควบคุมมอเตอร์แบบต่อเนื่อง แต่จะมีความสูญเสียทางกำลังงานสูงมาก เนื่องจากกำลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียในทางเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์เป็นจำนวนมาก เพราะขณะมอเตอร์ไม่ทำงาน ทรานซิสเตอร์ส่วนนี้ก็ต้องแบกภาระเนื่องจากมีกระแสไหลผ่านตัวมัน

4) พัลส์วิดท์โมดูเลชั่น

เป็นสวิทชิ่งแอมปลิไฟล์ คือ การควบคุมโวลต์เตจของมอเตอร์ โดยการปรับ Duty Cycle ของโวลต์เตจที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และให้มันทำงานทุก ๆ ภาวะอิ่มตัว (ON) หรือภาวะไม่นำกระแส(OFF) ด้วยเหตุนี้กำลังสูญเสียน้อย เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแส แรงดันตกคร่อมตัวมันจะน้อยจนตัดทิ้งได้ และเมื่อหยุดนำกระแส แรงดันตกคร่อมจะประมาณเท่ากับ VCC ดังนั้นกระแสไหลผ่านจึงน้อยมาก ประมาณศูนย์ แต่จะใช้กับความถี่สูงได้ไม่ดีและความถี่ต้องคงที่ ไม่เช่นนั้นอาจเกิดออสซิเลทขึ้นได้

5) มอเตอร์กระแสตรงและโหลด

เป็นระบบที่ถูกคอนโทรลหรือส่วนที่ออกแรงทำงาน ซึ่งจะเป็นเครื่องจักรกล

6) Encoder หรือฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์

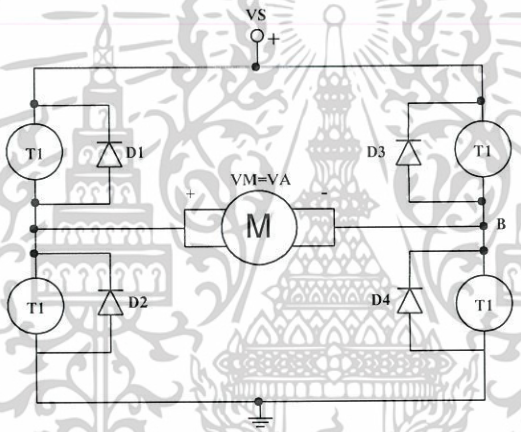
ใช้รับรู้หรือตรวจจับสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ โดยไม่มีผลของการโหลดดิ้ง (Loading) สัญญาณที่ตรวจจับได้นี้จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงเพื่อควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การทำงานของแอมปลิไฟล์แบบพัลส์วิดท์โมดูเลชั่น

แอมปลิไฟล์แบบพัลส์วิดท์โมดูเลชั่น สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการทำงานคือ ไบโพล่าร์, ยูนิโพล่าร์ และลิมิตยูนิโพล่าร์

ซึ่งวงจรพื้นฐานจะแสดงได้ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งทั้ง 3 ชนิดสามารถอธิบายด้วยวงจรพื้นฐานนี้ได้ ต่างกันตรงการควบคุม ON, OFF ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบไบโพล่าร์ เพราะแบบที่ควบคุมและเข้าใจง่ายคือเมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟส ON ก็ให้ T1 กับ T4 ON และ T2 กับ T3 OFF ดังนั้นกระแสจะไหลจาก VS ผ่าน T1, มอเตอร์ และ T4 ลงกราวด์ ดังนั้น Vm = Vs (มอเตอร์หมุนตามเข็ม) เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟส OFF ให้ T2 กับ T3 ON และ T1 กับ T4 OFF ดังนั้นกระแสจะไหลจาก VS ผ่าน T3 ขั้วลบมอเตอร์ T2 และลงกราวด์ ดังนั้น Vm = Vs (มอเตอร์หมุนทวนเข็ม)



รูปที่ 2.3 วงจรพื้นฐานของแอมปลิไฟล์แบบพัลส์วิดท์โมดูเลชั่น

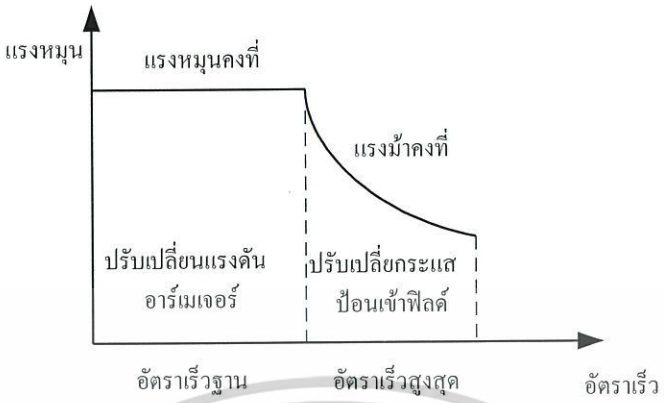
2.2.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงทำได้ 2 วิธีคือ

1) การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์ (Armature Voltage Control)

เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง จะแปรผันตรงกับแรงดันที่ได้ให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ดังนั้นเราจึงสมารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด (Base Speed) หรือ n base การควบคุมแบบนี้จะทำให้แรงบิดสูงสุด (Maximum Torque) ของมอเตอร์มีค่าคงที่ตลอดช่วงความเร็วเมื่อกระแสอาร์เมเจอร์มีค่าเท่ากับค่าสูงสุด ส่วนกำลังออกของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วที่เป็นเส้นตรง ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์

2) การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก (Field Control)

การควบคุมความเร็ว ของมอเตอร์กระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ เมื่อเราต้องการเพิ่มความเร็ว เราจะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวดลง การลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง ขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 2.5 วิธีนี้จะใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูง โดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ไม่เช่นนั้นจะเป็นการโอเวอร์โหลดมอเตอร์ (Over Load Motor)

รูปที่ 2.5 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก (Field Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. motor starters)

ความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์เริ่มเดิน (Necessity of a starter) จากสมการของกระแสอาเมเจอร์ กระแสอาเมเจอร์ของมอเตอร์หาได้จากสมการ

$$I_a = (V - E_b) / R_a \qquad (2.2)$$

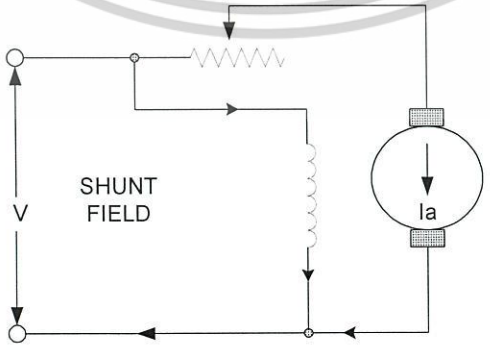
เมื่อ V เป็นแรงดันป้อน, E_b เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อต้าน และ R_a เป็นค่าความต้านทานของอาเมเจอร์ เมื่อทำการสตาร์ทมอเตอร์ ขณะอาเมเจอร์ยังอยู่กับที่ จะไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อต้านเกิดขึ้นในอาเมเจอร์ จึงมีแรงดันไฟฟ้าเต็มพิกัดตกคร่อมอาเมเจอร์ ทำให้มีกระแสจำนวนมากไหลผ่านอาเมเจอร์ เนื่องจากความต้านทานของอาเมเจอร์น้อยมาก ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดพิกัด 5 h.p.(3.73 kW.) 440 V./ 0.25 Ω =1,760 A. ซึ่งกระแสนี้สูงถึง 1,760 / 60 = 35.2 เท่าของกระแสโหลดเต็มพิกัด กระแสจำนวนมากนี้จะทำให้ฟิวส์ขาดและเป็นอันตรายต่อคอมมิวเตเตอร์และแปรงถ่าน เพื่อหลีกเลี่ยงเหตุการณ์ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องใช้ความต้านทานมาต่ออนุกรมกับอาเมเจอร์ (ในช่วงเวลาที่ทำการสตาร์ทมอเตอร์เป็นเวลาประมาณ 5 – 10 วินาที) เพื่อช่วยจำกัดกระแสในขณะสตาร์ทให้อยู่ในค่าที่ปลอดภัย ความต้านทานเริ่มเดิน (arting resistance) R_s จะถูกตัดออกจากวงจรของอาเมเจอร์เมื่อมอเตอร์มีความเร็วเพิ่มขึ้นและมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อต้านเกิดขึ้น

ในมอเตอร์ขนาดเล็ก สามารถสตาร์ทโดยตรงกับแรงดันป้อนเต็มพิกัด โดยไม่เกิดอันตรายใด ๆ แก่มอเตอร์ ทั้งนี้เพราะว่า

1) มอเตอร์ขนาดเล็กมีความต้านทานสูงกว่ามอเตอร์ขนาดใหญ่ จึงมีกระแสขณะสตาร์ทไม่สูง

2) เนื่องจากเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก อาเมเจอร์มีน้ำหนักเบา จึงมีโมเมนต์ของแรงเฉื่อยต่ำ (low moment of inertia) จึงทำให้มอเตอร์สามารถเร่งความเร็วรอบให้สูงขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

3) กระแสขณะสตาร์ทจำนวนมากเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อโวลต์เตจเรกกูเรชั่นในสายส่ง



รูปที่ 2.6 วงจรสตาร์ทชันท์มอเตอร์โดยใช้ความต้านทาน R_s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.6 เป็นวงจรสำหรับสตาร์ทชั้นท์มอเตอร์โดยใช้ความต้านเริ่มเดิน (starting resistance) R_s ต่ออนุกรมกับอาเมเจอร์ สำหรับขดลวดฟิลด์ต่อคร่อมกับแรงดันป้อนโดยตรง ดังนั้น กระแสที่ไหลผ่านขดลวดชั้นท์ฟิลด์จึงไม่เกี่ยวข้องกับค่าความต้านทาน R_s แต่ถ้านำความต้านทาน R_s ไปต่ออนุกรมกับวงจรของอาเมเจอร์ กระแสชั้นท์ฟิลด์จะมีค่าลดลงในขณะสตาร์ท เป็นเหตุให้แรงบิดเริ่มหมุน T_{st} ของมอเตอร์ลดลง ($T \alpha I_a$)

2.2.6 การกลับทิศทางการหมุน

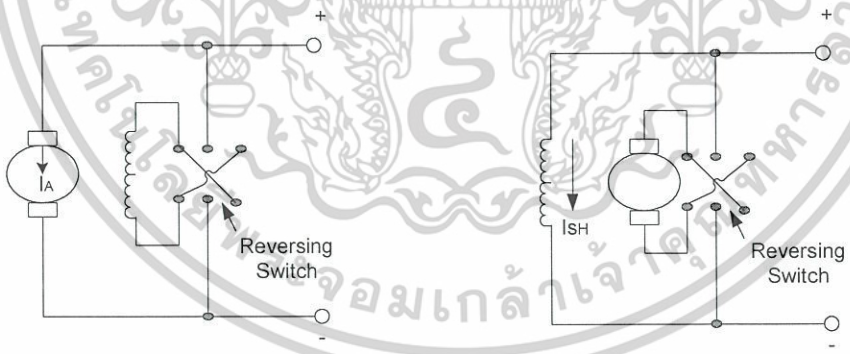
การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมี 2 วิธี คือ

1) เปลี่ยนทิศทางกระแสที่ไหลผ่านอาเมเจอร์

2) เปลี่ยนทิศทางกระแสที่ไหลผ่านวงจรขดลวดฟิลด์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถกลับทิศทางการหมุนได้โดยการสลับขั้วสายของมอเตอร์ ทั้งนี้เพราะว่าจะทำให้กระแสที่ไหลผ่านทั้งอาเมเจอร์ และขดลวดฟิลด์เปลี่ยนทิศทางพร้อมกันเป็นผลให้มอเตอร์หมุนในทิศทางเดิม

ในรูปที่ 2.7 แสดงการกลับทิศทางการหมุนของชั้นท์มอเตอร์ทั้งสองวิธีดังกล่าวข้างต้น โดยใช้สวิทซ์สองขาสับสองทาง (DPDT switch) รูปที่ 2.7 (ก) เป็นวงจรกลับทางหมุนโดยใช้สวิตซ์เปลี่ยนทางกระแสที่ไหลผ่านชั้นท์ฟิลด์ สำหรับรูปที่ 2.7 (ข) เป็นวงจรกลับทางหมุนโดยใช้สวิตซ์เปลี่ยนทิศทางกระแสที่ไหลผ่านอาเมเจอร์



(ก) กลับขั้วขดลวดฟิลด์ (ข) กลับขั้วอาเมเจอร์

รูปที่ 2.7 วงจรกลับทิศทางการหมุนชันท์มอเตอร์โดยใช้สวิตช์สองขาสับสองข้าง

2.2.7 ทอร์ก

รูปที่ 2.8 แสดงแรงที่กระทำบนลวดตัวนำ (a) ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลาง (O) เป็นระยะ r (หน่วยเป็นเมตร) ในทิศทางที่สัมผัสกับเส้นรอบวงของแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มีค่าเป็น F นิวตัน ดังนั้นแรงที่กระทำบนลวดตัวนำนี้จะมีโมเมนต์เท่ากับ F x r ซึ่งจะพยายามขับเคลื่อนแกนเหล็ก

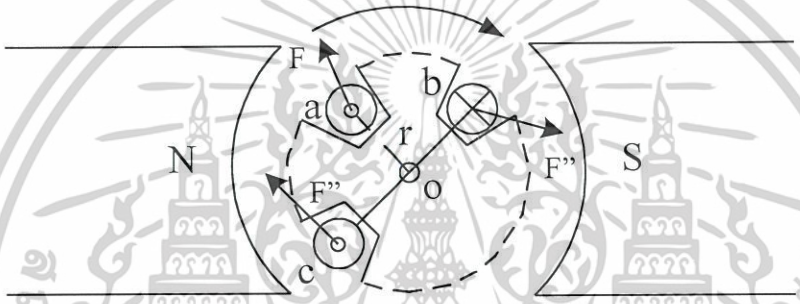
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เมเจอร์ให้หมุนเคลื่อนที่ไป แต่เนื่องจากแกนเหล็กมีสล็อตเป็นจำนวนมาก และแต่ละสล็อตก็มีจำนวนมากเช่นกัน ดังนั้นแรงที่กระทำบนเส้นลวดตัวนำทั้งหมด จะมีโมเมนต์ซึ่งพยายามขับเคลื่อนแกนเหล็กให้หมุนในทิศทางเดียวกัน เมื่อรวมโมเมนต์ย่อยทั้งหมดเข้าด้วยกัน จะได้ผลรวมของโมเมนต์ ดังนี้

$$Ta = (Fr + F' + F'' + ...) \tag{2.3}$$

โดยที่ Ta คือ ทอร์กที่เกิดขึ้นมีหน่วยเป็น m-N

ดังนั้นทอร์กคือ ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำรอบจุดศูนย์กลาง



รูปที่ 2.8 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง

สมการของทอร์ก

จากรูปที่ 8.5 กำลังกล P_a ของลวดตัวนำ (a) ที่เกิดขึ้นจะเท่ากับผลคูณระหว่างแรง (F) มีหน่วยเป็นนิวตันกับระยะทาง $(2\pi r)(n/60)$ มีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่ลวดตัวนำ (a) เคลื่อนที่ไปในแนวแรงในช่วงเวลา 1 วินาที ดังนั้นจะได้

$$P_a = 2\pi r \times \frac{n}{60} \times F$$

$$= 2\pi \times \frac{n}{60} \times Fr \tag{2.4}$$

แต่เนื่องจาก $2\pi n / 60 = \omega$ ซึ่งเป็นความเร็วเชิงมุม (red / sec) และ Fr คือ โมเมนต์ของแรง (F) รอบจุดศูนย์กลาง (O) จะได้

$$P_a = \omega Fr \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นผลรวมของกำลังกลที่เกิดขึ้น (P_{ar}) ของลวดตัวนำทั้งหมดจะมีค่าดังสมการคือ

$$\begin{aligned} P_{ar} &= P_a + P_b + P_c + \ldots \\ &= (\omega \times Fr) + (\omega \times F'r) + (\omega \times F''r) + \ldots \\ &= \omega (Fr + F'r + F''r + \ldots) \end{aligned}$$

ดังนั้น $$P_{ar} = \omega T_a \quad (2.6)$$

และจากสมการ

$$K n \phi I_a = P_{ar} \quad (2.7)$$

ดังนั้น $$K n \phi I_a = \omega T_a \quad (2.8)$$

เมื่อแทนค่า K และ ω

$$K = \frac{p}{a} \times \frac{Z_c}{60} \quad (2.9)$$

$$\omega = 2\pi \frac{n}{60} \quad (2.10)$$

$$n \frac{p}{a} \times \frac{Z_c}{60} \times \phi I = 2\pi \left(\frac{n}{60} \right) T_a \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} T_a &= \frac{1}{2\pi} \times \frac{p}{a} \times Z_c \times \phi \times I_a \\ &= K' \phi I_a \end{aligned} \quad (2.12)$$

$$K' = \frac{1}{2\pi} \times \frac{p}{a} Z_c \quad (2.13)$$

กำหนดให้

P = กำลังเอาต์พุตของมอเตอร์มีหน่วยเป็น kW

n = ความเร็วรอบหมุนมีหน่วยเป็น rpm

I_a = กระแสอาร์เมเจอร์

ดังนั้นสมการทอร์กกับเอาต์พุตที่ใช้งานจริง

$$T = \frac{60 \times 10^3}{2\pi \times 9.8} \times \frac{p}{n} = 974 \times \frac{p}{n} \quad (2.14)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ ทอร์กของมอเตอร์ดีซีจะแปรผันโดยตรงกับผลคูณระหว่างจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กกับกระแสอาร์เมเจอร์ ไม่เพียงแต่มอเตอร์ดีซีเท่านั้น ความสัมพันธ์นี้ยังสามารถใช้ได้กับมอเตอร์เอซีด้วย

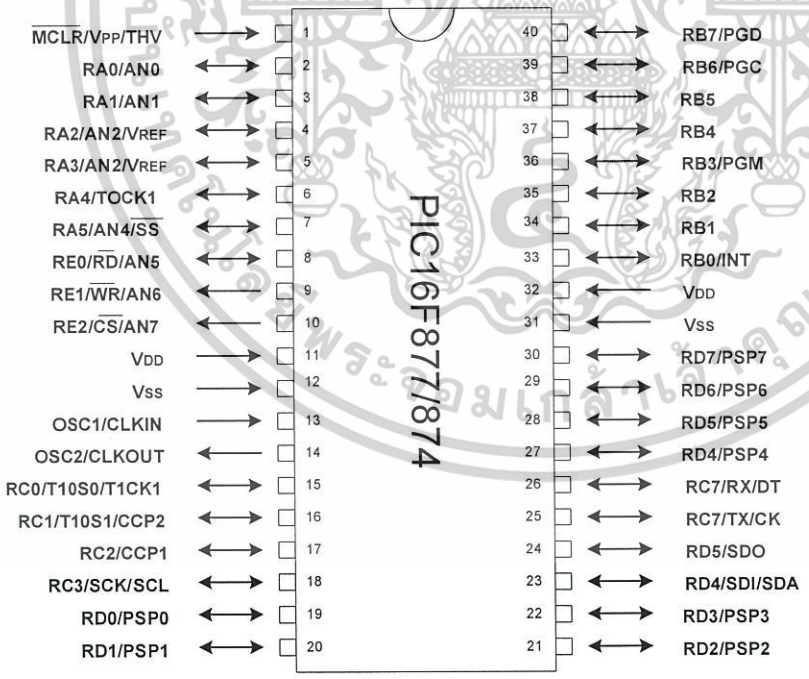
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

2.3.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของ PIC16F877

PIC 16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC (Peripheral Interface Controller) ของไมโครชิพเทคโนโลยี (Microchip Technology) ซึ่งมีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) เป็นแบบแฟลช (Flash) ซึ่งมีหน่วยความจำที่สามารถเขียน และลบด้วยสัญญาณไฟฟ้านับพันครั้ง อีกทั้งสามารถพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาสูงได้ เช่น ภาษาเบสิกหรือภาษาซี เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ จัดอยู่ในกลุ่มของไมโครโปรเซสเซอร์แบบ RISC (Reduce Instruction Set Computer) มีชุดคำสั่งเพียง35คำสั่งพื้นฐานเท่านั้น และทุกคำสั่งสามารถทำงานให้เสร็จสิ้นด้วยการใช้สัญญาณนาฬิกาเพียงลูกเดียว ทำงานในลักษณะไปป์ไลน์ (Pipe Line) เหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์สมัยใหม่

1) โครงสร้างภายนอกของ PIC16F877



รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายนอกและการจัดขาของ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 บรรจุอยู่ในตัว PDIP (Plastic Dual – In Line package) ซึ่งมีลักษณะเดียวกับไอซีแบบตีนตะขาบที่พบเห็นโดยทั่วไป มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 40 ขา ดังแสดงในภาพที่ 2.12 ซึ่งสามารถจัดขาต่อใช้งานของ PIC16F877 เป็น 4 กลุ่มคือ

1) กลุ่มสัญญาณนาฬิกา มี 2 ขา คือ OSC1 / CLKIN (ขา 13) และ OSC 2 / CLKOUT (ขา 14)

2) กลุ่มขาควบคุม มี 1 ขาคือ $\overline{\text{MCLR}}$ (ขา 1)

3) กลุ่มขาพอร์ตอินพุต-เอาต์พุต มี33 ขาแบ่งเป็นขาพอร์ตเอ 6 ขา ได้แก่ RA0 – RA5 ขาพอร์ตบี ได้แก่ ขา RB0 – RB7 พอร์ตซี ได้แก่ RC0-RC7 พอร์ตดี ได้แก่ RD0 – RD7 และพอร์ตอี ได้แก่ RE0 – RE2

4) กลุ่มขาไฟเลี้ยง มี 2 ขา คือ ขา V_{SS} (ขา12,31) หรือขากราวด์ และขา V_{DD} (ขา 11,32) หรือขาไฟเลี้ยง +5 โวลต์

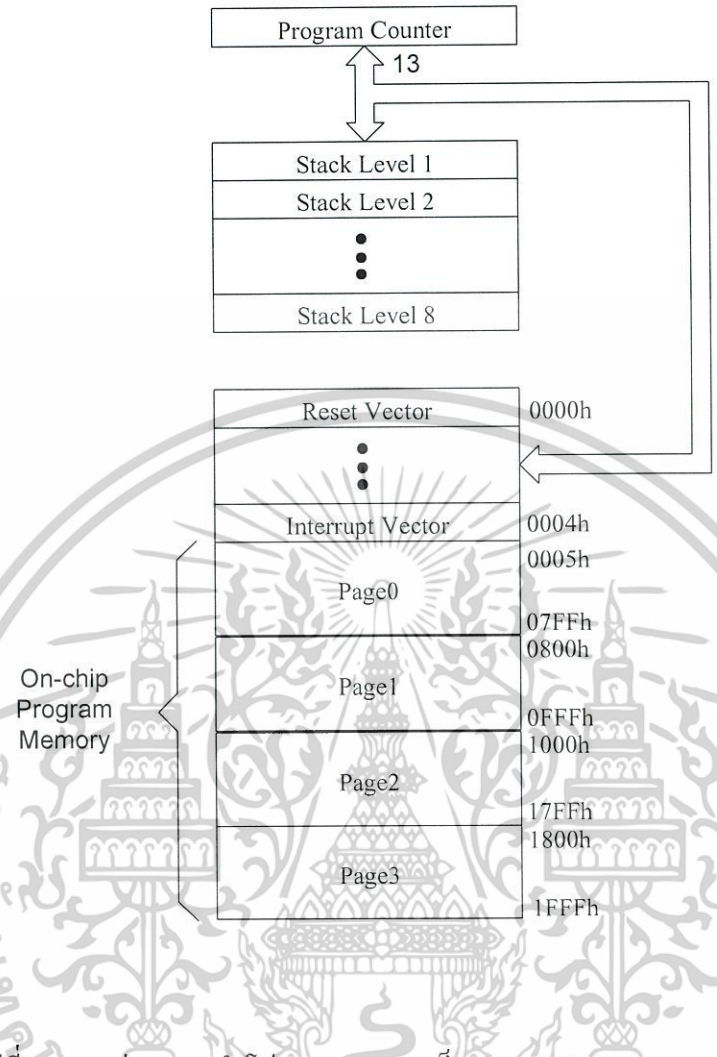
2.3.2 การจัดการหน่วยความจำของ PIC16F877

การจัดการหน่วยความจำของ PIC16F877 ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือหน่วยความจำโปรแกรม, หน่วยความจำข้อมูล และหน่วยความจำส่วนของ EEPROM

1) หน่วยความจำโปรแกรม มีโครงสร้างเป็นหน่วยความจำแบบแฟลช มีขนาด 8 กิโลเวิร์ด โดยใน 1 เวิร์ดของ PIC16F877 มีขนาด 14 บิต PIC 16F877 มี Program Counter (PC) ขนาด 13 บิต ที่สามารถอ้างตำแหน่งหน่วยความจำได้ 8Kx14 ตำแหน่ง โดยมีตำแหน่ง Reset Vector อยู่ที่ 0000h และ Interrupt vector ที่ 0004 h และมีโครงสร้างดังภาพที่ 2.10 ซึ่งจากภาพจะเห็นว่า PIC 16F877 มีความลึกของ Stack 8 ระดับ

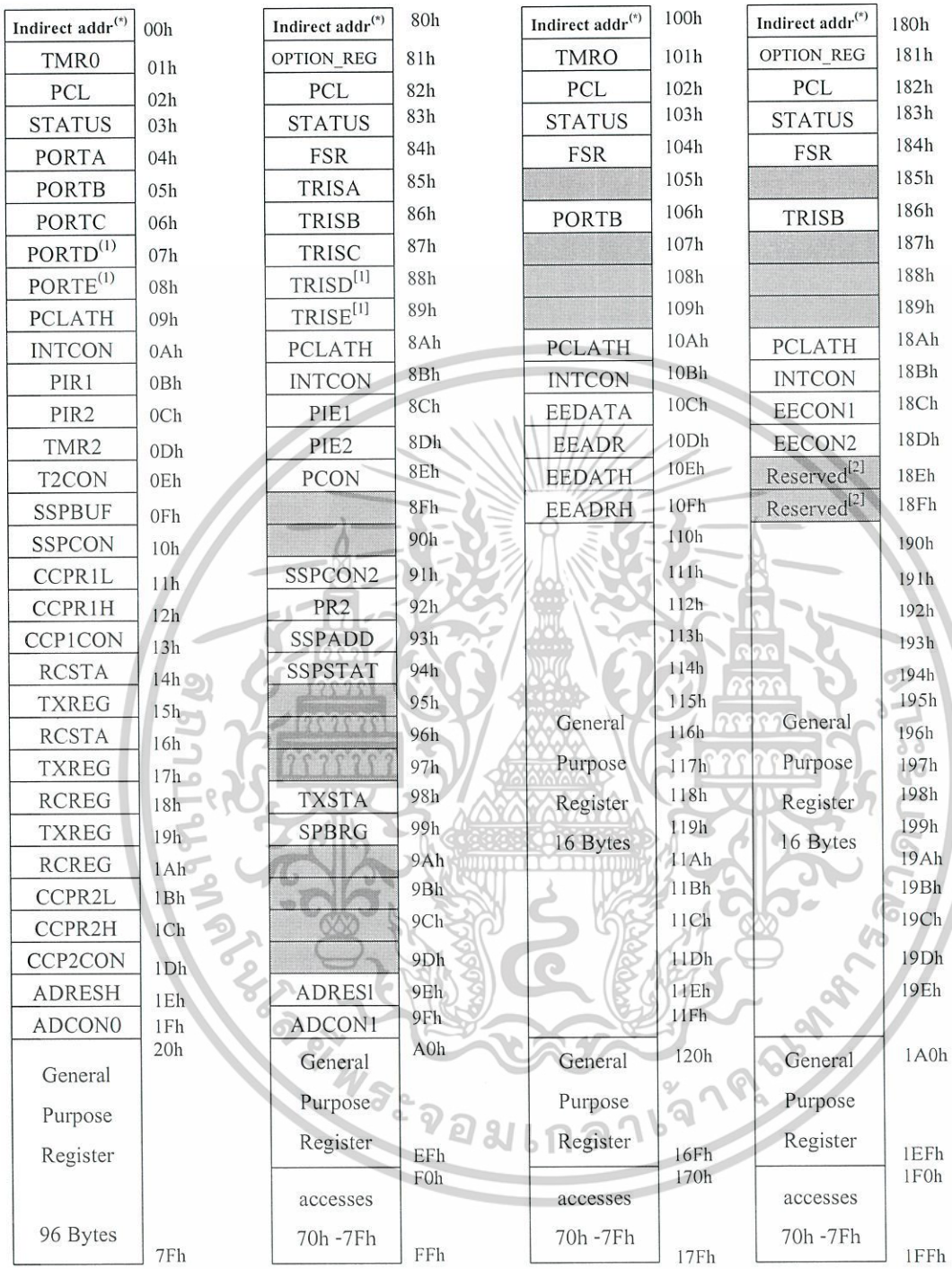
2) หน่วยความจำข้อมูล หน่วยความจำข้อมูลเป็นหน่วยความจำแบบอีอีพรอมขนาด 128 ไบต์ หน่วยความจำข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 BANK ซึ่งเป็นที่อยู่ของ รีจิสเตอร์ทั่วไป และ รีจิสเตอร์พิเศษ เราสามารถเปลี่ยน BANK ได้โดยการเลือกที่บิต PR0 และ PR1 ดังนี้ RP1, RP0 (Status <6:5>) ดังภาพที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 หน่วยความจำโปรแกรมและสแต็กของ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Unimpiemented data memory location. read as "0".

* Not a physical register.

รูปที่ 2.11 ตำแหน่งรีจีสเตอร์ไฟล์ของ PIC 16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RP1 =0 , RP0 =0 เป็น BANK 0

RP1 =0 , RP0 =1 เป็น BANK 1

RP1 =1 , RP0 =0 เป็น BANK 2

RP1 =1 , RP0 =1 เป็น BANK 3

แต่ละ BANK มีถึง 128 Bytes และส่วนต้นของแต่ละ BANK จะเป็นที่อยู่ของ Special Function Register ซึ่งถูกใช้เหมือน RAM ทั่วๆ ไป รีจีสเตอร์ได้รับการนำมารวมไว้มีชื่อว่า รีจีสเตอร์ไฟล์ (Register file) มีขนาด 8 บิต เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 1.4 จะพบว่าใน PIC16F877 มีรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ 32 ตัว ที่ถูกกำหนดหน้าที่และตำแหน่งไว้แล้ว และอีก 96 ตัว จะได้รับการกำหนดให้ใช้งานอย่างอิสระ

3) หน่วยความจำที่เป็น EEPROM สามารถเก็บข้อมูลได้ 256 ตำแหน่ง (0x00 – 0xFF) วิธีการติดต่อโดยอ้อมผ่านรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (SFR) 6 ตัว คือ EEDATA, EEDATH, EEADR, EEADRH, EECON1 และEECON2

2.3.3 ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ตารางที่ 2.1 ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	9	I	ST/CMOS	ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณนาฬิกาของ CPU
OSC2/CLKOUT	14	O	-	เป็นขาเอาต์พุตของสัญญาณนาฬิกา (1/4ของ CLKIN) ใช้ต่อร่วมกับขาสัญญาณ OSCI เพื่อกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในกรณีที่ใช้คริสตอลแบบเรโซเนเตอร์ หรือวงจร RC ภายนอก
MCLR/VPP	1	I/P	ST	ขาสัญญาณรีเซทแอคทีฟ “0” , ขารับแรงดันสำหรับโปรแกรม
RA0/ANO RA1/AN1	2 3	I/O I/O	TTL TTL	ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTA - ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณอนาลอก AN0 - ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณอนาลอก AN1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RA2/AN2/VREF-	4	I/O	TTL	- อินพุต สัญญาณอนาลอก AN2 และขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงลบ (-)
RA3/AN3/VREF+	5	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณอนาลอก AN3 และขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงบวก (+)
RA4/TOCKI	6	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์O
RA5/SS/AN4	7	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณอินพุต สัญญาณอนาลอก AN4 และขาสัญญาณ Slave Select ในโหมดการสื่อสารแบบ Synchronous Serial Port
				ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTA
RBO/INT	33	I/O	TTL/ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาอินพุต สัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอก
RB1	34	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RB2	35	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RB3/PGM	36	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณการโปรแกรมแบบแรงดันต่ำ
RB4	37	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณการอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ
RB5	38	I/O	TTL	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณการอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ
RB6/PGC	39	I/O	TTL/ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณการอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ และเป็นขาสัญญาณนาฬิกาในโหมดการโปรแกรม
RB7/PGD	40	I/O	TTL/ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณการอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RCO/T1OSO/T1CKI	33	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTC - ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณออสซิลเลเตอร์เอาต์พุต และ ขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์1
RC1/T1OSI/CCP2	16	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณอินพุตออสซิลเลเตอร์ไทเมอร์1 และ เป็นขาสัญญาณ Capture 2 input / Compare 1 output / PWM2 output
RC2/CCP1	17	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , และขาสัญญาณ Capture 1 input / compare 2 output / PWM1 output
RC3/SCK/SCL	18	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณนาฬิกาในการสื่อสาร Synchronous , ขาสัญญาณนาฬิกาในโหมด I^2C และ SPI
RC4/DI/SDA	23	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต ขาอินพุตสัญญาณข้อมูลในโหมด SPI , ขาอินพุต / เอาต์พุต สัญญาณข้อมูลในโหมด I^2C
RC5/SDO	24	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาเอาต์พุตข้อมูลในโหมด SPI
RC6/TX/CK	25	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาเอาต์พุตสัญญาณด้านส่งของการสื่อสาร USTAR , ขาสัญญาณข้อมูลในโหมดการสื่อสาร Synchonous
RC7/RX/DT	26	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาเอาต์พุตสัญญาณด้านรับของการสื่อสาร USTAR , ขาสัญญาณข้อมูลในโหมดการสื่อสาร Synchonous
RD0/SP0	19	I/O	ST/TTL[3]	ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTD สามารถใช้เป็น Slave Port กรณีติดต่อกับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ - ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

59488

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขาสัญญาณและหน้าที่การทำงานของขาต่างๆ ใน PIC16F877

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RD1/SP1	20	I/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD2/SP2	21	I/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD3/SP3	22	I/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD4/SP4	27	I/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD5/SP5	28	I/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD6/SP6	29	I/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RD7/SP7	30	I/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต
RE0/RD/AN5	8	I/O I	ST/TTL(3)	ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต PORTE - ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณควบคุมการอ่านในโหมด Parallel Slave Port และเป็นขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาลอก AN5
RE1/WR/AN6	9	/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณควบคุมการเขียนในโหมด Parallel Slave Port และเป็นขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาลอก AN6
RE2/CS/AN7	10	I/O	ST/TTL(3)	- ขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต , ขาสัญญาณควบคุมControl Select ในการติดต่อแบบ Parallel Slave Port และเป็นขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาลอก AN7
Vss	12,31	P	-	- ขาสัญญาณกราวด์
VDD	11,32	P	-	- ขาแรงดันไฟเลี้ยง

2.3.4 คุณสมบัติทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

1) คุณสมบัติของหน่วยประมวลผลกลางภายใน PIC16F877

1. หน่วยประมวลผลกลางเป็นแบบ RISC
2. สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4 MHz
3. ประมวลผลข้อมูลขนาด 8 บิต
4. มีคำสั่งเพียง 35 คำสั่ง ขนาด 14 บิต
5. มีรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ 15 ตัว
6. มีสแต็ก 8 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โหมดการอ้างอิงแอดเดรส 3 โหมดคือ แบบโดยตรง (Direct), แบบโดยอ้อม (Indirect)และแบบสัมพัทธ์ (Relative)

8. มีแหล่งกำเนิดการขัดจังหวะ 14 แหล่ง

9. หน่วยความจำข้อมูล (Data memory) เป็นแบบอีอีพรอมสามารถลบ และเขียนใหม่ได้ประมาณล้านครั้งและเก็บข้อมูลได้นาน 40 ปี

10. ขนาดหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นแบบแฟลชมีขนาด 8 กิโลเวิร์ด

11. หน่วยความจำอีอีพรอมภายใน 256ไบต์

12. หน่วยความจำแรม 368 ไบต์ ซึ่งใช้เป็นรีจีสเตอร์

2) คุณสมบัติทางเทคนิคใน PIC16F877

1. มีขาอินพุต เอาต์พุต 22 ขาสามารถกำหนดเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้อย่างอิสระ

2. กระแสซิงก์ / ซอร์สของแต่ละขาอินพุต ซึ่งสูงพอที่จะขับ LED ได้โดยตรง

3. กระแสซิงก์และซอร์ส สูงสุด 25 มิลลิแอมป์ ต่อขา

3) คุณสมบัติอื่น ๆ

1. มีเพาเวอร์ออนรีเซตในตัว (POR: Power-on Reset)

2. มีเพาเวอร์อัพไทเมอร์ในตัว (PWRT: Power up Timer)

3. มีออสซิลเลเตอร์สตาร์ทอัพไทเมอร์ (OST: Oscillator Start-up Timer)

4. มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT: Watch Dog-timer) พร้อมกับวงจรออสซิลเลเตอร์ RC ภายในเพื่อช่วยให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์มีความแน่นอนยิ่งขึ้น

5. ป้องกันการคัดลอกข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรม

6. มีโหมดประหยัดพลังงานหรือโหมดสลีป (Sleep mode)

7. สามารถเลือกวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้กำหนดการทำงานได้

8. การเขียนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นแบบอนุกรมผ่านขาใช้งานเพียง 2 ขา

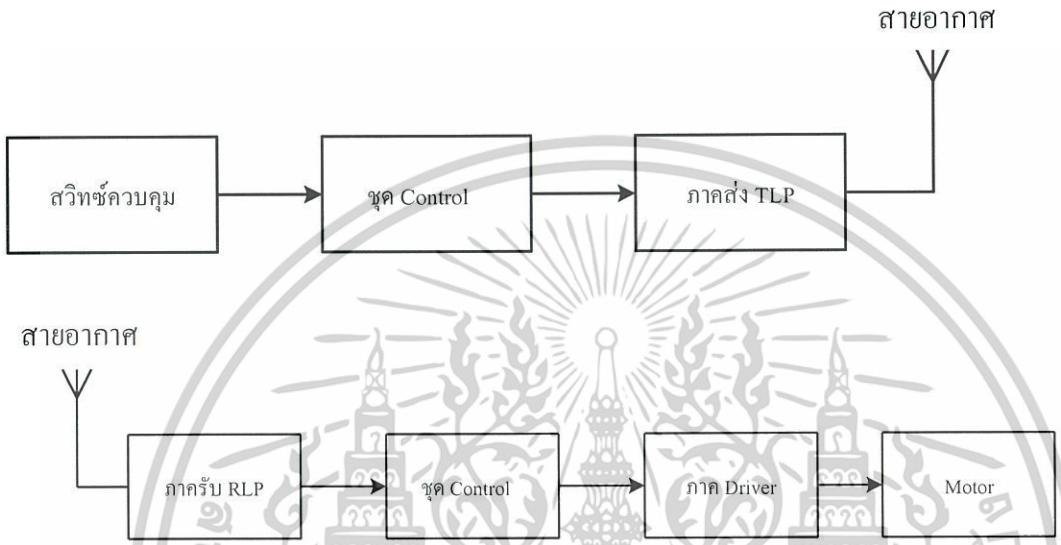
9. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับการพัฒนาภายใต้เทคโนโลยีมอสแฟลช / อีอีพรอม ความเร็วสูง พลังงานต่ำ

10. อุณหภูมิ CPU ขณะเริ่มใช้งาน 34 องศาหลังจากใช้ผ่านไประยะหนึ่ง 38-39 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เครื่องรับ-ส่งความถี่วิทยุย่าน : UHF

UHF (Ultra Hight Frequency) เป็นความถี่ที่อยู่ในช่วง 300 – 3000 เมกกะเฮิร์ต ส่วนใหญ่นิยมใช้ในงานด้านการสื่อสารระยะใกล้ ดังแสดงในแผนผังการทำงานของภาครับ – ส่ง ย่าน UHF รูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แผนผังการทำงานของภาครับ–ส่งย่าน UHF

จากแผนผังการทำงานภาครับ-ภาคส่งสัญญาณโดยมีการทำงานดังนี้

1. ภาคส่ง เมื่อมีการกดสวิตช์แต่ละสวิตช์จะมีการสร้างรหัสเป็นเลขฐานสิบหก โดยจะส่งสัญญาณเข้าสู่ภาคควบคุม เพื่อทำการแปลงสัญญาณ โดยการม็อดดูเลตสัญญาณเพื่อให้มีความถี่ 433.92 เมกกะเฮิร์ต จะ มีความถี่อยู่ระหว่าง 300 -3,000 เมกกะเฮิร์ต จากนั้นภาคส่งจะทำการส่งสัญญาณที่ทำการม็อดดูเลทแล้วส่งสัญญาณที่ได้ผ่านทางสายอากาศ

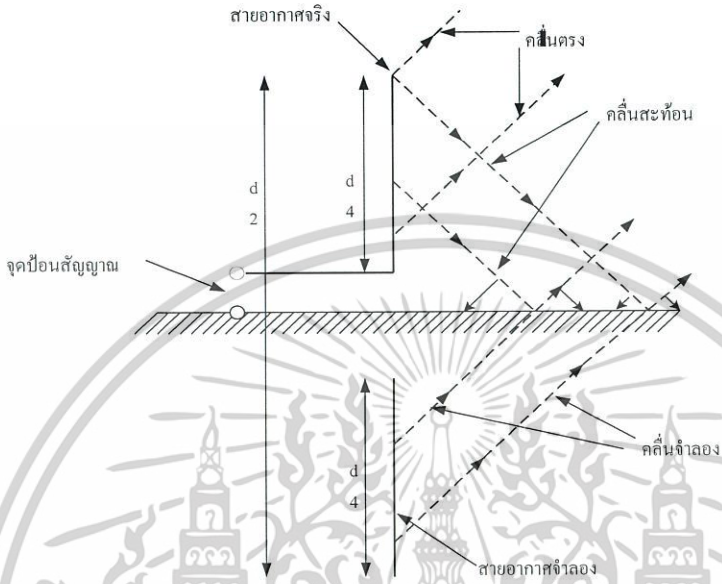
2. ภาครับ จะรับสัญญาณโดยผ่านทางสายอากาศ โดยภาครับจะทำการแปลงสัญญาณจากสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วส่งสัญญาณนั้นไปยังภาคควบคุมเพื่อทำการเซ็ตค่าสัญญาณให้ได้ตรงตามสัญญาณทางภาคส่ง จากนั้นสัญญาณที่ได้จะเข้าภาคขับสัญญาณเพื่อไดรว์มอเตอร์กระแสตรงให้ทำงานตามสถานะที่ได้ออกแบบไว้

2.5 สายอากาศแบบโมโนโพล

สายอากาศแบบโมโนโพล (Monopole Antenna) การส่งคลื่นโดยใช้สายอากาศในย่านความถี่ต่ำมาก (VLF), ต่ำ (LF) และปานกลาง (MF) จะต้องใช้ความสำคัญในแง่ของความสูงของสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการติดตั้งแนวตั้งกับพื้นโลก เนื่องจากที่ความถี่ระดับนี้ค่าความยาวคลื่นมีค่ามาก จึงคิดค้นวิธีใช้สายอากาศที่มีความยาวเพียง $\lambda/2$ แทน



รูปที่ 2.13 การแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแบบโมโนโพล

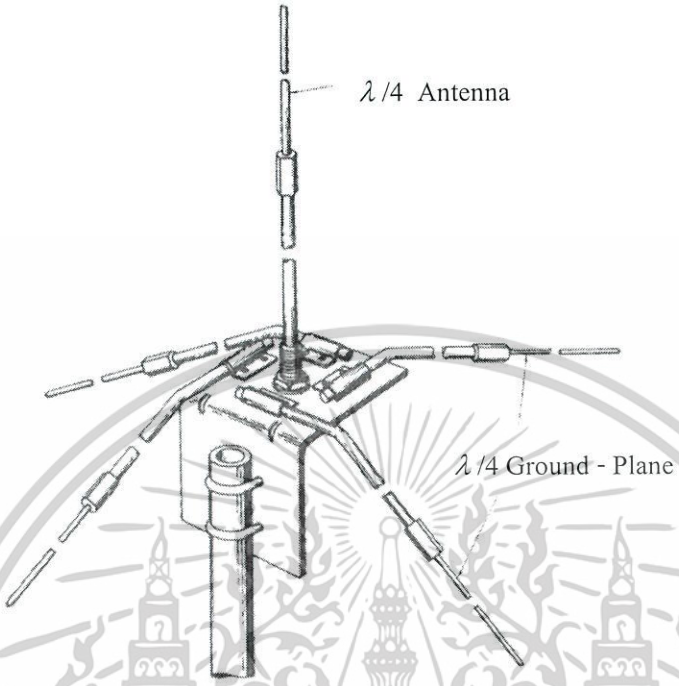
จากรูปเป็นรูปของสายอากาศขนาด $\lambda/2$ ติดตั้งในแนวตั้งกับพื้นโลก โดยมีจุดป้อน (Feed) ที่บริเวณด้านล่างระหว่างสายอากาศกับพื้นดินเรียกว่า ยูนิโพล (Unipole) หรือโมโนโพลซึ่งมีคุณสมบัติแพร่คลื่นขนาดเท่าดันทุกทิศทางในระนาบแนวนอน ส่วนระนาบแนวตั้งมีพลังงานบางส่วนพุ่งสู่ฟ้าและอีกบางส่วนพุ่งเข้าหาพื้นดิน เหมือนดังที่แสดงเส้นประในรูป

คลื่นที่มีทิศทางลงจะกระทบกับพื้นดิน และสะท้อนกลับขึ้นมาโดยมีค่ามุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ จุดหนึ่งที่ห่างจากสายอากาศ พลังงานคลื่นที่รับได้เกิดจากคลื่นตรง และคลื่นที่สะท้อนกับพื้นโลก ค่าความเข้มสนามที่จุดนี้เป็นค่ารวมของความเข้มในคลื่นแต่ละแบบ

จากรูปที่ 2.13 จะเห็นว่าสายอากาศในความคิดเรียกว่าสายอากาศจำลอง (Image Antenna) ก็ได้ ซึ่งจะแสดงว่าสายอากาศถูกใช้งานที่ความยาว 2 เท่าของความจริงของความสูงทั้งหมดของสายอากาศมีค่า $\lambda/2$ ดังนั้นการไหลของกระแสและแรงดันไฟฟ้าจะเหมือนกับสายอากาศไดโพล ขนาด $\lambda/2$ ทุกประการ

สายอากาศโมโนโพลที่เดินสายกราวด์ (Ground) แล้วจะมีรูปแบบการกระจายคลื่นเหมือนสายอากาศแบบครึ่งความยาวคลื่น ทั้งๆ ที่จริงแล้วเป็นสายอากาศแบบ $\lambda/2$ แต่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหมือนสายอากาศแบบ $\lambda/2$ ที่วางในแนวดิ่ง สายโคแอคเชียลพร้อมส่วนแมทซึ่งจะทำงานคล้ายเป็นหม้อแปลง เพื่อให้เกิดแมทชิ่งระหว่างสายส่งกับสายอากาศดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



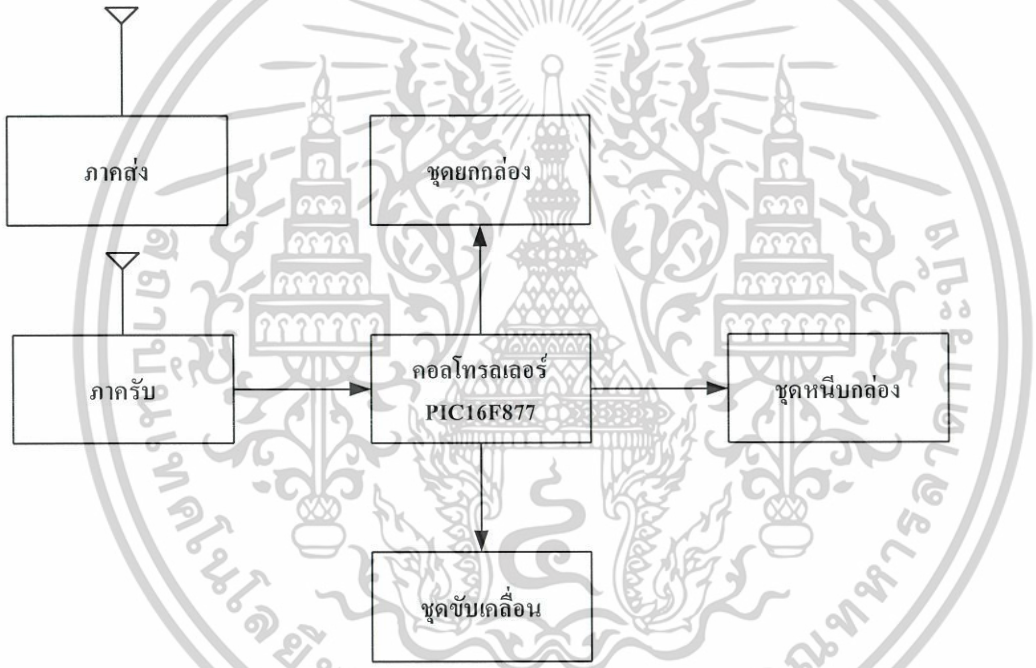
รูปที่ 2.14 สายอากาศแบบกราวด์เพลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบได้ออกแบบชุดแสดงผลน้ำหนักแบบตัวเลข ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ ชุดขับเคลื่อน, ชุดยกกล่อง, ชุดหนีบกล่อง, คอลโทรลเลอร์ PIC16F877, วงจรภาครับ และวงจรภาคส่ง แสดงดังรูปที่ 3.1



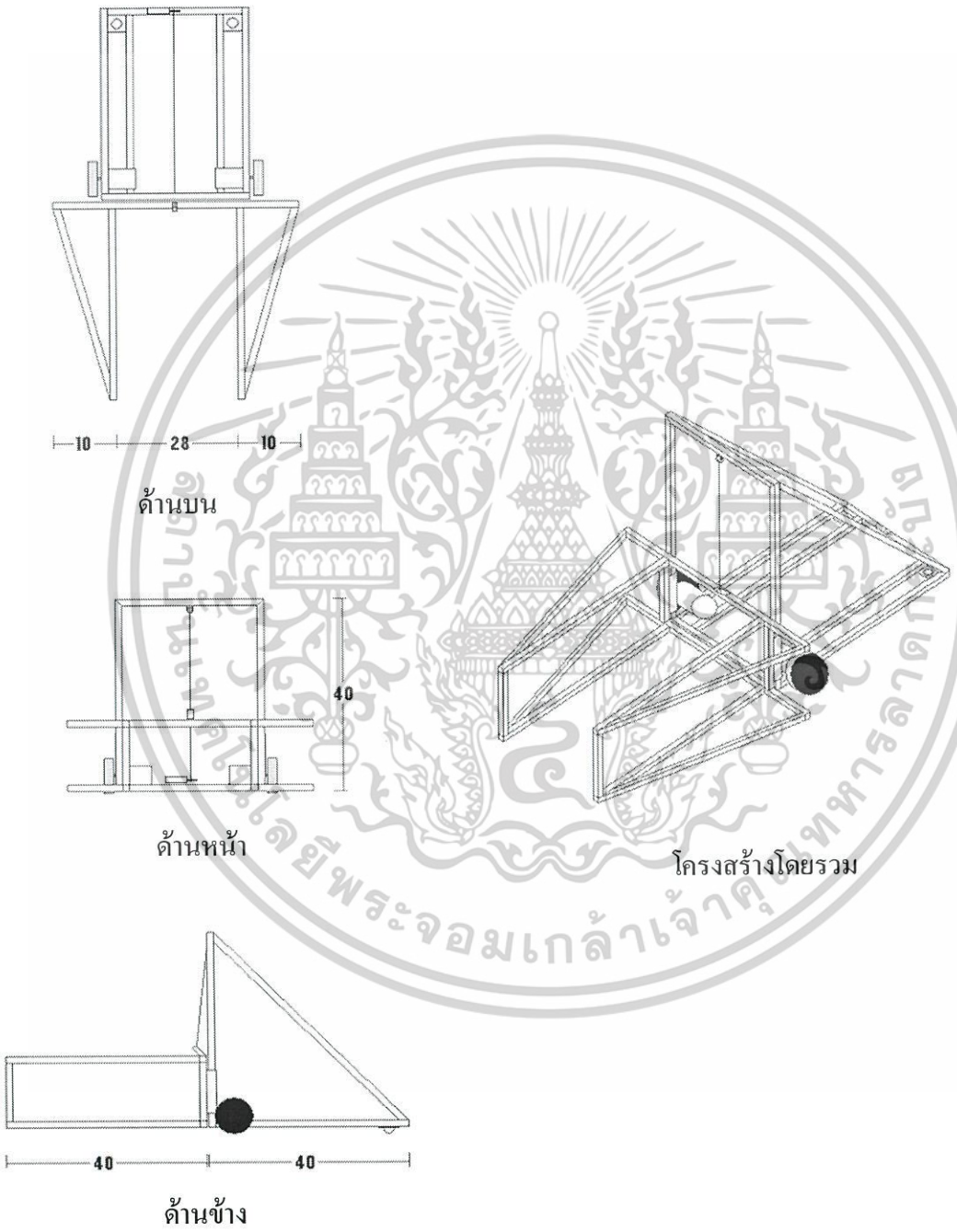
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของหุ่นยนต์

เมื่อมีการกดสวิตช์ที่ภาคส่งสัญญาณจะมีการส่งสัญญาณในรูปของความถี่วิทยุย่าน UHF 433.92 เมกกะเฮิร์ต มาที่ภาครับสัญญาณโดยภาครับสัญญาณจะมีการแยกสัญญาณไปควบคุมส่วนต่างโดยใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ PIC16F877 ในการควบคุมการทำงานของชุดกลไกต่างๆ คือ ชุดขับเคลื่อน, ชุดหนีบกล่องและชุดยกกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์เก็บกล่องไร้สายบังคับด้วยมือ

ตามที่ได้ออกแบบหุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือมีโครงสร้างดังรูปที่ 3.2

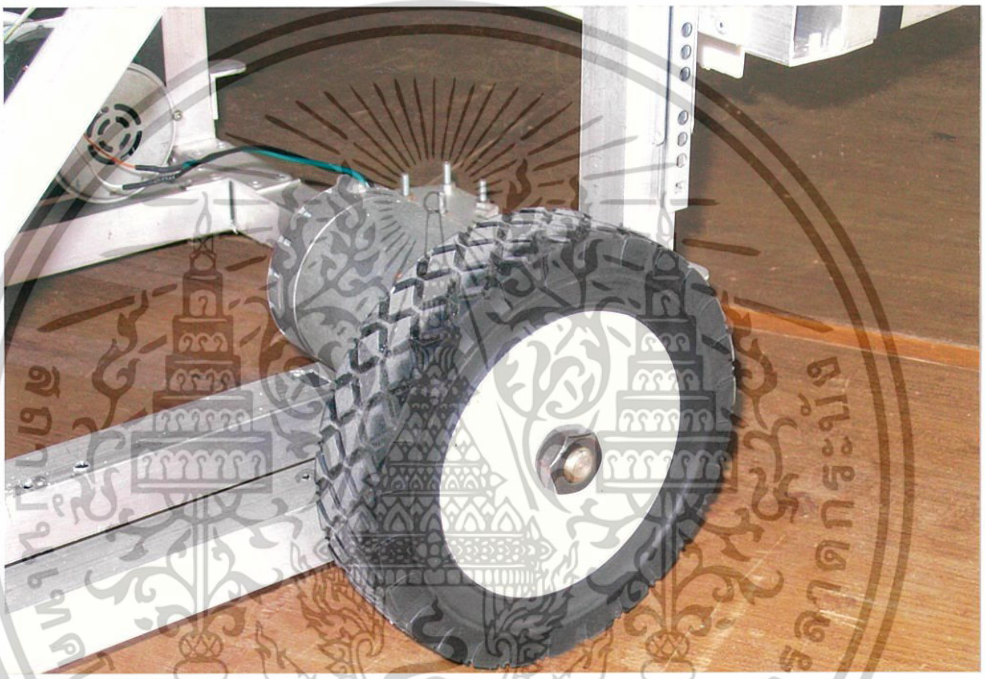


รูปที่ 3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ชุดขับเคลื่อน

ในส่วนของการขับเคลื่อนใช้มอเตอร์กระแสตรงจำนวน 2 ตัว ต่ออยู่กับล้อจำนวน 2 ล้อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร และล้อฟรีใช้ในการพยุงตัวหุ่นอีกจำนวน 2 ล้อ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร ด้วยมอเตอร์และล้อนี้ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ 8 รูปแบบ คือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายแบบเดินหน้า เลี้ยวซ้ายแบบถอยหลัง เลี้ยวขวาแบบเดินหน้า เลี้ยวขวาแบบถอยหลัง หมุนตัวอยู่กับที่ทิศทางตามเข็มนาฬิกา และหมุนตัวอยู่กับที่ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 3.3 ล้อที่ใช้ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์

3.2.2 ชุดยกกล่อง

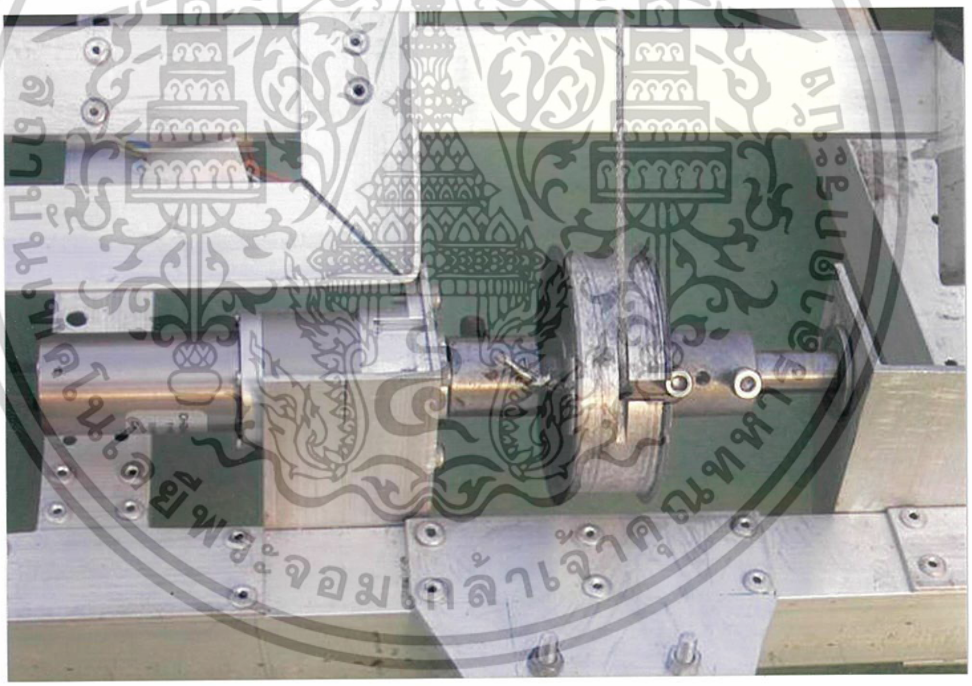
ใช้หลักการของรอก (Pulley)ในการยก รอกประกอบด้วยวงล้อและเส้นเชือกหรือเส้นลวด ถ้ามีล้อเดียวเรียกว่า " รอกเดี่ยว " ตัวล้อหรือรอกตรึงอยู่กับที่พาดเส้นเชือกหรือลวดลงไปในร่องของล้อ ปลายข้างหนึ่งผูกติดกับน้ำหนักบรรทุกที่ต้องการยกขึ้น แล้วออกแรงดึงที่ปลายเชือกอีกข้างหนึ่งถ้าไม่คิดถึงความเสียดทาน แรงพยายามที่ใช้ดึงเชือกจะเท่ากับน้ำหนักบรรทุกที่ยกขึ้น ระหว่างทางที่ทั้งสองเคลื่อนที่ก็เท่ากัน เพียงแต่เคลื่อนที่สวนทางกัน อย่างหนึ่งขึ้นอีกอย่างหนึ่งลง ถึงแม้รอกเดี่ยวจะไม่ทุ่นแรง แต่ก็เป็นการอำนวยความสะดวกในการทำงาน ถ้าจะใช้รอกช่วยยกของที่หนักมากโดยใช้แรงน้อยก็ทำได้โดยใช้รอกมากกว่าหนึ่งตัว รอกเป็นชุดอย่างนี้เรียกว่า " รอกพวง " ใช้เชือกหรือลวดเส้นเดียวกันเท่านั้น คล้องวนผ่านรอกทุกตัว ในระบบที่มีรอกเพียงสองตัว รอกตัวบนตรึงอยู่กับที่ตัวล่างลอยและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวรับน้ำหนักบรรทุก เชือกที่ใช้ดึงพาดผ่านรอกตัวบนลงมาข้างล่าง พันรอบรอกตัวล่างแล้วไปยึดติดที่รอกตัวบน คราวนี้เมื่อออกแรงดึงเชือกก็จะไปเพิ่มแรงยกน้ำหนักบรรทุกได้มากเป็นสองเท่า แต่ทว่าระยะทางที่น้ำหนักบรรทุก เคลื่อนที่สูงขึ้นจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะทางที่เชือกถูกดึงลง

รอกที่ใช้กับโครงงานชิ้นนี้เป็นชนิดรอกเดี่ยวตัวรอกตรึงอยู่กับโครงส่วนบนของตัวหุ่นยนต์ โดยปลายสลิงค์ข้างหนึ่งผูกติดอยู่กับชุดแขนที่ทำหน้าที่บีบจับกล่อง ปลายอีกข้างหนึ่งผูกติดอยู่กับรอกอีกหนึ่งตัวซึ่งอยู่บริเวณส่วนหลังของโครงโดยยึดอยู่กับแกนมอเตอร์กระแสตรงเพื่อทำหน้าที่ดึงสลิงค์กลับ และด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกตัวที่สองที่ยาวเท่ากับ 6 เซนติเมตร นี้ทำให้สามารถดึงสลิงค์กลับมาได้อย่างรวดเร็ว

ถึงแม้ว่าการใช้รอกเพียงตัวเดียวจะไม่สามารถทุ่นแรงได้ แต่เป็นการอำนวยความสะดวกและความเหมาะสมในการติดตั้งที่ต้องการถ่วงน้ำหนักในส่วนหลังได้ โดยที่ประสิทธิภาพการทำงานยังคงเดิม คือสามารถดึงให้ชุดแขนเลื่อนขึ้น-ลงในแนวดิ่งได้



รูปที่ 3.4 รอกที่ใช้ในการประกอบหุ่นยนต์

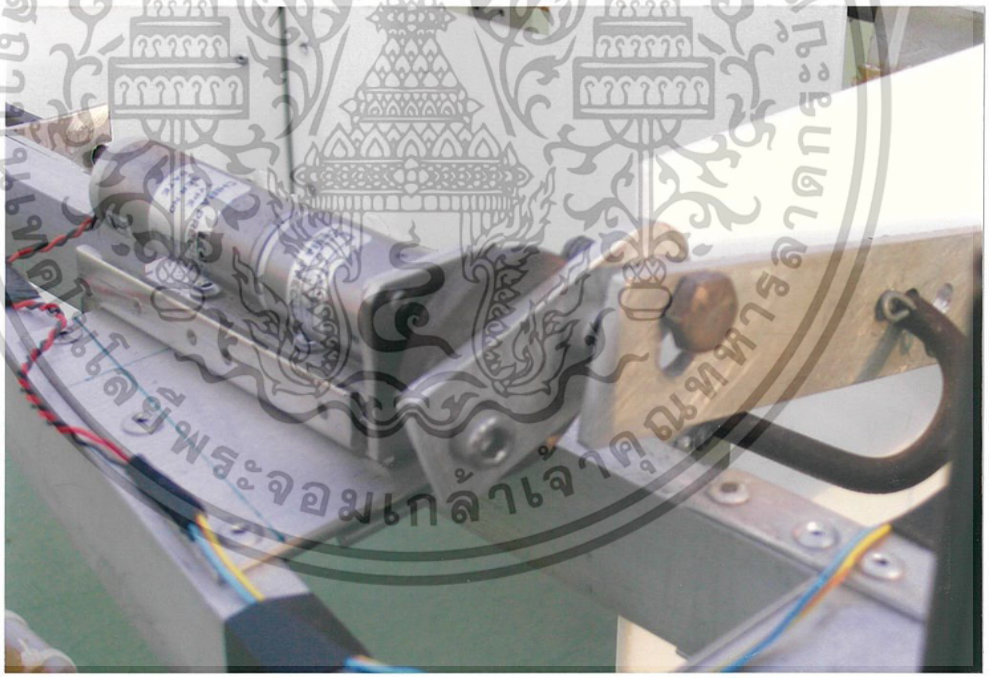
3.2.3 ชุดหนีบ – ปล่อยกล่อง

ชุดแขนประกอบไปด้วยชุดจับจำนวน 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุดใช้หลักการของข้อเหวี่ยง และลูกเบี้ยวในการจับ-ปล่อยกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

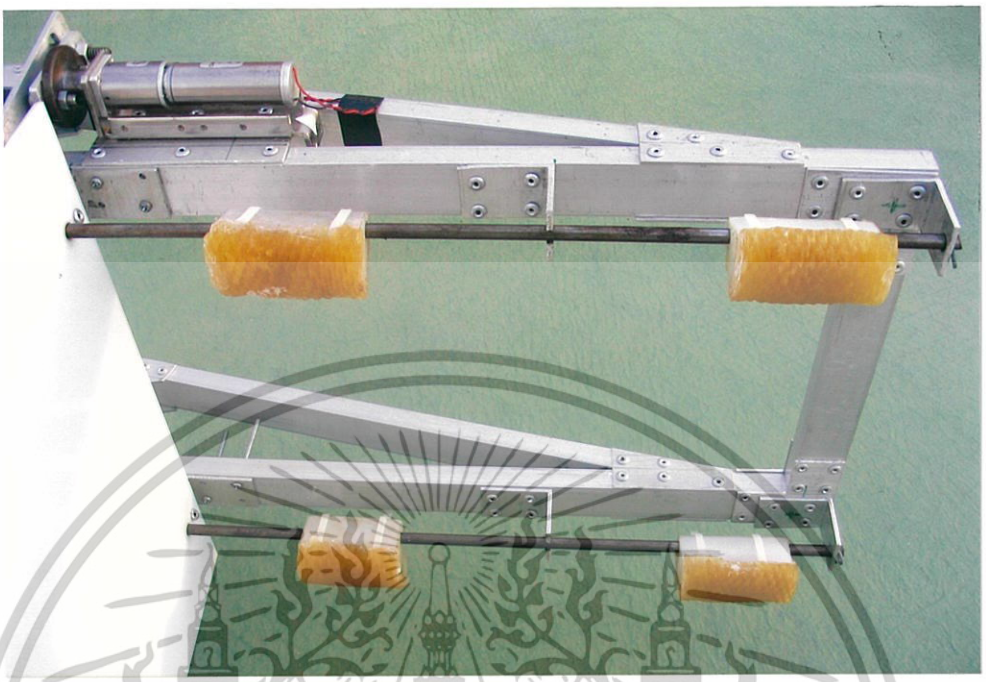
ในส่วนของข้อเหวี่ยงที่ใช้กับโครงงานชิ้นนี้มีขนาด 2 x 5 เซนติเมตร ประกอบอยู่กับแกนของมอเตอร์ที่ส่วนด้านข้างของชุดแขน โดยบริเวณปลายของแกนข้อเหวี่ยงต่อเป็นจุดหมุนอยู่กับแกนยาวอีกแกนหนึ่งขนาด 2.5 x 33 เซนติเมตร ซึ่งทำหน้าที่บังคับการหมุนของแกนลูกเบี้ยว ชุดข้อเหวี่ยงนี้สามารถหมุนได้ 2 ทิศทาง คือ ทิศทางตามเข็มนาฬิกา และทิศทางทวนเข็มนาฬิกาส่งผลให้แกนลูกเบี้ยวสามารถหมุนได้ 2 ทิศทางเช่นกัน เพื่อประโยชน์ในการจับ-ปล่อยกล่อง

ในส่วนของลูกเบี้ยวที่ใช้กับโครงงานชิ้นนี้ทำขึ้นมาจากแท่งพลาสติกไวนิลคลอไรด์ทรงกระบอก ผ่านการตัดแต่งรูปร่างให้ได้ตามต้องการ เป็นลักษณะคล้ายวงรีขนาด 2 x 2.5 เซนติเมตร โดยปลายด้านหนึ่งเจาะทะลุตามแนวยาวโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เพื่อให้แกนเหล็กขนาด 39 เซนติเมตร ดัดปลายงอสอดผ่านเป็นแกนของลูกเบี้ยว ตำแหน่งของลูกเบี้ยวแรกห่างจากปลาย 5 เซนติเมตร ลูกเบี้ยวที่สองห่างจากปลาย 25 เซนติเมตร โดยแกนเหล็กนี้เชื่อมต่อกับชุดข้อเหวี่ยงเพื่อให้แกนสามารถหมุนได้ ในส่วนหน้าสัมผัสของลูกเบี้ยวห่อหุ้มด้วยแผ่นยางพารา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจับกล่องให้มีความมั่นคงมากยิ่งขึ้น และด้วยความยืดหยุ่นของแผ่นยางพาราจึงไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อกล่องในการจับแต่ละครั้ง



รูปที่ 3.5 ข้อเหวี่ยงที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ลูกเบี้ยวที่ใช้ในการสร้างแขนของหุ่นยนต์

3.3 ส่วนควบคุม

3.3.1 ภาคส่ง

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A จะมีการใช้งานดังต่อไปนี้ คือ

ขาที่ 1 ($\overline{\text{MCLR}}$/vpp/THV) ขาที่ 11 (Vdd) และขา 32 (Vdd) ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

ขาที่ 12 (Vss) และขาที่ 31 (Vss) จะใช้สำหรับต่อกับกราวด์

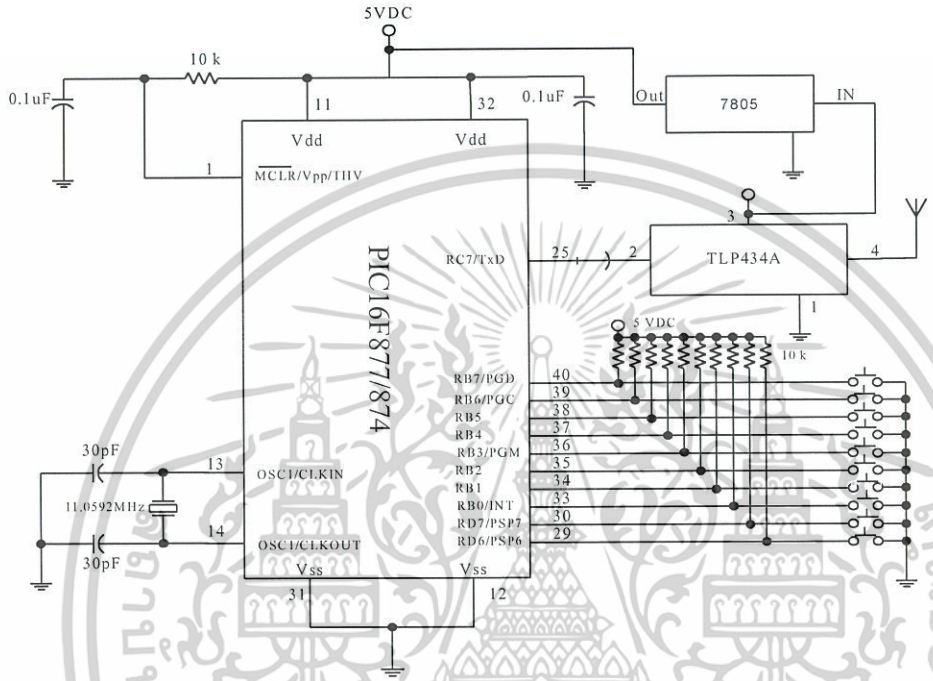
ขาที่ 13 (OSC1/CLKin) และขาที่ 14 (OSC2/CLKout) จะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างพัลซ์ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีการเชื่อมต่อกับกับ คริสตอล ค่า 11.0592 เมกกะเฮิร์ต เพื่อทำการสร้างสัญญาณพัลซ์

ขาที่ 33-40 (RB0-RB7) และขาที่ 29-30 (RD6-RD7) เป็นพอร์ตที่ใช้เป็นอินพุต

จากวงจรควบคุมการส่งสัญญาณจะมีการใช้งานทั้งหมด 10 ฟังก์ชัน ดังนั้นจึงมีการต่อสวิตช์เพื่อให้ทำการเลือกใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ซึ่งมีการต่อสวิตช์ไว้ที่พอร์ต RB0-RB7 และ RD6-RD7 (ขา 33-40 และ 29-30 ตามลำดับ) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 10 สวิตช์ และเมื่อมีการกดสวิตช์จะทำให้ครบวงจรที่ขานั้น ๆ และจะทำการสร้างลอจิก “1” โดยแต่ละพอร์ตจะมีการกำหนดค่าการใช้งานโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ขึ้นมา จากนั้นจะทำการส่งค่าลอจิก “1” ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางพอร์ต RC7/TX/CK (ขา 25) เพื่อส่งให้โมดูลภาคส่งสัญญาณ เพื่อทำการมอดูเลชันข้อมูลที่ทำการส่งเข้ามาทางขา Code Input (ขา 2) ของโมดูลภาคส่ง และจะทำการส่งข้อมูลที่ได้จากการมอดูเลชันผ่านทางสายอากาศ (ขา 4) โดยจะใช้ความถี่ในการส่งอยู่ที่ 433.92 เมกกะเฮิร์ต ไปยังภาครับสัญญาณต่อไป



รูปที่ 3.7 วงจรภาคส่ง

3.3.2 ภาครับ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877A จะมีการใช้งานดังต่อไปนี้ คือ

ขาที่ 1 ($\overline{\text{MCLR}}$/vpp/THV) ขาที่ 11 (Vdd) และขา 32 (Vdd) ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

ขาที่ 12 (Vss) และขาที่ 31 (Vss) จะใช้สำหรับต่อกับกราวน์

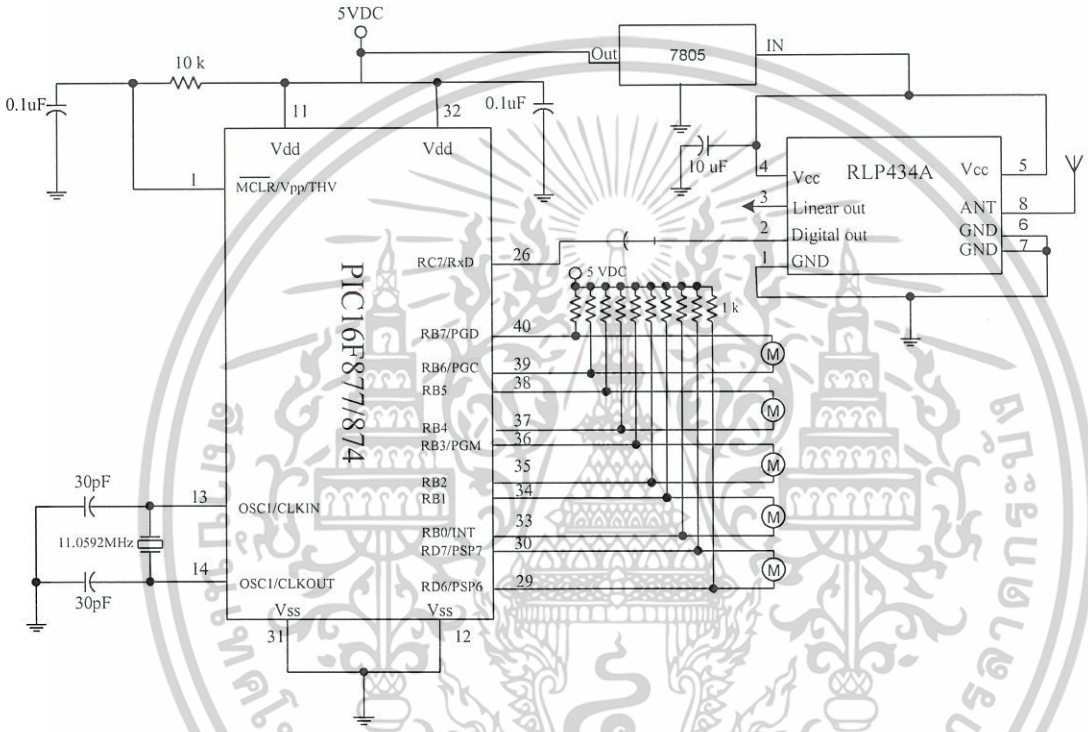
ขาที่ 13 (OSC1/CLKin) และขาที่ 14 (OSC2/CLKout) จะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างพัลซ์ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีการเชื่อมต่อกับกับคริสตอล ค่า 11.0592 เมกกะเฮิร์ต เพื่อทำการสร้างสัญญาณพัลซ์

ขาที่ 33-40 (RB0-RB7) และขาที่ 29-30 (RD6-RD7) เป็นพอร์ตที่ใช้เป็นเอาต์พุต

จากวงจรภาครับจะมีการเริ่มทำงานจากโมดูลตัวรับ (RLP434A) จะทำการรับสัญญาณจากภาคส่งโดยรับสัญญาณเข้ามาทางสายอากาศ (ขา 8) โดยความถี่ที่ใช้ในย่านการรับจะอยู่ที่ 433.92 เมกกะเฮิร์ต และเมื่อรับสัญญาณเข้ามาแล้วจะทำการแยกสัญญาณและความถี่ออกจากกัน เพื่อให้เหลือข้อมูลที่ส่งมาเพียงอย่างเดียว จากนั้นจะส่งข้อมูลที่เป็นลอจิก “1” ผ่านทางขา 2 ของโมดูลตัวรับ (Digital Out)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปยังพอร์ต RC7/RDX (ขา 26) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการรับข้อมูลและส่งไปประมวลผล โดยจะมีการแยกแยะข้อมูลว่าจะนำไปใช้งานใด โดยมีการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งโปรแกรมจะเป็นตัวกำหนดหน้าที่การทำงานของแต่ละพอร์ต จากนั้นสัญญาณที่ออกมาจากพอร์ตนั้น ๆ จะอยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ เพื่อนำไปกระตุ้นดีเลย์ในภาคขับมอเตอร์ เพื่อทำให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่งที่มีการกำหนดไว้



รูปที่ 3.8 วงจรภาครับ

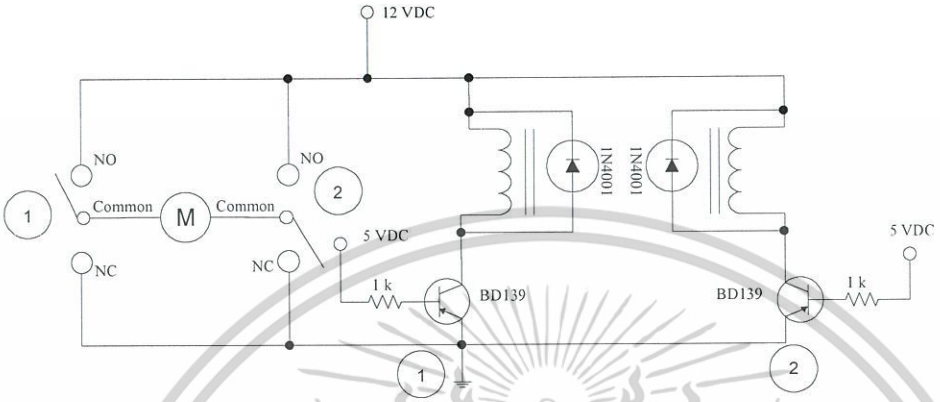
3.3.3 ภาคขับมอเตอร์

เมื่อมีการประมวลผลและสั่งให้พอร์ตแต่ละพอร์ตทำงานเพื่อการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีภาคขับมอเตอร์โดยจะทำให้มอเตอร์สามารถทำงานได้ 2 สภาวะในตัวเดียวกัน โดยที่มีการเชื่อมต่อพอร์ตเอาต์พุตกับภาคขับมอเตอร์ โดยสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1) ถ้าพอร์ตหมายเลข 1 มีการสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ออกมา จะทำให้ทรานซิสเตอร์หมายเลข 1 ทำงาน และกระตุ้นให้รีเลย์หมายเลข 1 อยู่ในสภาวะ NC และรีเลย์หมายเลข 2 อยู่ในสภาวะ NO ทำให้ครบวงจรและมอเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

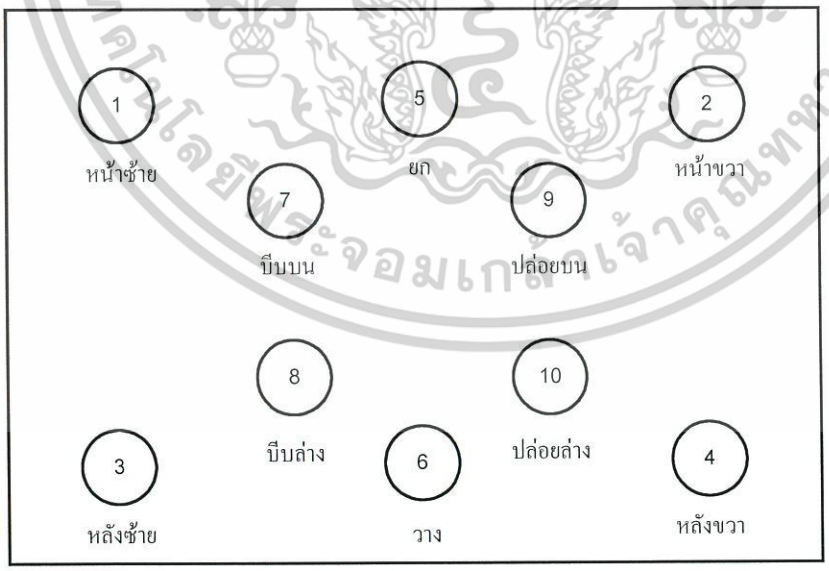
2) ถ้าพอร์ตหมายเลข 2 มีการสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ออกมา จะทำให้ทรานซิสเตอร์หมายเลข 2 ทำงาน และกระตุ้นให้รีเลย์หมายเลข 1 อยู่ในสภาวะ NO และรีเลย์หมายเลข 2 อยู่ในสภาวะ NC ทำให้ครบวงจรและมอเตอร์หมุนกลับทางกับในสภาวะที่ 1



รูปที่ 3.9 วงจรภาคขับมอเตอร์

3.3.4 สวิตช์ควบคุมหุ่นยนต์

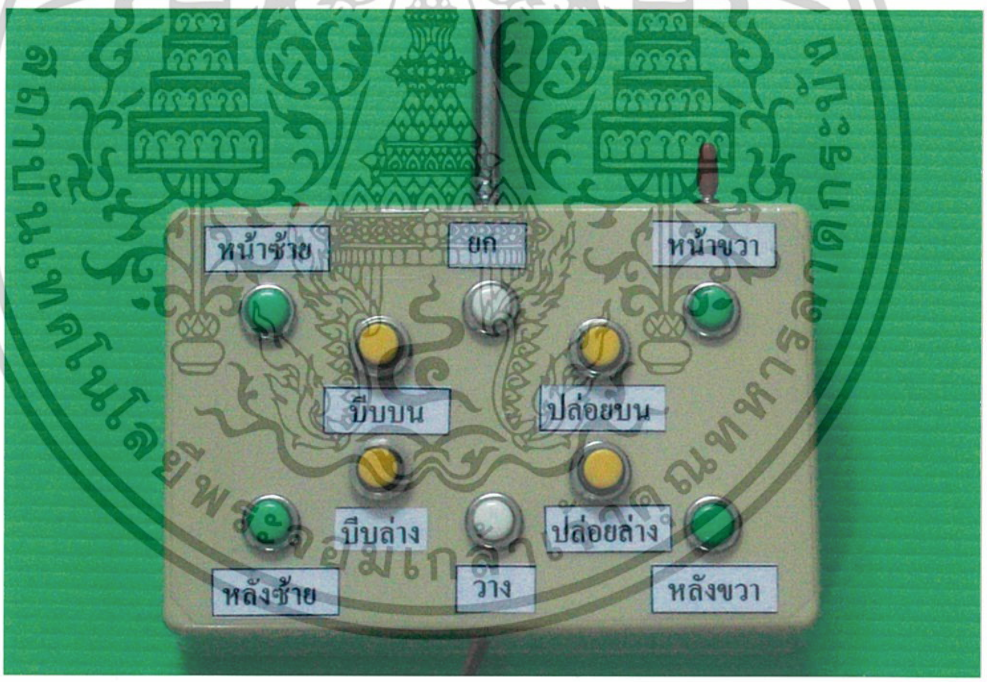
ทำการออกแบบสวิตช์ควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ จำนวน 10 สวิตช์ โดยมีตำแหน่งของสวิตช์และหน้าที่การทำงานของสวิตช์แต่ละตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ตำแหน่งปุ่มควบคุมของภาคส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่มหมายเลข 1 หุ่นยนต์จะเลี้ยวขวาแบบเดินหน้า
กดปุ่มหมายเลข 2 หุ่นยนต์จะเลี้ยวซ้ายแบบเดินหน้า
กดปุ่มหมายเลข 1 และ 2 พร้อมกันหุ่นยนต์จะเดินหน้า
กดปุ่มหมายเลข 3 หุ่นยนต์จะเลี้ยวซ้ายแบบถอยหลัง
กดปุ่มหมายเลข 4 หุ่นยนต์จะเลี้ยวขวาแบบถอยหลัง
กดปุ่มหมายเลข 3 และ 4 พร้อมกันหุ่นยนต์จะถอยหลัง
กดปุ่มหมายเลข 5 กลไกชุดแขนจะเลื่อนขึ้น
กดปุ่มหมายเลข 6 กลไกชุดแขนจะเลื่อนลง
กดปุ่มหมายเลข 7 กลไกการจับชุดบนบีบ
กดปุ่มหมายเลข 8 กลไกการจับชุดล่างบีบ
กดปุ่มหมายเลข 9 กลไกการจับชุดบนปล่อย
กดปุ่มหมายเลข 10 กลไกการจับชุดล่างปล่อย



รูปที่ 3.11 ตำแหน่งปุ่มควบคุมของภาคส่งสัญญาณที่ใช้งานจริง

3.4 แหล่งจ่ายไฟ

แหล่งจ่ายไฟที่ใช้ในวงจร มีขนาดแรงดัน 12 V / 3A เป็น แบตเตอรี่ ชนิดแห้ง จำนวน 2 ก้อน โดยก้อนแรกจะใช้สำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ให้กับภาคส่งสัญญาณ และก้อนที่สองใช้สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ให้กับภาครับสัญญาณและภาคขับมอเตอร์ โดยคุณสมบัติต่างๆของแบตเตอรี่แสดงได้ดังตารางที่ 3.1 และรูปของแบตเตอรี่แสดงได้ดังรูปที่ 3.12

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของแบตเตอรี่

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

รูปที่ 3.12 แบตเตอรี่แห้งขนาด 12V/3A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

จากที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เกี่ยวกับการสร้าง และการออกแบบ บทนี้จะเป็นการทดลอง และผลการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ว่าการทำงานของหุ่นยนต์แต่ละส่วนถูกต้องหรือไม่ โดยในการตรวจสอบการทำงานของหุ่นยนต์นั้น จะประกอบไปด้วย ชุดควบคุมการขับเคลื่อน ชุดควบคุมการหนีบกล่อง ชุดคบคุมการยกกล่อง และชุดภาครับ - ส่ง

4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์

4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อน

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) นำล้อที่จัดเตรียมมาประกอบเข้ากับมอเตอร์ 2 ตัว

1.2) ประกอบชุดล้อเข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้มีการออกแบบไว้

1.3) ต่อชุดขับมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว

1.4) ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

1.5) ทำการทดสอบการวิ่งของล้อพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อน

ระยะทาง/วินาที	การทดสอบขับเคลื่อน			ความเร็วเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	
1 เมตร	1.00 วินาที	0.99 วินาที	1.03 วินาที	1.006 วินาที
5 เมตร	5.00 วินาที	4.28 วินาที	4.59 วินาที	4.620 วินาที
10 เมตร	8.26 วินาที	9.02 วินาที	8.58 วินาที	8.626 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองชุดควบคุมการหนีบกล่อง

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบลูกเบี้ยวเข้ากับแขนของหุ่นยนต์ทั้งสองแขนรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 การประกอบลูกเบี้ยวเข้ากับแขนของหุ่นยนต์

1.2) ต่อมอเตอร์เข้ากับแขนของหุ่นยนต์

1.3) ตรวจสอบความถูกต้องของการประกอบลูกเบี้ยวและมอเตอร์

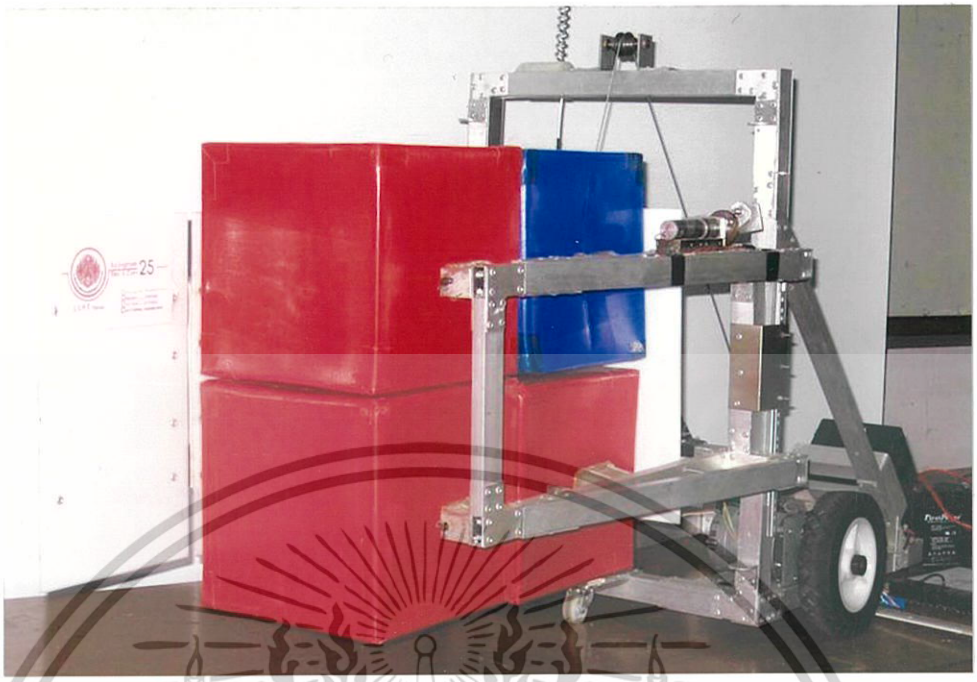
1.4) ทำการจ่ายไฟให้กับมอเตอร์เพื่อทดสอบการทำงาน

1.5) นำกล่องมาทดสอบการหนีบกล่อง

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบการหนีบกล่องโดยทดสอบทีละ 1 กล่องจนครบ 4 กล่อง ผลปรากฏว่าสามารถหนีบกล่องได้ดีโดยสามารถหนีบกล่องได้ตั้งแต่ 1 กล่อง จนถึง 4 กล่อง ได้ภายในครั้ง โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

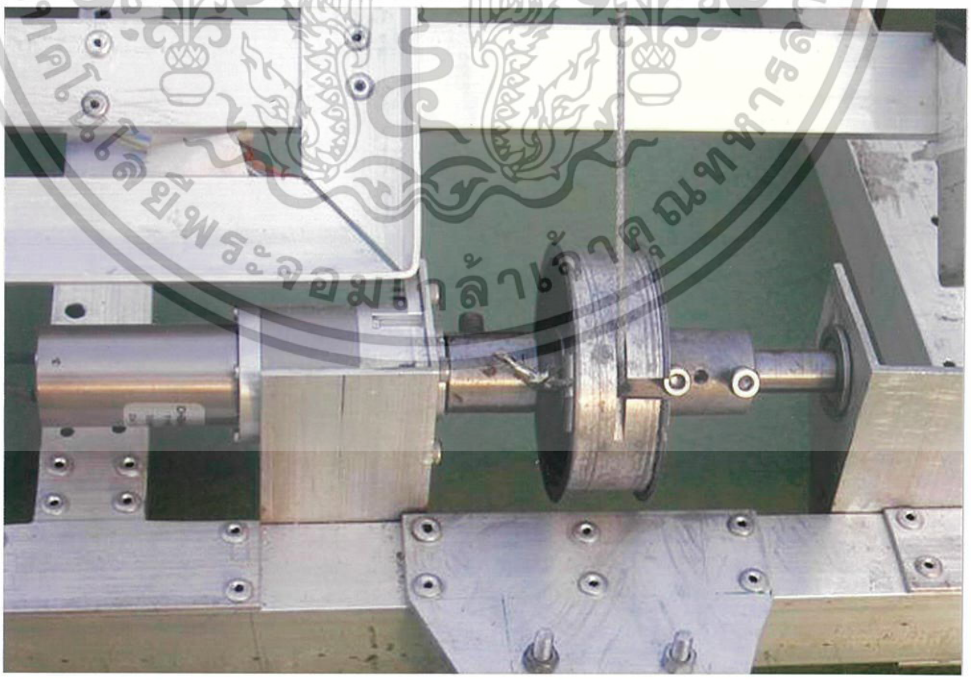


รูปที่ 4.2 การหนีบกล่องของชุดหนีบกล่อง

4.2.3 การทดลองชุดควบคุมการยกกล่อง

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ต่อสลิงค์เข้ากับรอก และต่อเข้ากับมอเตอร์ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การต่อสลิงค์เข้ากับรอกและมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

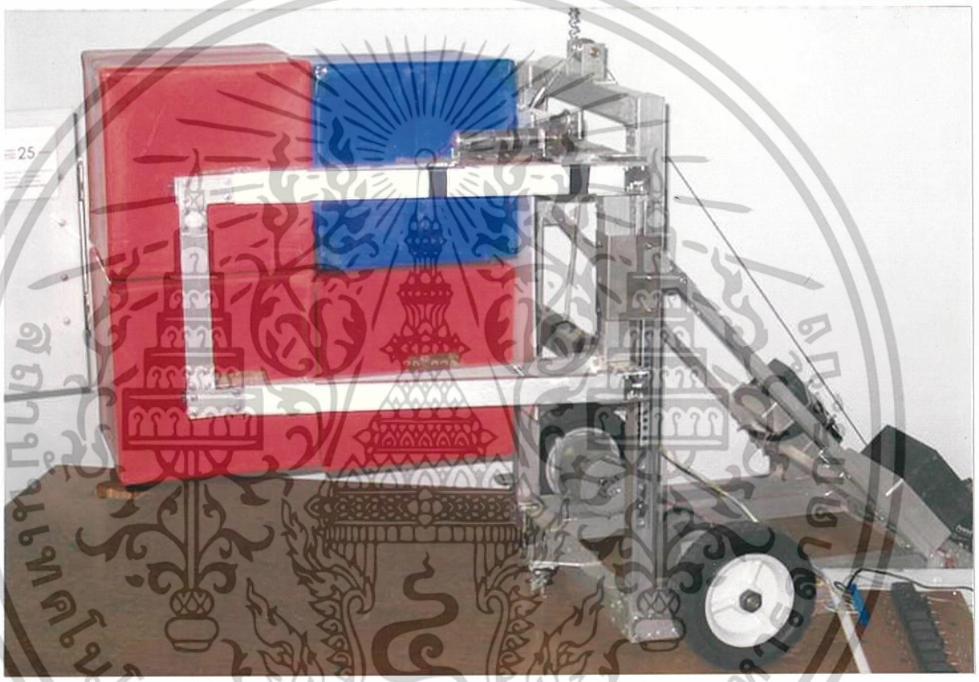
1.2) ต่อชุดสลิงค์เข้ากับแขนของหุ่นยนต์

1.3) ทำการจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ และทำการทดสอบ

1.4) ทดสอบการยก และวางขณะหนีบกล่องอยู่

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบการยกกล่องผลปรากฏว่าสามารถยกกล่องได้ดีโดยสามารถยกกล่องสูงจากพื้นได้ 15 เซนติเมตร และสามารถวางกล่องได้เมื่อต้องการ โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ทดสอบการยกกล่อง

4.3 การทดลองชุดควบคุม

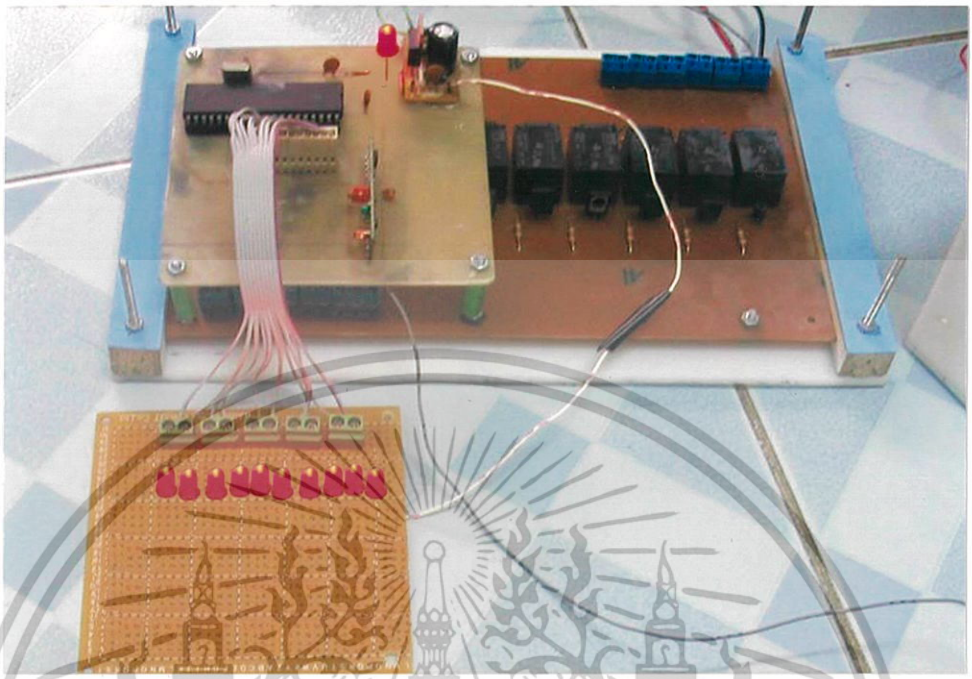
4.3.1 การทดลองภาครับ – ส่งสัญญาณ

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบวงจรชุดรับ และชุดส่ง

1.2) ต่อชุด LED แสดงผลเข้ากับชุดรับ เพื่อทำการทดสอบผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การต่อชุด LED แสดงผลเข้ากับชุดรับสัญญาณ

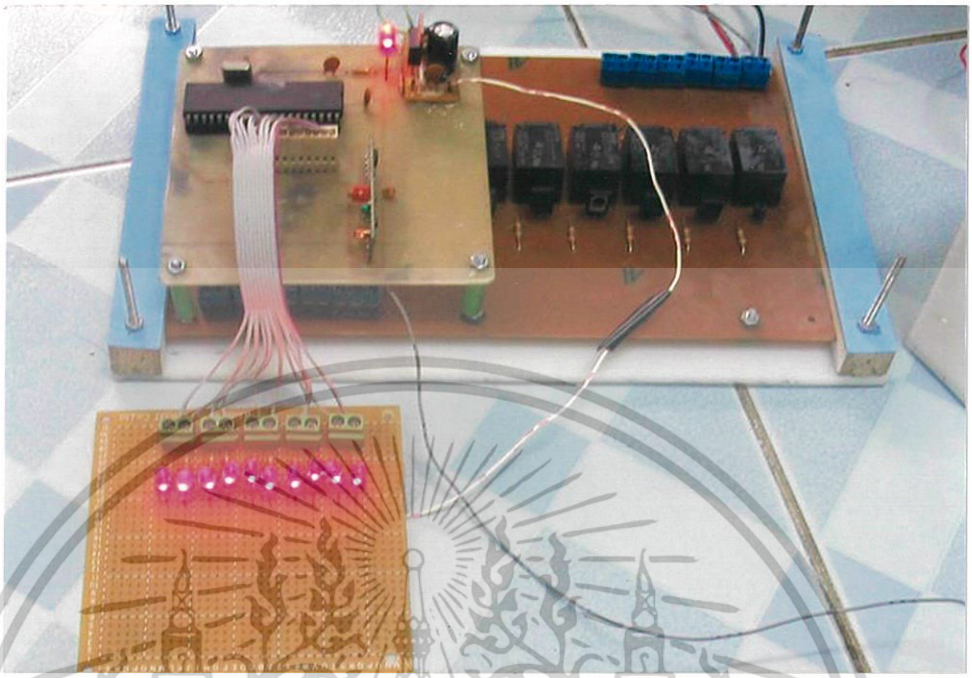
1.3) จ่ายไฟ DC 12V ให้กับชุดรับสัญญาณ และชุดส่งสัญญาณ

1.4) ทดสอบกดปุ่มควบคุมที่ภาคส่งสัญญาณแล้วสังเกตผลลัพธ์ที่ LED แสดงผล

2) ผลการทดลอง

เมื่อทดสอบกดปุ่มควบคุมที่ภาคส่งสัญญาณแล้วผลลัพธ์ที่ได้คือมีการส่งสัญญาณมาที่ภาครับสัญญาณ โดยสังเกตได้จาก ชุด LED แสดงผล สว่างขึ้นมาตามสัญญาณที่กดออกไป ดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ผลลัพธ์การส่งสัญญาณ

4.3.2 การทดลองวัดสเปกตรัมภาคส่งสัญญาณ

1) ลำดับขั้นการทดลอง

1.1) ประกอบชุดส่งสัญญาณ

1.2) ต่อสายอากาศของชุดส่งสัญญาณเข้ากับเครื่องวัดสเปกตรัม

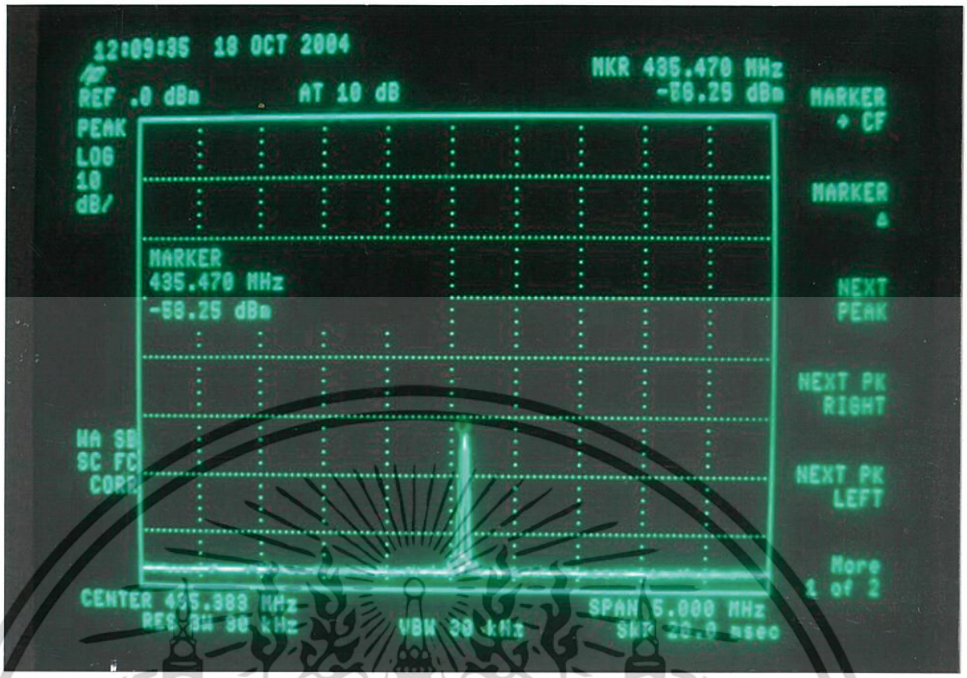
1.3) จ่ายไฟ DC 12V ให้กับชุดส่งสัญญาณ

1.4) ทำการทดสอบกดปุ่มควบคุมแล้วดูผลการทดลองที่หน้าจอเครื่องวัดสเปกตรัม

2) ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบการวัดสเปกตรัมของภาคส่งสัญญาณ ผลปรากฏว่ารูปสัญญาณความถี่ที่วัดได้คือ 435.470 เมกกะเฮิร์ต ซึ่งมีค่าต่างจากค่าของสัญญาณความถี่ที่มีการกำหนดไว้ในโมดูลภาครับสัญญาณและภาคส่งสัญญาณที่นำมาใช้งาน คือ 433.92 เมกกะเฮิร์ต ซึ่งความผิดพลาดอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ที่ใช้งาน และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 สัญญาณความถี่ของภาคส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 บทสรุป

ในการศึกษาการออกแบบ และสร้างหุ่นยนต์บังคับไร้สายบังคับด้วยมือ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างหุ่นยนต์ เก็บกล่องให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน เมื่อโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องต้นแบบ ในการสร้างหุ่นยนต์เก็บกล่องที่สามารถใช้งานได้จริง

จากการสร้างหุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ I นี้ทำให้รู้และเข้าใจถึงรายละเอียด คุณสมบัติ และหลักการทำงานของการส่งความถี่วิทยุในย่านความถี่ UHF 403.92 เมกกะเฮิร์ต มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หลักการทำงานของลูกเบี้ยว ชุดขับเคลื่อน ข้อเหวี่ยง หลักการทำงานของ PIC16F877 วงจรที่ใช้ในการควบคุม และสิ่งที่ได้จากการทำโครงงานชิ้นนี้คือ ได้พบปัญหาต่างๆในระหว่างการลงมือทำโครงงาน เมื่อพบปัญหาก็ต้องหาวิธีแก้ไขปัญหา และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การทำโครงงานชิ้นนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้คือ สามารถเก็บกล่องขนาด 20 เซนติเมตร * 20 เซนติเมตร น้ำหนัก 0.5 กิโลกรัมได้ และสามารถนำไปวางในจุดที่กำหนดได้ โดยขีดความสามารถของโครงงานชิ้นนี้คือ สามารถเก็บกล่อง 20 เซนติเมตร * 20 เซนติเมตร น้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม ได้จำนวน 4 กล่อง ในครั้งเดียว และตัวหุ่นยนต์วิ่งด้วยความเร็ว 1 เมตร / 1 วินาที

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้าง และทดสอบโครงงานปรากฏว่าได้เกิดปัญหาหลายประการซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา แขนจับกล่องไม่เหมาะสม มีขนาดความกว้างแคบเกินไปทำให้การเข้าสวมเก็บกล่องเป็นไปได้ยาก และยังเป็นการเปลืองเวลาในการเก็บกล่อง

แนวทางแก้ไข ขยายขนาดความกว้างของแขนจับกล่องให้กว้างขึ้น และเพิ่มรัศมีของชุดลูกเบี้ยวให้กว้างขึ้นเช่นกัน เพื่อให้สามารถเก็บกล่องได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดไว้

2. ปัญหา สลิงค์ตกร่อง รอกที่ทำหน้าที่ดึงสลิงค์มีขอบของตัวรอกตื้นทำให้สลิงค์เลื่อนออกมานอกตัวรอก ส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการเลื่อนชุดแขนมากขึ้น

แนวทางแก้ไข เสริมรอกให้มีขอบที่สูงขึ้นให้มากพอที่สลิงค์จะไม่ตกร่อง ซึ่งจะไม่ทำให้เสียเวลาในการเลื่อนชุดแขนมากนัก

3. ปัญหา มอเตอร์มีไม่เสถียรภาพ เนื่องจากมอเตอร์ที่จัดหานำมาทำเป็นชุดขับเคลื่อนนั้น เป็นมอเตอร์ที่มีลักษณะ ของแกนเหมือนกันทำให้เมื่อนำมาใช้งานจริงแกนมอเตอร์จะไม่ตรงกันทั้ง 2 ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงมีการดัดแปลงให้แกนตรงกันทั้ง 2 ข้าง ส่งผลให้โครงสร้างของมอเตอร์ไม่มั่นคง และเมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่ จึงไม่สมดุลเท่าที่ควร

แนวทางแก้ไข จัดหามอเตอร์ใหม่ให้มีแกนตรงกันทั้ง 2 ด้าน จะทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยความสมดุล

4. ปัญหา สวิตช์ยากต่อการบังคับ ชุดของสวิตช์ที่ใช้บังคับหุ่นยนต์ไม่มีปุ่มที่เดินหน้าหรือถอยหลังปุ่มเดียว แต่มีปุ่มกดถึง 2 ปุ่ม ทำให้เวลาต้องการเดินหน้าหรือถอยหลังต้องกดปุ่ม 2 ปุ่ม พร้อม ๆกัน ทำให้หุ่นยนต์ขับเคลื่อนไม่ตรงทิศทางที่ต้องการเท่าที่ควร

แนวทางแก้ไข เพิ่มปุ่มควบคุมการเดินหน้า และถอยหลังอย่างละ 1 ปุ่ม เพื่อเพิ่มความสะดวกในการบังคับทิศทาง

5. ปัญหา วงจรชุดรับ – ส่ง เนื่องจากขาดประสบการณ์ในการเลือกซื้อ และประกอบรวมไปถึงการออกแบบวงจร ทำให้เสียงบประมาณในการทดลองค่อนข้างสูง และสิ้นเปลืองเวลาในการทดลองทำค่อนข้างมาก

แนวทางแก้ไข ปรึกษาผู้ที่มีประสบการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติจริง

6. ปัญหา ไม่มีลิมิตสวิตช์ทำให้การควบคุมแต่ละครั้งผู้บังคับต้องคอยสังเกต ซึ่งในบางครั้งการสังเกตในระยะไกลๆ อาจเกิดความผิดพลาดขึ้น ทำให้กลไกลการทำงานบางส่วนของหุ่นยนต์เกิดความเสียหายได้

แนวทางแก้ไข ติดตั้ง ลิมิตสวิตช์ ในตำแหน่งที่เหมาะสม และทำการแก้ไขโปรแกรมให้สอดคล้องกับการทำงานของ ลิมิตสวิตช์

7. ปัญหา ล้อฟรี เนื่องจากน้ำหนักของตัวหุ่นยนต์ ค่อนข้างเบาจึงทำให้ไม่มีแรงไปกดที่ชุดขับเคลื่อน และประกอบกับพื้นสนามไม่เรียบเท่าที่ควรจึงทำให้เวลาแข่งขันเกิดอาการล้อฟรี

แนวทางแก้ไข เพิ่มน้ำหนักของหุ่นยนต์ให้มากขึ้น และหาวัสดุที่มีน้ำหนักมากๆ มาถ่วงด้านหลัง

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. สร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติ เพิ่มขึ้นจากเดิมโดยอาจนำมาช่วยในการเก็บกล่อง หรืออาจใช้ในการกีดขวางการเก็บกล่องของหุ่นยนต์คู่แข่ง จะเป็นผลทำให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขัน

2. การติดตั้ง ลิมิตสวิตช์ เพื่อใช้เป็นตัวป้องกันความเสียหายของ โครงสร้างภายนอก จะเป็นผลให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ที่บังคับหุ่นยนต์

3. พัฒนาให้เป็นหุ่นยนต์กู้ภัยหรือเสี่ยงภัย โดยนำไปใช้ในด้านการเสี่ยงภัย และอันตรายต่างๆ แทนมนุษย์ โดยเป็นการป้องกันภัยอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์. **หลักการของเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรม**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตวิไล และณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย. **ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87X**. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. 2542

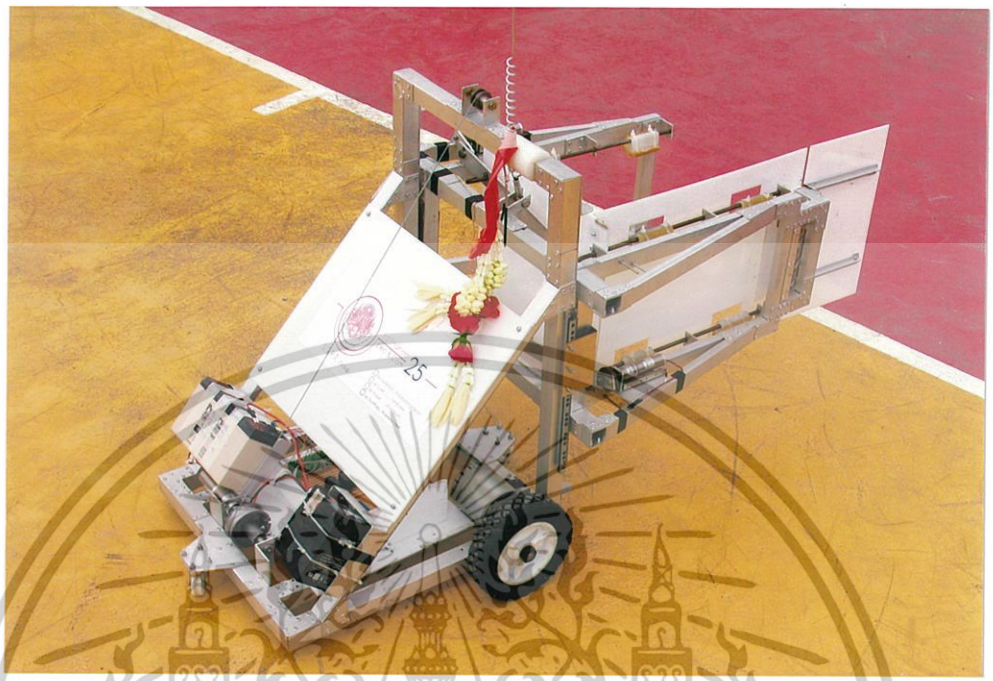
ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **ภาษาแอสแซมบลี**. กรุงเทพฯ : ส.ส.ท.. 2546

สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์ . **หลักการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม**. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2540

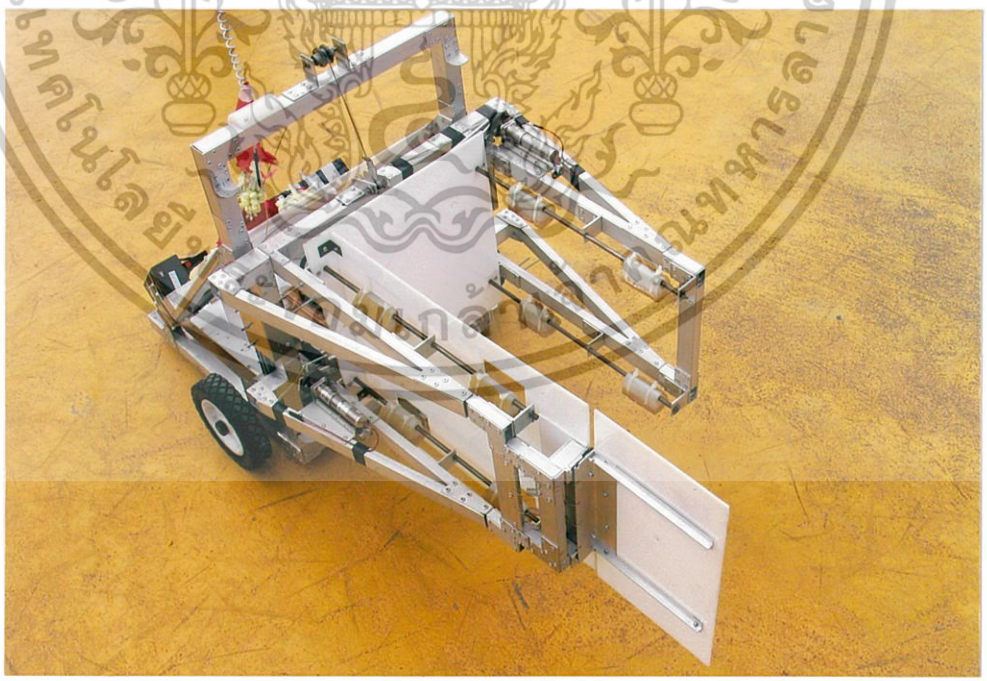
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ด้านหลังหุ่นยนต์บังคับไร้สายบังคับด้วยมือ



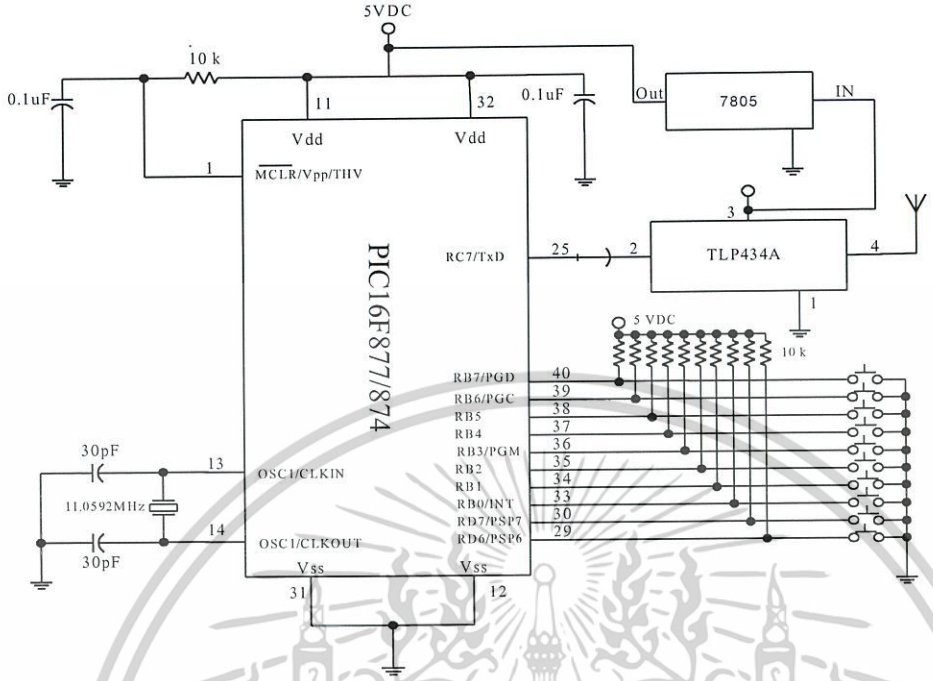
รูปที่ ก.2 ด้านหน้าหุ่นยนต์บังคับไร้สายบังคับด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

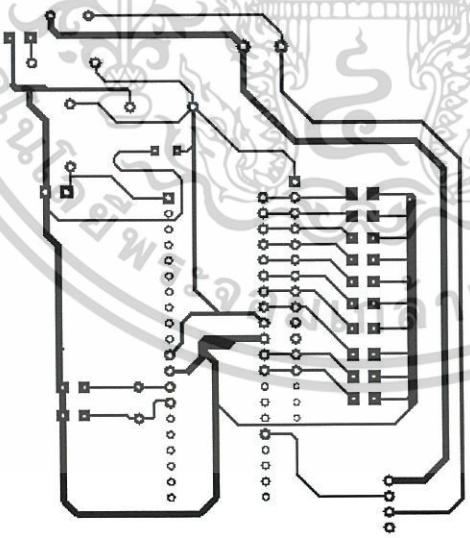
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

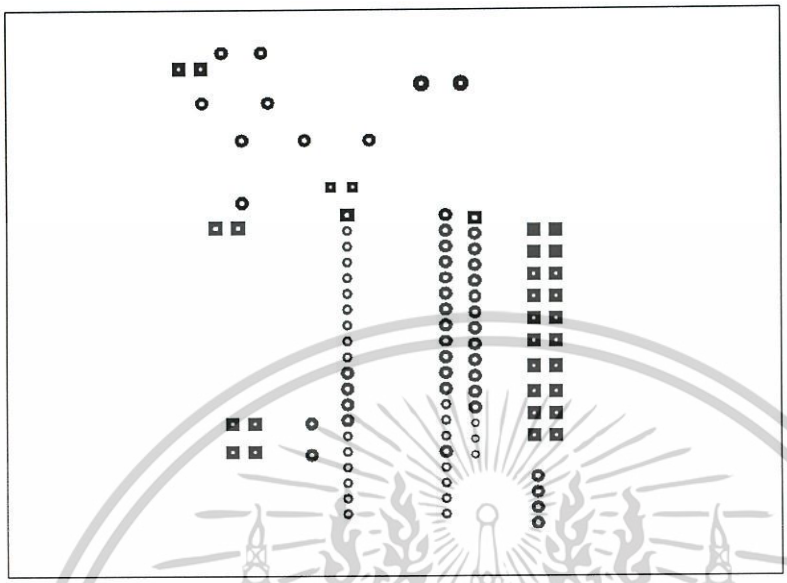


รูปที่ ข.1 วงจรภาคส่ง

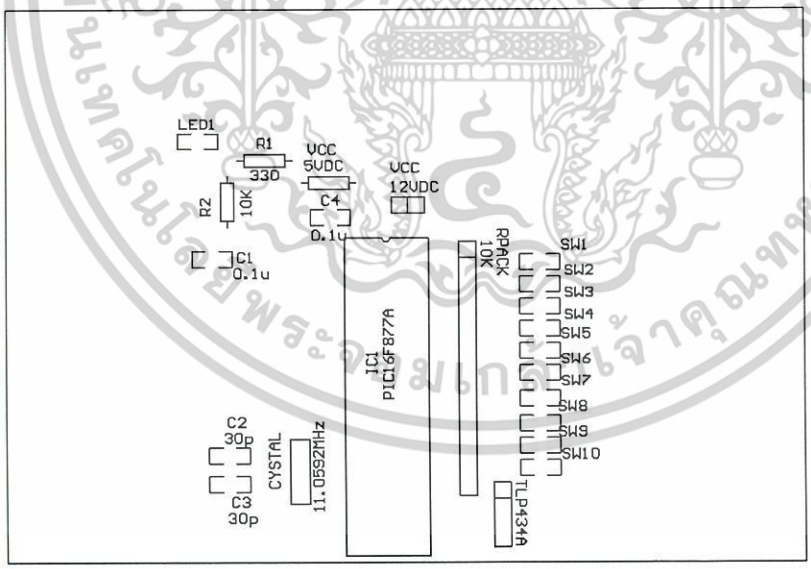


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

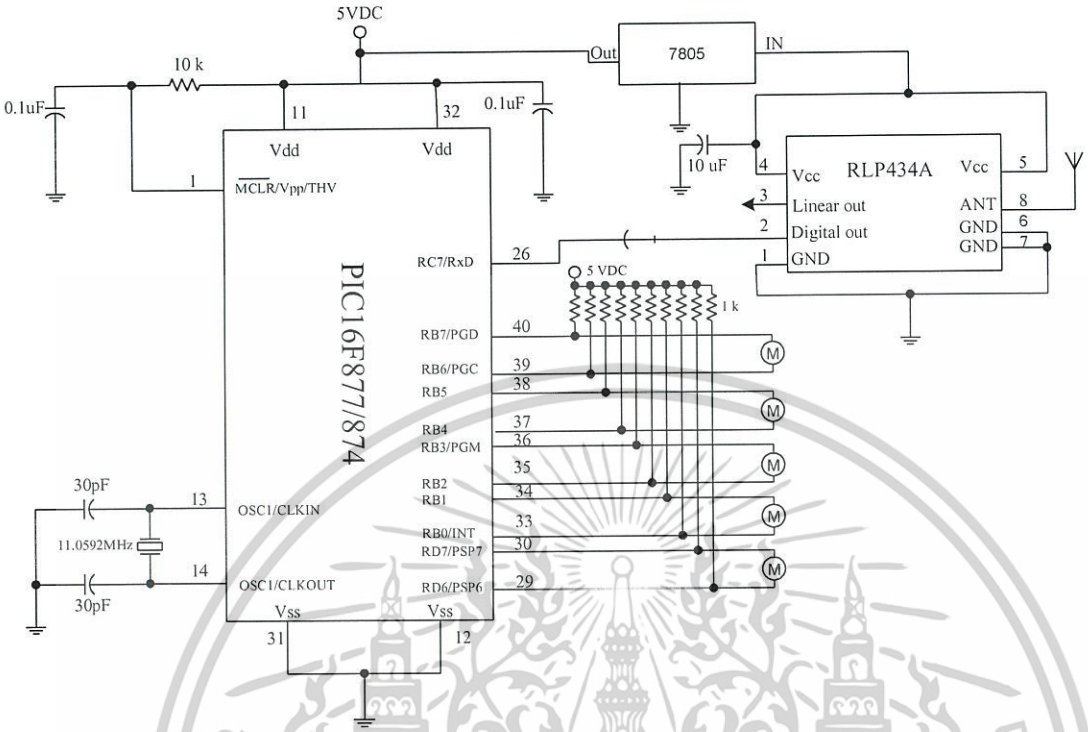


รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคส่งสัญญาณ (ด้านล่าง)

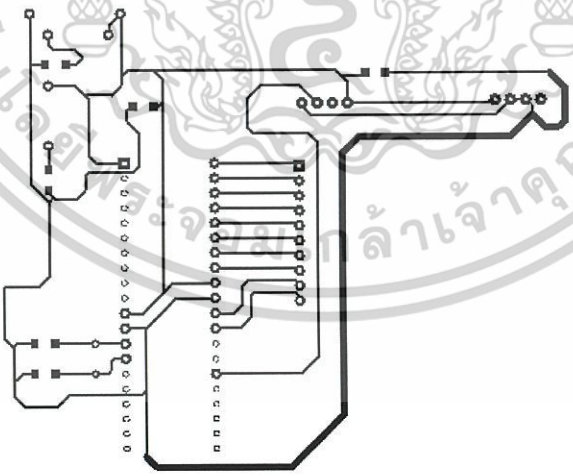


รูปที่ ข.4 ตำแหน่งอุปกรณ์วงจรภาคส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

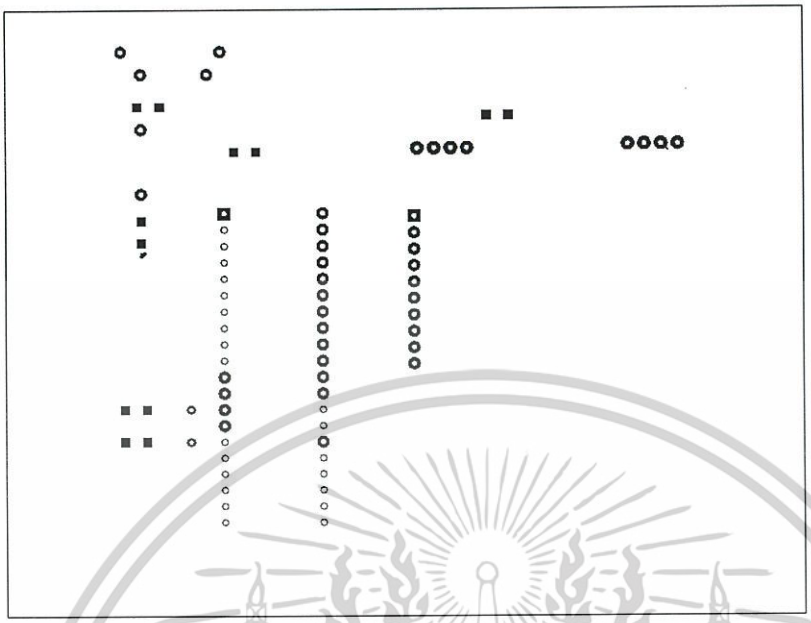


รูปที่ ข.5 วงจรภาครับ

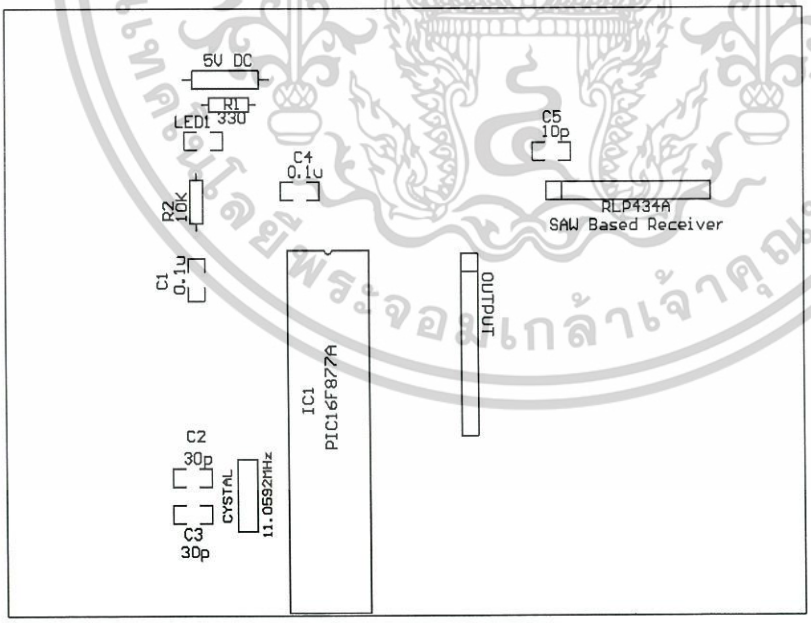


รูปที่ ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์ภาครับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

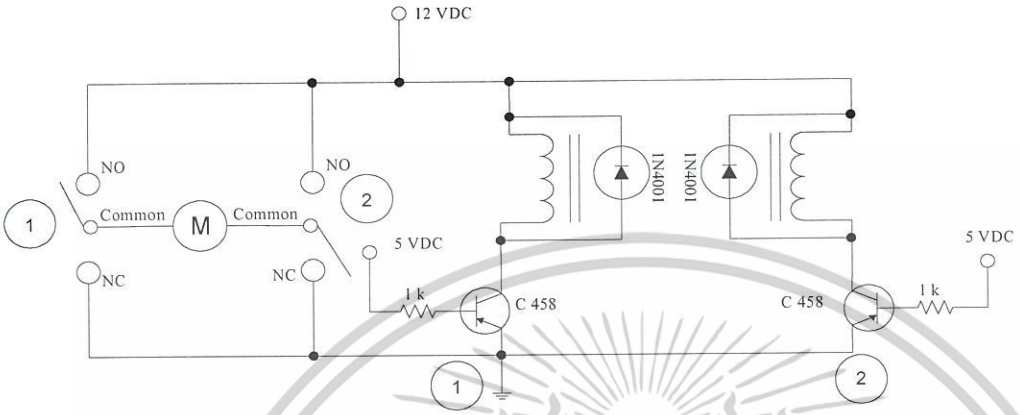


รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ภาครับสัญญาณ (ด้านล่าง)

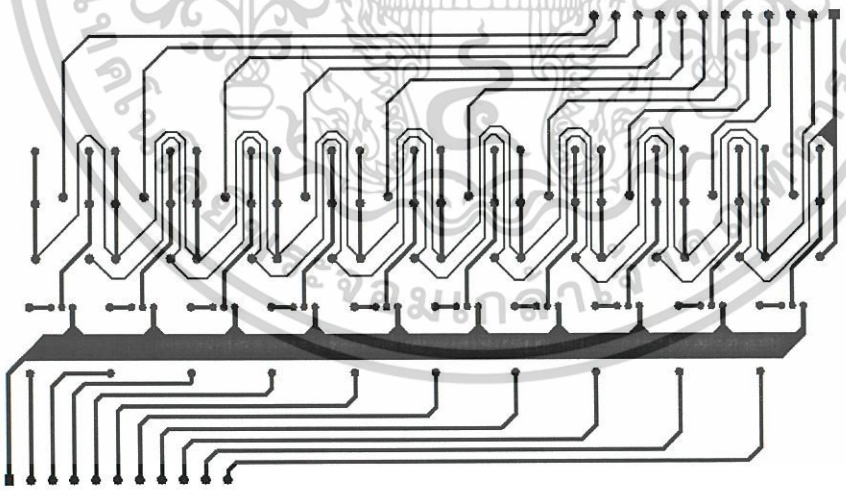


รูปที่ ข.8 ตำแหน่งอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

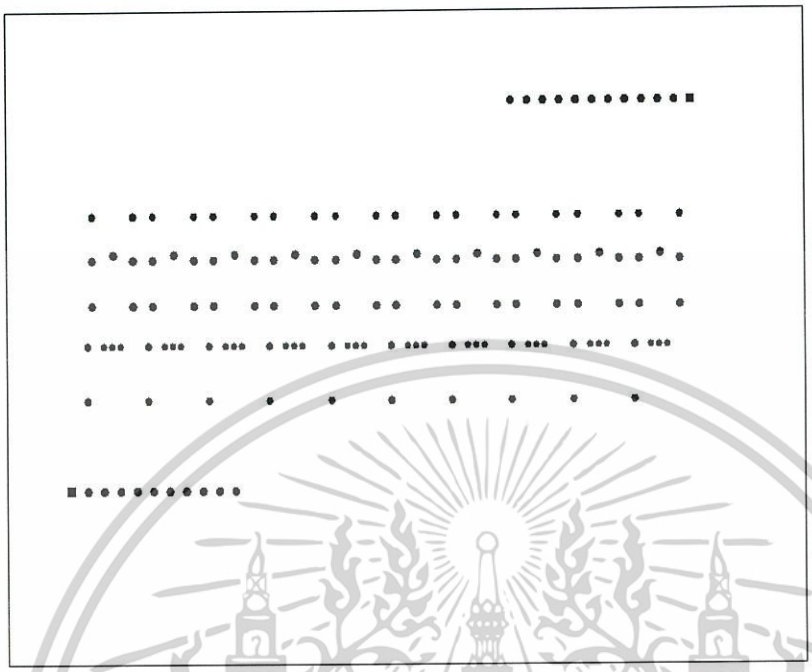


รูปที่ ข.9 วงจรขับมอเตอร์

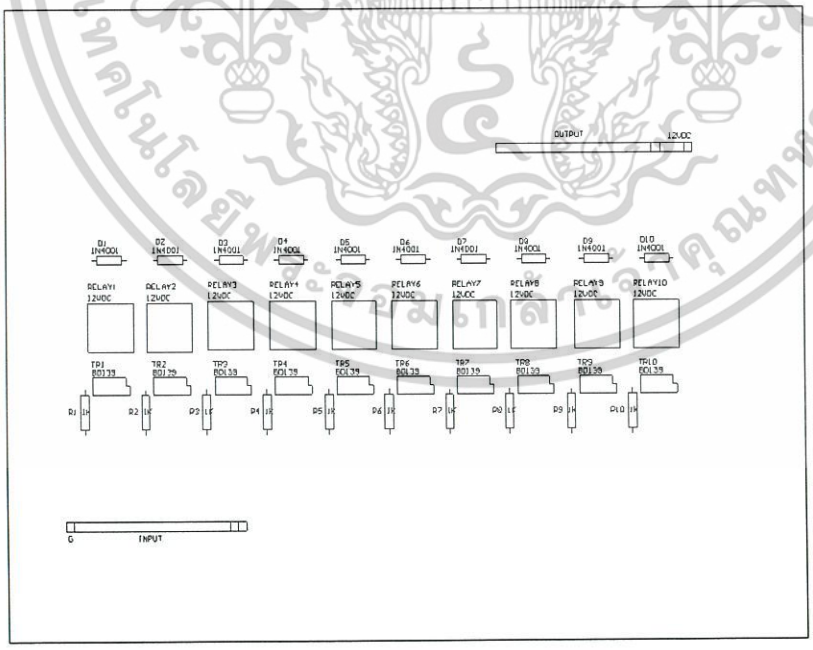


รูปที่ ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคขับมอเตอร์ (ด้านล่าง)



รูปที่ ข.12 ตำแหน่งอุปกรณ์ภาคขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคส่ง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC 1	PIC16F877	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.47 uF	1 ตัว
C2,C3	1 uF	2 ตัว
C4	0.1 uF	1 ตัว
C5	0.12 uF	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
VR 1	20 kΩ	1 ตัว
VR 2,VR 2	10 kΩ	2 ตัว
R1,R2	30 kΩ	1 ตัว
R3,R4,R5	100 kΩ	3 ตัว
R6	27 kΩ	1 ตัว
R7	6.8 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
D1 – D5	1N4001	5 ตัว
Module	TLP 434A	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ภาครับ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	PIC16F877	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 uF	1 ตัว
C2,C3	33 pF	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ภาครับ

ตัวต้านทาน		
RP 1,RP2	10 kΩ	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
คริสตอล	11.0592 MHz	1 ตัว
Module	RLP 434A	1 ตัว

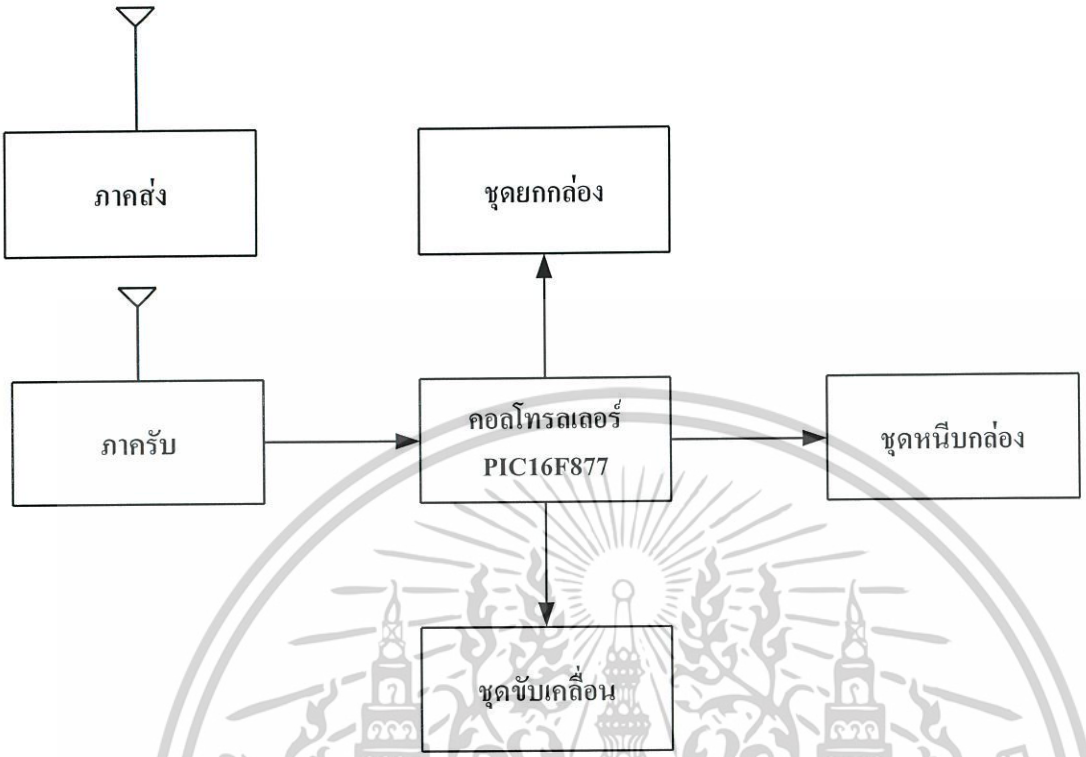
ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของภาคขับมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
Relay	1contact / 12V	10 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1 – R10	1kΩ	10 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1 – Q10	BD139	10 ตัว
D1 – D10	1N4001	10 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

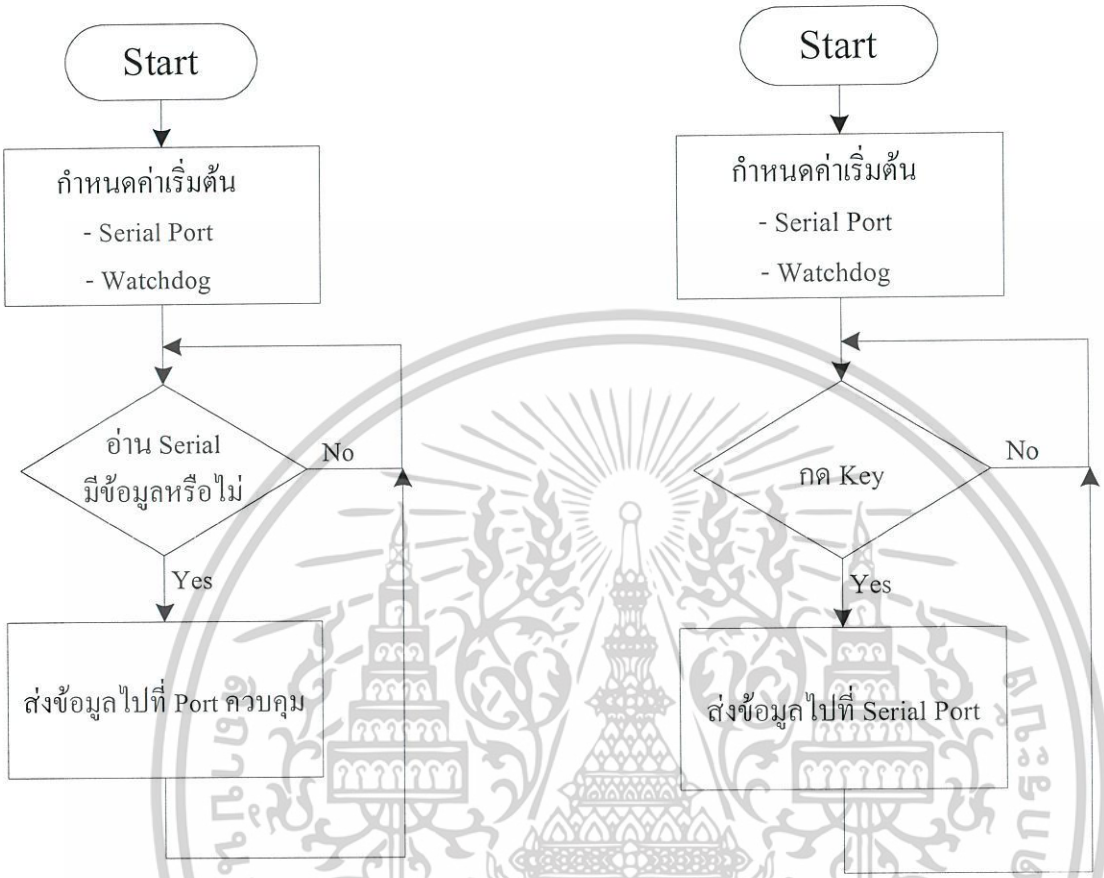
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังการทำงานของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ง.2 ผังงานโปรแกรมของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาครับ

```
#include "D:\Ptect\remote\rcv.h"
//  #include <stdio.h>
//  #include <stdlib.h>
//  #include <string.h>
  #ZERO_RAM

char  a, b, cs, csx; // general perpose
char  เซนติเมตรm;   // ID of machine
char  sbuf[32];   // buffer for serial port
char  idx;  // index for serial port
int1  srdy;    // serial ready flag

/*
   binary encode
*/
char bin_encode (byte hi, byte lo)
{
   if ((hi&0x40)==0x40)   // char detect
   {
      hi&=0x0f;
      hi+=9;
   }
   else
      hi&=0x0f;   // number detect
   hi<<=4; // shift right 4 bit
      hi&=0xf0;

   if ((lo&0x40)==0x40)   // char detect
   {
      lo&=0x0f;
      lo+=9;
   }
   else
      lo&=0x0f;   // number detect

   hi|=lo;
   return (hi);
}

/*
   command decode
*/

void com_decode (void)
{
//   char  chb[]={0x80, 0x40, 0x20, 0x10, 0x08, 0x04, 0x02, 0x01};

   srdy=0;  // reset flag
   if (sbuf[0]!=':')    // detect protocal
      return;

   cs=sbuf[0]+sbuf[1]+sbuf[2]+sbuf[3]+sbuf[4]+sbuf[5]+sbuf[6];      //
check sum
   csx=bin_encode (sbuf[7], sbuf[8]);  // turn on led function
   if (cs!=csx)
      return;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   เซนติเมตรm=bin_encode (sbuf[1], sbuf[2]);  // turn on led function
   if (เซนติเมตรm!=0x01)
      return;

   เซนติเมตรm=bin_encode (sbuf[3], sbuf[4]);  // turn on led function
   output_b (เซนติเมตรm);
   เซนติเมตรm=bin_encode (sbuf[5], sbuf[6]);  // turn on led function
   output_d (เซนติเมตรm);
}

/*
   Recieve data from serial port by interrupt
*/
#int_rda
void uart_rcv ()
{
   sbuf[idx]=getc ();   // keep data
   if (sbuf[idx]==CR || sbuf[idx]==LF)   // return detected
   {
      sbuf[idx]=0;   // fill terminate
      srdy=1;  // serial ready flag
      idx=0;   // reset index
   }
   else
   {
      if (++idx>32)   // increse index for next data
         idx=0;
   }
}

/*
   main progran
*/
void main()

{
   setup_wdt (WDT_1152MS);    // setup watch dog
   set_tris_b (0x00);   // port b = outupt
   set_tris_d (0x00);   // port d = output

   enable_interrupts(int_rda);   // enable serial recieve
   enable_interrupts(global);    // enable all interrupt

   output_b (0x00);
   output_d (0x00);
   while (1)   // main loop
   {
      restart_wdt ();

      if (srdy)  // serial port avialable
         com_decode ();
   }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาคส่ง

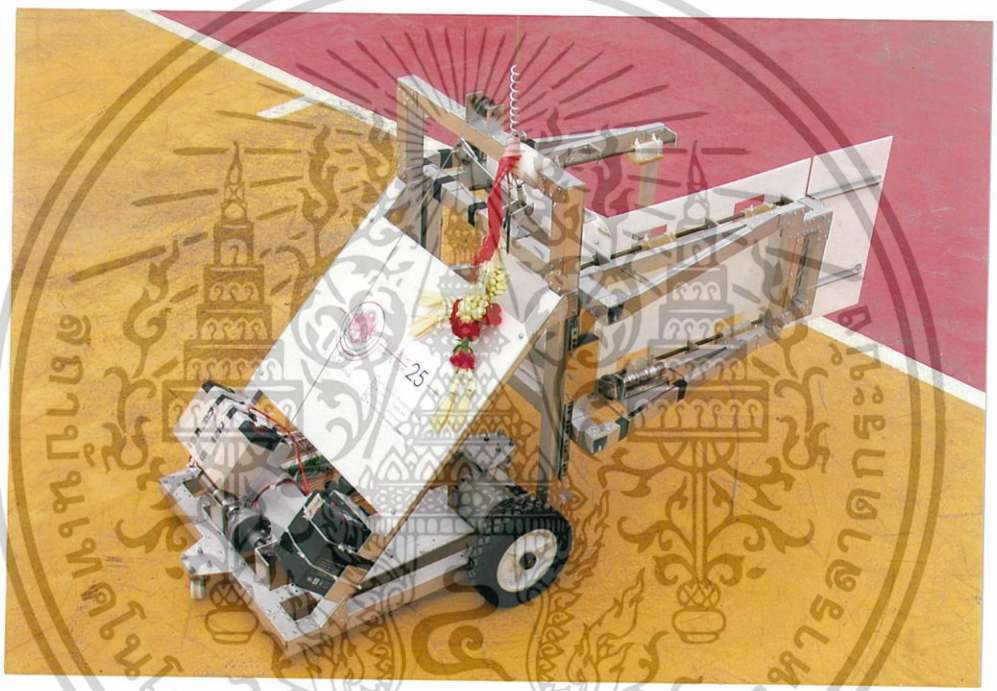
```
#include "D:\Ptect\Remote\snd.h"
   #ZERO_RAM

void main()
{
   int32 i;
   int1  kf;
   char  cs, pb, pd, pbx, pdx;
   char  buf[8];

   set_tris_b (0xff);  // pb= input
   set_tris_d (0xff);  // pd= input

   setup_wdt (WDT_1152MS);     // setup watch dog
   delay_ms (1000);

   pbx=pdx=0x55;  // set first

   while (TRUE)    // main loop
   {
      restart_wdt ();   // reset wdt

      pb=input_b ();
      pb^=0xff;
      pd=input_d ();
      pd^=0xff;

      delay_ms (1);  // delay 1 millisec
      if (++i>300)
      {
         pbx=pb;
         pdx=pd;
         sprintf (buf, ":01%02X%02X", pb, pd);
         cs=buf[0]+buf[1]+buf[2]+buf[3]+buf[4]+buf[5]+buf[6];
         printf ("\r\r:01%02X%02X%02X\r", pb, pd, cs);
         continue;
      }

      if (pb!=pbx || pd!=pdx)     // send to serial
      {
         pbx=pb;
         pdx=pd;
         sprintf (buf, ":01%02X%02X", pb, pd);
         cs=buf[0]+buf[1]+buf[2]+buf[3]+buf[4]+buf[5]+buf[6];
         printf ("\r\r:01%02X%02X%02X\r", pb, pd, cs);
      }
   }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
หุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ I



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

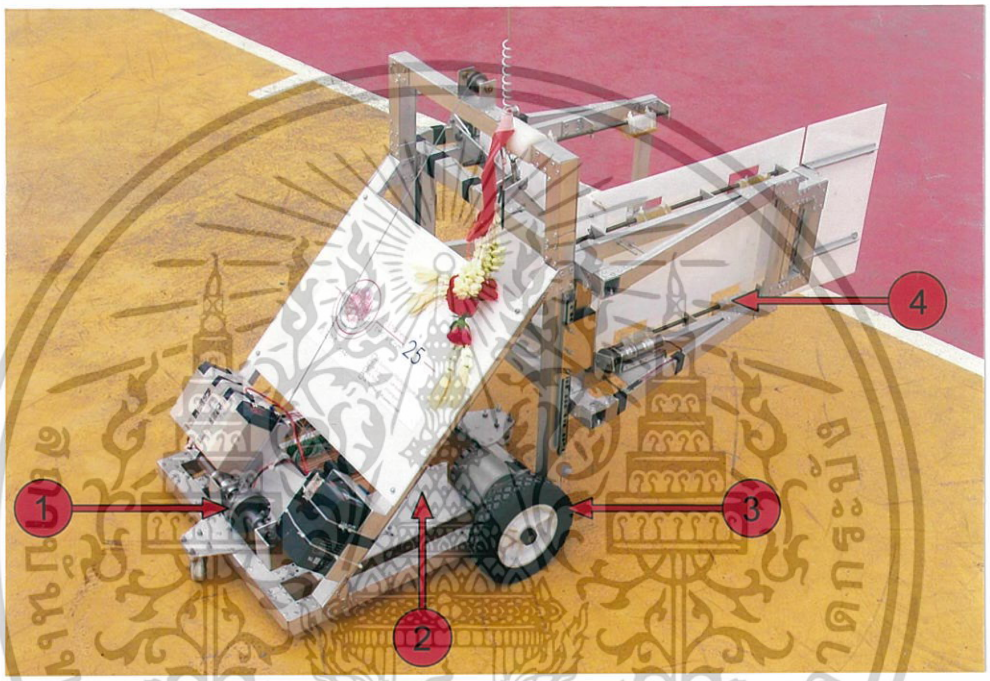
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แนะนำเบื้องต้น

ก่อนการใช้งานหุ่นยนต์เก็บกล่องควรที่จะศึกษาคู่มือการใช้งานวิธีการบังคับหุ่นยนต์พร้อมทำงานตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟที่สำหรับเลี้ยงวงจรทั้งภาคส่งสัญญาณ ภาครับสัญญาณและตรวจสอบกลไกของหุ่นยนต์เพื่อที่จะทำให้การใช้งานหุ่นยนต์จะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ส่วนประกอบ



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ไร้สายบังคับด้วยมือ

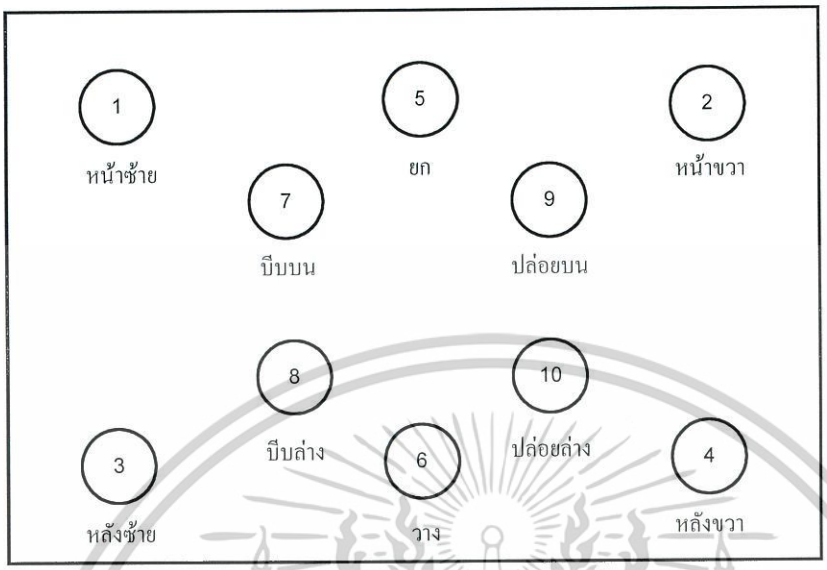
จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ชุดยกและวางกล่อง
2. ชุดควบคุม
3. ชุดขับเคลื่อน
4. ชุดหนีบและปล่อยกล่อง

3. การติดตั้งและใช้งาน

1. ทำการตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟและกลไกให้พร้อมใช้งาน
2. เปิดสวิตช์ของภาครับและภาคส่ง
3. กดปุ่มควบคุมของภาคส่งเพื่อบังคับให้หุ่นยนต์ทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 ตำแหน่งปุ่มควบคุมของภาคส่งสัญญาณ

กดปุ่มหมายเลข 1 หุ่นยนต์จะเลี้ยวขวาแบบเดินหน้า
กดปุ่มหมายเลข 2 หุ่นยนต์จะเลี้ยวซ้ายแบบเดินหน้า
กดปุ่มหมายเลข 1 และ 2 พร้อมกันหุ่นยนต์จะเดินหน้า
กดปุ่มหมายเลข 3 หุ่นยนต์จะเลี้ยวซ้ายแบบถอยหลัง
กดปุ่มหมายเลข 4 หุ่นยนต์จะเลี้ยวขวาแบบถอยหลัง
กดปุ่มหมายเลข 3 และ 4 พร้อมกันหุ่นยนต์จะถอยหลัง
กดปุ่มหมายเลข 5 กลไกชุดแขนจะเลื่อนขึ้น
กดปุ่มหมายเลข 6 กลไกชุดแขนจะเลื่อนลง
กดปุ่มหมายเลข 7 กลไกการจับชุดบนบีบ
กดปุ่มหมายเลข 8 กลไกการจับชุดล่างบีบ
กดปุ่มหมายเลข 9 กลไกการจับชุดบนปล่อย
กดปุ่มหมายเลข 10 กลไกการจับชุดล่างปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ. 3 ตำแหน่งปุ่มควบคุมของภาคส่งสัญญาณที่ใช้งานจริง

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อประสบปัญหาในการใช้งานหุ่นยนต์ควรตรวจสอบแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ จ.1 การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น

อาการ	สาเหตุ/แนวทางแก้ไข
ชุดแขนทำงาน(เลื่อนขึ้น-ลง)ช้าลง	สลิงค์ตกร่อง แก้ไขโดยจัดสลิงค์ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
หุ่นยนต์วิ่งอยู่กับที่	ล้อฟรี แก้ไขโดยตรวจสอบพื้นสนามว่ามีสิ่งกีดขวางหรือไม่ หรือทำการรีไทร์ในกรณีที่พื้นสนามไม่ได้ระดับ
หุ่นยนต์ทำงานค้างคำสั่งเดิม	ขั้วต่อ หรือหางปลาที่แบตเตอรี่หลุด แก้ไขโดยทำการติดตั้งขั้วที่แบตเตอรี่ให้เรียบร้อย
หุ่นยนต์ไม่ทำงานในทุกๆคำสั่ง	แบตเตอรี่หมด แก้ไขโดยเปลี่ยนแบตเตอรี่ที่พร้อมใช้งานแทนแบตเตอรี่เดิม หรือทำการชาร์จแบตเตอรี่ให้พร้อมสำหรับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 (ต่อ) การตรวจสอบแก้ไขปัญหาที่ประสบจากการใช้งานหุ่นยนต์เบื้องต้น

อาการ	สาเหตุ/แนวทางแก้ไข
ชุดแขนเลื่อนลงไม่ได้แต่ชุดคลายสลิงค์ยังทำงานอยู่	มีวัสดุหรือสิ่งกีดขวางค้ำยันชุดแขนอยู่ แก้ไขโดยนำวัสดุหรือสิ่งกีดขวางนั้นออกไปไม่ให้ขวางเส้นทางของชุดแขน

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา ตรวจสอบกลไกต่างๆ ตรวจสอบขนาดความจุของแรงดันแบตเตอรี่ต้องไม่น้อยกว่า 12 โวลต์

5.2 ข้อควรระวัง

1. ไม่ควรใช้งานที่ตำแหน่งที่ความเปียกชื้นเพราะจะมีผลต่อวงจรควบคุม
2. ไม่ควรใช้งานที่ตำแหน่งที่มีพื้นผิวขรุขระ
3. ไม่ควรใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดเกิน 12 โวลต์

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ จ.2 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ระบบไฟฟ้า	ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์
ขนาด	กว้าง 48 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร
การควบคุม	ย่านความถี่ UHF 433.92 MHz
น้ำหนัก	25 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดและคุณสมบัติอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F87X
Data Sheet

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F87X

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

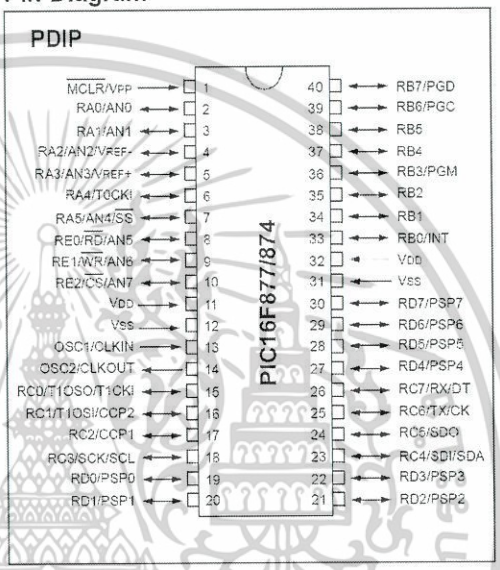
- PIC16F873
- PIC16F874
- PIC16F876
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed. DC - 20 MHz clock input
  DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
  Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
  Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature ranges
- Low-power consumption:
  - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

PDIP



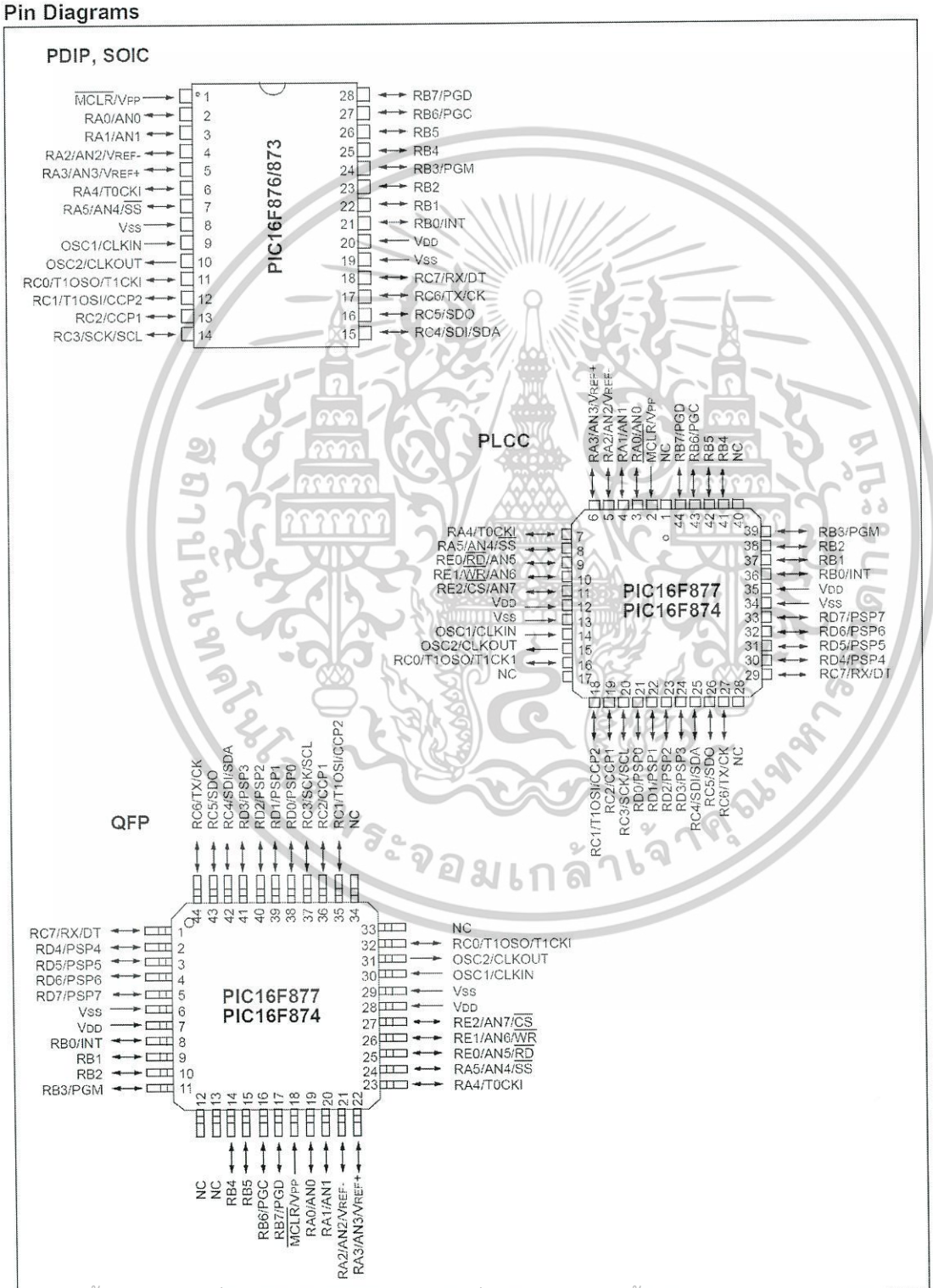
Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I^2C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external $\overline{RD}$, $\overline{WR}$ and $\overline{CS}$ controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F87X

Pin Diagrams



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F87X

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 instructions	35 instructions	35 instructions	35 instructions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.0 DEVICE OVERVIEW

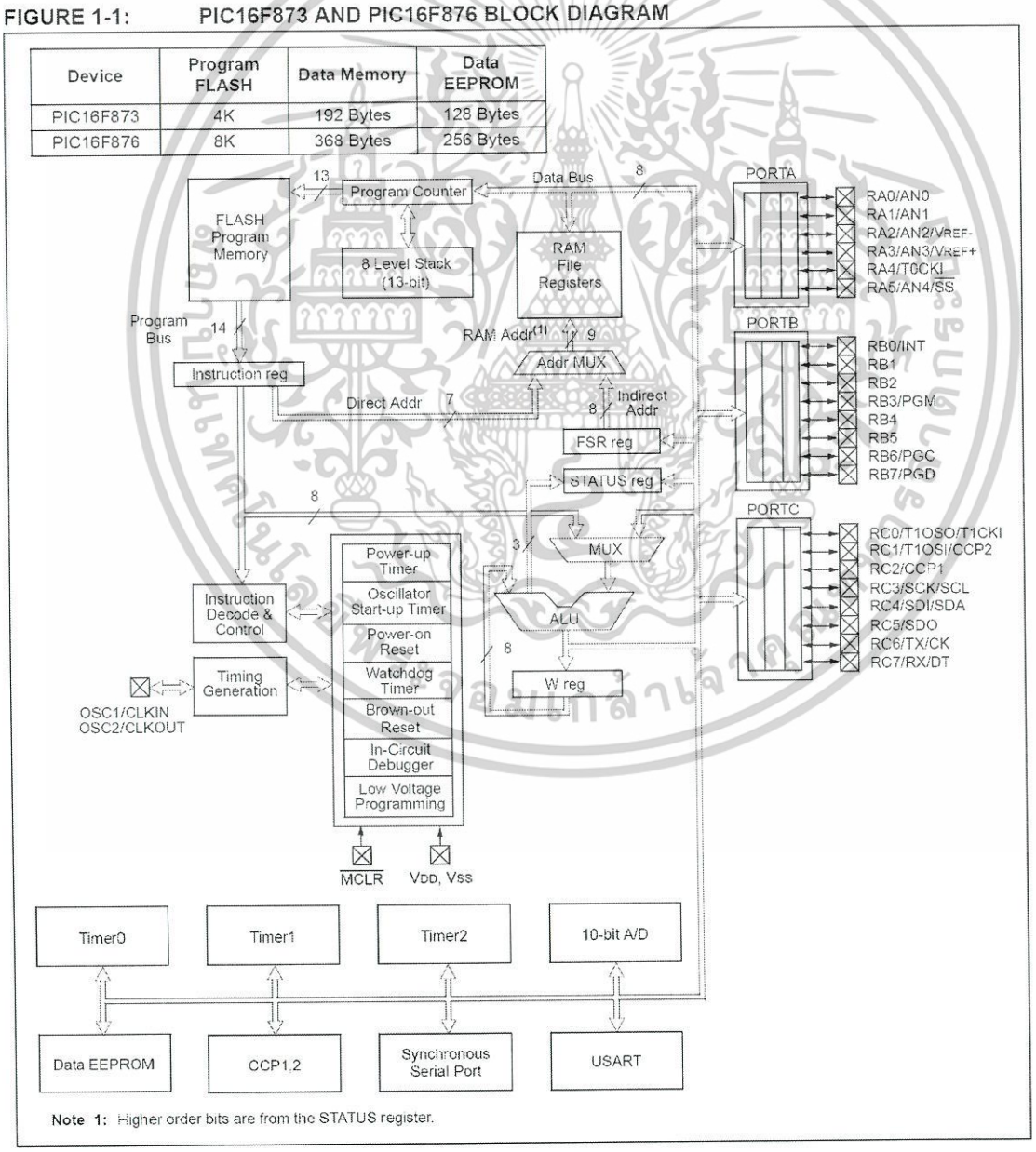
This document contains device specific information. Additional information may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip website. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet, and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

There are four devices (PIC16F873, PIC16F874, PIC16F876 and PIC16F877) covered by this data sheet. The PIC16F876/873 devices come in 28-pin packages and the PIC16F877/874 devices come in 40-pin packages. The Parallel Slave Port is not implemented on the 28-pin devices.

The following device block diagrams are sorted by pin number; 28-pin for Figure 1-1 and 40-pin for Figure 1-2. The 28-pin and 40-pin pinouts are listed in Table 1-1 and Table 1-2, respectively.

FIGURE 1-1: PIC16F873 AND PIC16F876 BLOCK DIAGRAM

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F873	4K	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F876	8K	368 Bytes	256 Bytes



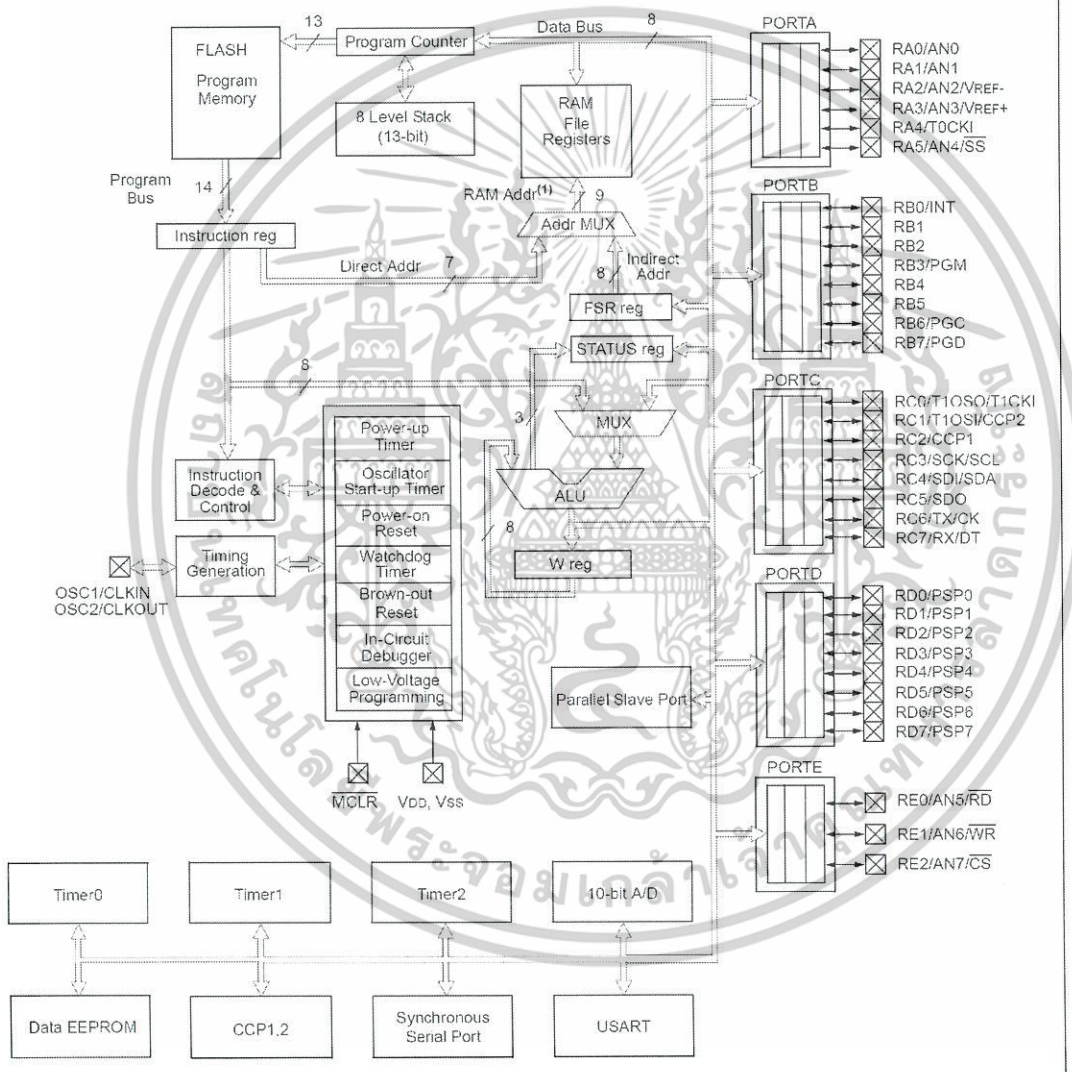
Note 1: Higher order bits are from the STATUS register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F87X

FIGURE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 BLOCK DIAGRAM

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874	4K	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877	8K	368 Bytes	256 Bytes



Note 1: Higher order bits are from the STATUS register

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-1: PIC16F873 AND PIC16F876 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	SOIC Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	9	9	I	ST/CMOS(3)	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	10	10	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, the OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
$\overline{MCLR}$/VPP	1	1	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
					PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0/AN0	2	2	I/O	TTL	RA0 can also be analog input0.
RA1/AN1	3	3	I/O	TTL	RA1 can also be analog input1.
RA2/AN2/VREF-	4	4	I/O	TTL	RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.
RA3/AN3/VREF+	5	5	I/O	TTL	RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.
RA4/T0CKI	6	6	I/O	ST	RA4 can also be the clock input to the Timer0 module. Output is open drain type.
RA5/$\overline{SS}$/AN4	7	7	I/O	TTL	RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
					PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.
RB0/INT	21	21	I/O	TTL/ST(1)	RB0 can also be the external interrupt pin.
RB1	22	22	I/O	TTL	
RB2	23	23	I/O	TTL	
RB3/PGM	24	24	I/O	TTL	RB3 can also be the low voltage programming input.
RB4	25	25	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB5	26	26	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB6/PGC	27	27	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.
RB7/PGD	28	28	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.
					PORTC is a bi-directional I/O port.
RC0/T1OSO/T1CKI	11	11	I/O	ST	RC0 can also be the Timer1 oscillator output or Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	12	12	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	13	13	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/ PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	14	14	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I^2C modes.
RC4/SDI/SDA	15	15	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I^2C mode).
RC5/SDO	16	16	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	17	17	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	18	18	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
VSS	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F87X

TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS(4)	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
$\overline{MCLR}$/VPP	1	2	18	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input. This pin is an active low RESET to the device.
						PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	RA0 can also be analog input0.
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	RA1 can also be analog input1.
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage.
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage.
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.
RA5/$\overline{SS}$/AN4	7	8	24	I/O	TTL	RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
						PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull up on all inputs.
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST(1)	RB0 can also be the external interrupt pin.
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	RB3 can also be the low voltage programming input.
RB4	37	41	14	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB5	38	42	15	I/O	TTL	Interrupt-on-change pin.
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST(2)	Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-2: PIC16F874 AND PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
						PORTC is a bi-directional I/O port.
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	I/O	ST	RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I^2C modes.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I^2C mode).
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
						PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL(3)	
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL(3)	
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL(3)	
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL(3)	
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL(3)	
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL(3)	
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL(3)	
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL(3)	
						PORTE is a bi-directional I/O port.
RE0/$\overline{RD}$/AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL(3)	RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5.
RE1/$\overline{WR}$/AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL(3)	RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6.
RE2/$\overline{CS}$/AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL(3)	RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
VSS	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1,17,28, 40	12,13, 33,34		—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).
4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.0 MEMORY ORGANIZATION

There are three memory blocks in each of the PIC16F87X MCUs. The Program Memory and Data Memory have separate buses so that concurrent access can occur and is detailed in this section. The EEPROM data memory block is detailed in Section 4.0.

Additional information on device memory may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023).

2.1 Program Memory Organization

The PIC16F87X devices have a 13-bit program counter capable of addressing an 8K x 14 program memory space. The PIC16F877/876 devices have 8K x 14 words of FLASH program memory, and the PIC16F873/874 devices have 4K x 14. Accessing a location above the physically implemented address will cause a wraparound.

The RESET vector is at 0000h and the interrupt vector is at 0004h.

FIGURE 2-1: PIC16F877/876 PROGRAM MEMORY MAP AND STACK

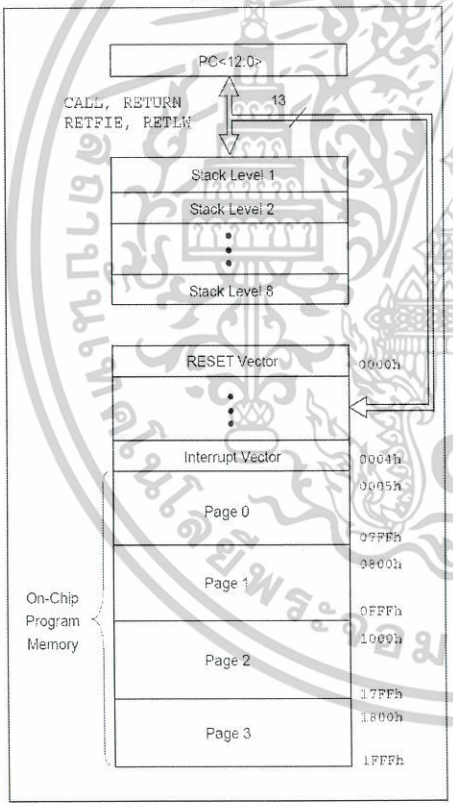
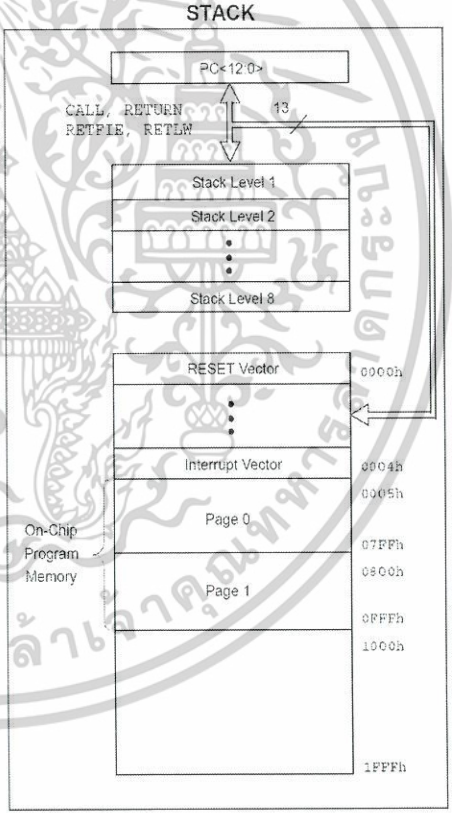


FIGURE 2-2: PIC16F874/873 PROGRAM MEMORY MAP AND STACK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Data Memory Organization

The data memory is partitioned into multiple banks which contain the General Purpose Registers and the Special Function Registers. Bits RP1 (STATUS<6>) and RP0 (STATUS<5>) are the bank select bits.

RP1:RP0	Bank
00	0
01	1
10	2
11	3

Each bank extends up to 7Fh (128 bytes). The lower locations of each bank are reserved for the Special Function Registers. Above the Special Function Registers are General Purpose Registers, implemented as static RAM. All implemented banks contain Special Function Registers. Some frequently used Special Function Registers from one bank may be mirrored in another bank for code reduction and quicker access.

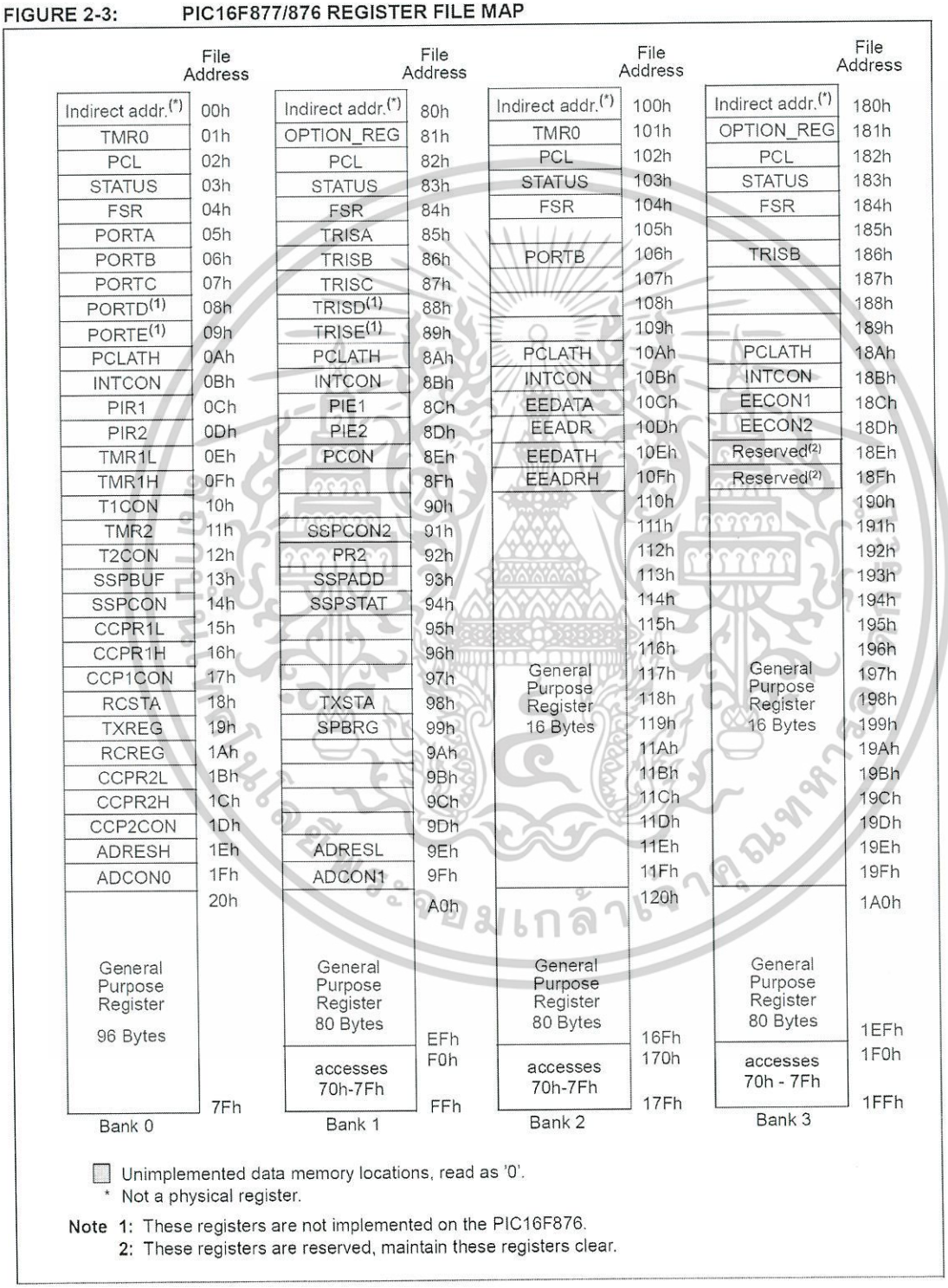
Note: EEPROM Data Memory description can be found in Section 4.0 of this data sheet.

2.2.1 GENERAL PURPOSE REGISTER FILE

The register file can be accessed either directly, or indirectly through the File Select Register (FSR).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 2-3: PIC16F877/876 REGISTER FILE MAP



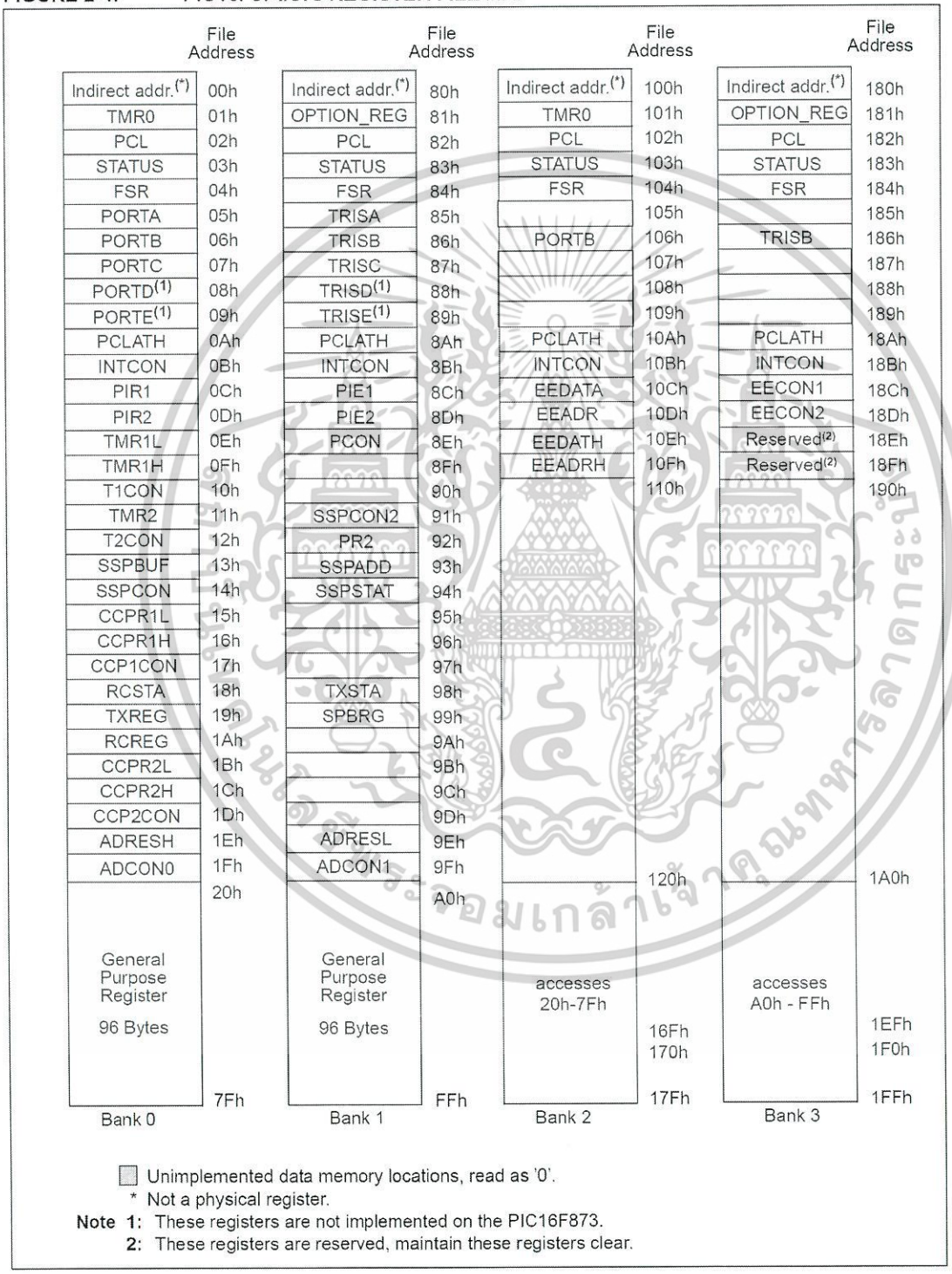
Unimplemented data memory locations, read as '0'.
* Not a physical register.

Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876.
2: These registers are reserved, maintain these registers clear.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F87X

FIGURE 2-4: PIC16F874/873 REGISTER FILE MAP



Unimplemented data memory locations, read as '0'.
* Not a physical register.

Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F873.
2: These registers are reserved, maintain these registers clear.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 SPECIAL FUNCTION REGISTERS

The Special Function Registers are registers used by the CPU and peripheral modules for controlling the desired operation of the device. These registers are implemented as static RAM. A list of these registers is given in Table 2-1.

The Special Function Registers can be classified into two sets: core (CPU) and peripheral. Those registers associated with the core functions are described in detail in this section. Those related to the operation of the peripheral features are described in detail in the peripheral features section.

TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Details on page:
Bank 0											
00h(3)	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	27
01h	TMR0	Timer0 Module Register								xxxx xxxx	47
02h(3)	PCL	Program Counter (PC) Least Significant Byte								0000 0000	26
03h(3)	STATUS	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001 1xxx	18
04h(3)	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	27
05h	PORTA	—	—	PORTA Data Latch when written: PORTA pins when read						--0x 0000	29
06h	PORTB	PORTB Data Latch when written: PORTB pins when read								xxxx xxxx	31
07h	PORTC	PORTC Data Latch when written: PORTC pins when read								xxxx xxxx	33
08h(4)	PORTD	PORTD Data Latch when written: PORTD pins when read								xxxx xxxx	35
09h(4)	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	36
0Ah(1,3)	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter					---0 0000	26
0Bh(3)	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	20
0Ch	PIR1	PSPIF(3)	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 0000	22
0Dh	PIR2	—	(5)	—	EEIF	BCLIF	—	—	CCP2IF	-r-0 0--0	24
0Eh	TMR1L	Holding register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	52
0Fh	TMR1H	Holding register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	52
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000	51
11h	TMR2	Timer2 Module Register								0000 0000	55
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	55
13h	SSPBUF	Synchronous Serial Port Receive Buffer/Transmit Register								xxxx xxxx	70, 73
14h	SSPCON	WCOL	SSPOV	SSPEN	CKP	SSPM3	SSPM2	SSPM1	SSPM0	0000 0000	67
15h	CCPR1L	Capture/Compare/PWM Register1 (LSB)								xxxx xxxx	57
16h	CCPR1H	Capture/Compare/PWM Register1 (MSB)								xxxx xxxx	57
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000	58
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x	96
19h	TXREG	USART Transmit Data Register								0000 0000	99
1Ah	RCREG	USART Receive Data Register								0000 0000	101
1Bh	CCPR2L	Capture/Compare/PWM Register2 (LSB)								xxxx xxxx	57
1Ch	CCPR2H	Capture/Compare/PWM Register2 (MSB)								xxxx xxxx	57
1Dh	CCP2CON	—	—	CCP2X	CCP2Y	CCP2M3	CCP2M2	CCP2M1	CCP2M0	--00 0000	58
1Eh	ADRESH	A/D Result Register High Byte								xxxx xxxx	116
1Fh	ADCON0	ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/$\overline{DONE}$	—	ADON	0000 00-0	111

Legend: x = unknown, u = unchanged, q = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved. Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

Note 1: The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8> whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.

2: Bits PSPIE and PSPIF are reserved on PIC16F873/876 devices; always maintain these bits clear.

3: These registers can be addressed from any bank.

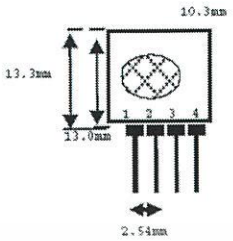
4: PORTD, PORTE, TRISD, and TRISE are not physically implemented on PIC16F873/876 devices; read as '0'.

5: PIR2<6> and PIE2<6> are reserved on these devices; always maintain these bits clear.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TLP434A Ultra Small Transmitter

Easy-Link Wireless



pin 1 : GND
pin 2 : Data In
pin 3 : Vcc
pin 4 : Antenna (RF output)

Frequency 315, 418 and 433.92 Mhz

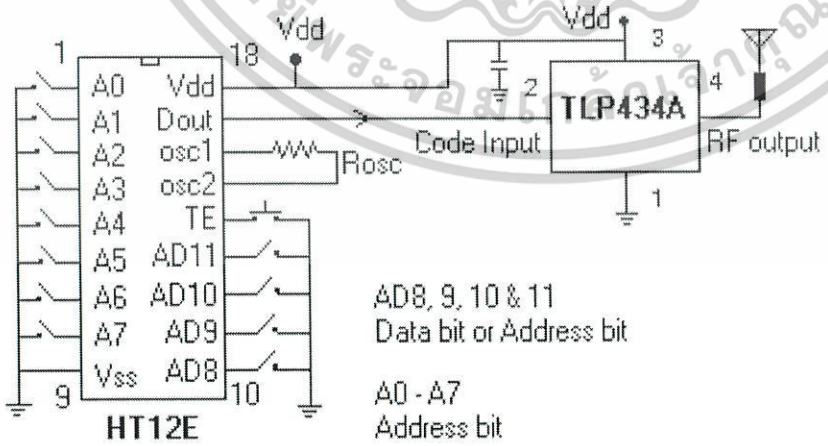
Modulation : ASK
Operation Voltage : 2 - 12 VDC

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		2.0	-	12.0	V
Icc 1	Peak Current (2V)		-	-	1.64	mA
Icc 2	Peak Current (12V)		-	-	19.4	mA
Vh	Input High Voltage	Idata= 100uA (High)	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
Vl	Input Low Voltage	Idata= 0 uA (Low)	-	-	0.3	V
FO	Absolute Frequency	315Mhz module	314.8	315	315.2	MHz
PO	RF Output Power- 50ohm	Vcc = 9V-12V	-	16	-	dBm
		Vcc = 5V-6V	-	14	-	dBm
DR	Data Rate	External Encoding	512	4.8K	200K	bps

Notes : (Case Temperature = 25°C +- 2°C , Test Load Impedance = 50 ohm)

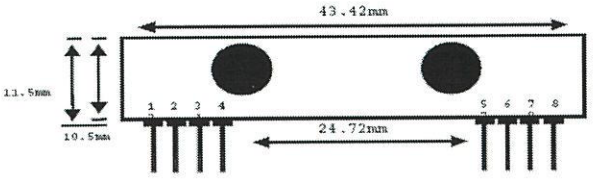
Application Circuit :

Typical Key-chain Transmitter using HT12E-18DIP, a Binary 12 bit Encoder from Holtek Semiconductor Inc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RLP434A SAW Based Receiver



pin 1 : Gnd
pin 2 : Digital Data Output
pin 3 : Linear Output /Test
pin 4 : Vcc
pin 5 : Vcc
pin 6 : Gnd
pin 7 : Gnd
pin 8 : Antenna

Frequency 315, 418 and 433.92 Mhz

Modulation : ASK
Supply Voltage : 3.3 - 6.0 VDC
Output : Digital & Linear

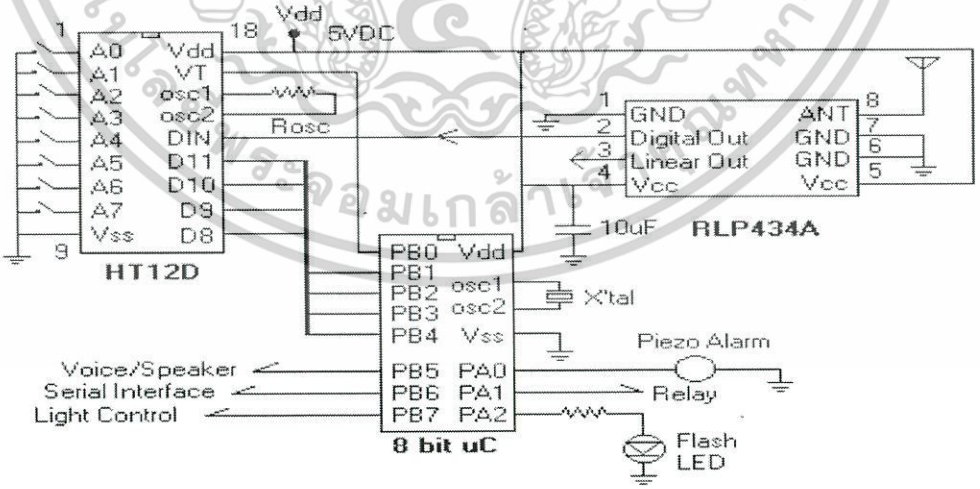
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	
Vcc	Operating supply voltage		3.3	5.0V	6.0	V
Itot	Operating Current		-	4.5		mA
Vdata	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V

Electrical Characteristics

Characteristics	SYM	Min	Typ	Max	Unit
Operation Radio Frequency	FC		315, 418 and 433.92		MHz
Sensitivity	Pref		-110		dBm
Channel Width			+-500		Khz
Noise Equivalent BW			4		Khz
Receiver Turn On Time			5		ms
Operation Temperature	Top	-20	-	80	C
Baseboard Data Rate			4.8		KHz

Application Circuit :

Typical RF Receiver using HT12D-18DIP, a Binary 12 bit Decoder with 8 bit uC HT48RXX from Holtek Semiconductor Inc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

กฎกติกาที่ใช้ในการแข่งขัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแข่งขันหุ่นยนต์ครุศาสตร์วิศวกรรม ครั้งที่ 1

THE FIRST ENGINEERING EDUCATION ROBOTCONTEST

วันที่ 3 กันยายน 2547

ณ สนามบาสเก็ตบอลคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

1. การแข่งขัน

เป้าหมายของการแข่งขันหุ่นยนต์คือ การสร้างหุ่นยนต์ควบคุมด้วยสัญญาณวิทยุจากแบบที่คิดค้นขึ้นมา เพื่อที่จะแข่งขันเก็บกล่องที่มีสี และคะแนนแตกต่างกันไปใส่ในถังเพื่อเก็บคะแนนให้ได้มากที่สุดจึงจะเป็นผู้ชนะ โดยการแข่งขันแต่ละคู่กำหนดใช้เวลา 5 นาที

2. สนามแข่งขัน

1. พื้นสนามคอนกรีตทาสีของสนามบาสเก็ตบอล พื้นที่แข่งขันขนาดกว้าง 8000 มิลลิเมตร ยาว 8000 มิลลิเมตร

2. เขตสนามใช้เทปกาวขนาด 3 นิ้ว

3. พื้นสนามประกอบด้วย เขตปล่อยตัวหุ่นยนต์ทีม A, เขตปล่อยตัวหุ่นยนต์ทีม B, ถังเก็บกล่องสีแดงและสีน้ำเงิน และเขตวางกล่องสีต่างๆ

4. เขตปล่อยตัวหุ่นยนต์ทีม A และ B

ก. พื้นที่สี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 1000 มิลลิเมตร ยาว 1000 มิลลิเมตร อยู่บริเวณกึ่งกลางชิดขอบนอกสนามแต่ละด้าน โดยแบ่งเป็นด้านหนึ่งสำหรับทีม A พื้นปูด้วยกระดาษสีเหลืองและอีกด้านหนึ่งสำหรับทีม B มีพื้นปูด้วยกระดาษสีเขียว

ข. ขอบเขตทั้งสี่ด้านใช้เทปกาวขนาด 3 นิ้ว

ค. มีกล่องสีแดง 9 กล่อง, สีน้ำเงิน 9 กล่อง และสีขาว 1 กล่อง วางตามจุดต่างๆ ทั่วบริเวณสนาม

ง. รายละเอียดต่างๆ ของตำแหน่งและรูปร่าง ส่วนประกอบต่างๆ ดูได้จากแบบสนาม

5. ถังเก็บกล่องสีแดงและสีน้ำเงิน

ก. พื้นที่สี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 1000 มิลลิเมตร ยาว 1000 มิลลิเมตร อยู่บริเวณกึ่งกลางชิดขอบนอกสนามแต่ละด้าน โดยแบ่งถังเก็บกล่องแต่ละด้านออกเป็น 2 ส่วน คือ ถังสำหรับทีม A และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับทีม B แต่ละถังมีขนาดกว้าง 500 มิลลิเมตร ยาว 1000 มิลลิเมตร ถังสำหรับกล่องสีแดงมีพื้นปูด้วยกระดาษสีแดงและถังสำหรับกล่องสีน้ำเงินมีพื้นปูด้วยกระดาษสีน้ำเงิน

ข. ขอบถังทุกด้านกั้นด้วยรั้วสูง 100 มิลลิเมตร และหนา 10 มิลลิเมตร

ค. ถังเก็บกล่องของแต่ละทีมจะอยู่ด้านฝั่งตรงข้ามกับเขตปล่อยตัวหุ่นยนต์ของแต่ละทีม

3. สมาชิกในทีม

1 แต่ละทีมประกอบด้วยนักศึกษาไม่เกิน 15 คน

2 ผู้เข้าแข่งขัน 1 ทีม ประกอบด้วยนักศึกษา 4 คน

ก. ผู้บังคับหุ่นยนต์จำนวน 1 คน

ข. ผู้ช่วยบังคับหุ่นยนต์จำนวน 1 คน

ค. ผู้ช่วยเคลื่อนย้ายหุ่นยนต์ตอนเริ่มต้นและเมื่อเกิดปัญหา จำนวน 2 คน

4. หุ่นยนต์

แต่ละทีมสามารถสร้างหุ่นยนต์บังคับด้วยมือและหุ่นยนต์อัตโนมัติ (ถ้ามี) ทั้งสองแบบโดยไม่จำกัดจำนวน แต่ชุดควบคุมหุ่นยนต์ด้วยมือต้องมีชุดเดียวสำหรับผู้บังคับหุ่นยนต์เพียง 1 คน เท่านั้น

1. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือ

ก. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือจะต้องควบคุมโดยใช้คลื่นวิทยุในการควบคุม ไม่อนุญาตให้ใช้สายเคเบิ้ลต่อเข้ากับหุ่นยนต์โดยตรงและผู้ควบคุมต้องไม่นั่งขับขี่บนหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ

ข. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือหรือผู้ควบคุมหุ่นยนต์ ไม่สามารถไปสัมผัสพื้นหรือยื่นล้ำเข้าไปในถังเก็บกล่องของทีมคู่แข่ง

ค. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือไม่สามารถออกนอกเขตสนามได้ อาจยื่นล้ำบางส่วนออกนอกเขตสนามได้แต่ต้องมีส่วนของหุ่นยนต์ยังอยู่ในเขตสนาม

ง. หุ่นยนต์ทุกประเภทของแต่ละทีมสามารถสัมผัสกันได้ ในกรณีที่หุ่นยนต์ของฝ่ายตรงข้ามกีดขวางจนไม่สามารถทำคะแนนได้ ทั้งนี้ต้องไม่รุนแรงจนเกินสมควรหรือหุ่นยนต์ของอีกทีมได้รับความเสียหาย

จ. ผู้เข้าแข่งขันหุ่นยนต์ไม่สามารถสัมผัสหุ่นยนต์บังคับด้วยมือ หลังจากที่เริ่มการแข่งขันแล้ว

ฉ. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือที่เข้าแข่งขันแต่ละทีมสามารถ Retry ได้ 3 ครั้ง โดยนำกลับมาตั้งที่จุดสตาร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หุ่นยนต์อัตโนมัติ

ก. หุ่นยนต์อัตโนมัติต้องทำงานอย่างอัตโนมัติด้วยตัวของหุ่นยนต์เองหลังจากสตาร์ทแล้ว

ข. หุ่นยนต์ที่แยกตัวออกมาจากหุ่นยนต์อัตโนมัติถือเป็นหุ่นยนต์อัตโนมัติ

ค. หุ่นยนต์อัตโนมัติไม่สามารถไปสัมผัสพื้นหรือยื่นล้ำเข้าไปในถังเก็บกล่องของทีมคู่แข่ง

ง. ไม่จำกัดเวลาของการสตาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติ สามารถสาร์ทหุ่นยนต์อัตโนมัติแต่ละตัวเมื่อใดก็ได้

จ. ผู้เข้าแข่งขันไม่สามารถสัมผัสหุ่นยนต์อัตโนมัติหลังจากสตาร์ทแล้ว

ฉ. หุ่นยนต์อัตโนมัติที่เข้าแข่งขันแต่ละทีมสามารถ Retry ได้ 3 ครั้ง โดยนำกลับมาตั้งที่จุดสตาร์ท

3. วิธีการควบคุมหุ่นยนต์

ก. อนุญาตให้มีผู้ควบคุมหุ่นยนต์บังคับด้วยมือทีมละ 1 คนเท่านั้น

ข. หุ่นยนต์อัตโนมัติแต่ละทีมต้องสตาร์ท โดยการกระทำเพียงครั้งเดียว

ค. จะเปลี่ยนผู้ควบคุมหุ่นยนต์เป็นผู้ช่วยควบคุมเมื่อผู้ควบคุมที่กำลังปฏิบัติหน้าที่อยู่ยกมือขอเปลี่ยนตัวและคณะกรรมการอนุญาตให้เปลี่ยนตัวได้

4. แหล่งพลังงาน

ก. แต่ละทีมต้องจัดหาและเตรียมแหล่งพลังงานสำหรับหุ่นยนต์ทุกตัวให้พอเพียงระหว่างการแข่งขัน

ข. แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับหุ่นยนต์แต่ละตัวจำกัดสูงสุดไม่เกิน 24 โวลต์

ค. แหล่งพลังงานที่กรรมการพิจารณาเห็นว่าไม่เหมาะสมอาจเป็นอันตรายจะไม่อนุญาตให้ใช้แข่งขัน

5. น้ำหนักหุ่นยนต์

ก. น้ำหนักโดยรวมของหุ่นยนต์ทั้งหมด แต่ละทีมไม่ได้กำหนด แต่ต้องไม่ทำให้พื้นสนามคอนกรีตเสียหายจากน้ำหนักของหุ่นยนต์

ข. น้ำหนักโดยรวมของหุ่นยนต์ทั้งหมด แต่ละทีมจะรวมน้ำหนักของแหล่งพลังงาน แผงควบคุมและส่วนประกอบอื่นๆ ของหุ่นยนต์

3.6 ขนาดหุ่นยนต์

ก. ขนาดรวมของหุ่นยนต์ทุกตัว วาง ณ จุดสตาร์ทก่อนการแข่งขัน ต้องมีขนาดไม่เกินที่ความกว้าง 1000 มิลลิเมตร ยาว 1000 มิลลิเมตร และสูง 1500 มิลลิเมตร

ข. เมื่อเริ่มการแข่งขันแล้วหุ่นยนต์สามารถแยกตัว เปลี่ยนแปลงขนาด รูปร่าง ได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วัสดุ (ชิ้นส่วนกล่องสีต่างๆ)

1. เป็นกล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาดกว้าง 200 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตร สูง 200 มิลลิเมตร และหนัก 0.5 กิโลกรัม ทำจาก EPS (Expandable Polystyrene)

2. แบ่งเป็นกล่องสีแดงจำนวน 9 กล่อง สีน้ำเงินจำนวน 9 กล่องและสีขาวจำนวน 1 กล่อง

6. การแข่งขัน

1. เกมส์การแข่งขัน

ก. เป็นการแข่งขันแบบพบกันหมด ทีมที่มีคะแนนมากที่สุด 2 ทีมจะต้องแข่งขันเพื่อชิงชนะเลิศ

ข. การแข่งขันจะใช้เวลาทั้งหมด 5 นาที สำหรับ 1 คู่ของการแข่งขัน อย่างไรก็ตาม เกมส์จะจบลงทันที หากมีทีมใดสามารถทำคะแนนได้ไม่ต่ำกว่า 10 คะแนน และนำกล่องสีขาวไปวางในเขตปล่อยตัวของฝ่ายตรงข้ามได้สำเร็จ

ค. การเซ็ตหุ่นยนต์เพื่อเตรียมพร้อมก่อนเริ่มแข่งขัน แต่ละทีมใช้เวลา 2 นาที หลังได้รับสัญญาณจากกรรมการตัดสิน

2. คะแนนที่ได้จากการแข่งขัน คิดจากชิ้นส่วนกล่องสีแดงและสีน้ำเงินที่นำไปวางในถังเก็บคะแนน และกล่องสีขาวที่นำไปวางในเขตปล่อยตัวของฝ่ายตรงข้ามได้สำเร็จ

ก. กล่องสีน้ำเงินกล่องละ 1 คะแนน

ข. กล่องสีแดงกล่องละ 2 คะแนน

ค. กล่องสีขาวทั้ง 6 ด้านจะมีคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 6 คะแนน โดยนับคะแนนที่อยู่ด้านบนเมื่อนำมาวางเท่านั้น

3. การตัดสินผู้ชนะ จะตัดสินตามเงื่อนไขดังนี้

ก. ทีมที่ทำคะแนนได้มากกว่า

ข. กรณีที่คะแนนเท่ากันให้ทีมที่วางกล่องขาวได้เป็นผู้ชนะ

ค. กรณีที่คะแนนเท่ากันแต่ไม่มีทีมใดวางกล่องขาวได้ ต้องแข่งขันใหม่

ง. กรณีที่ไม่สามารถหาผู้ชนะจากเงื่อนไขที่กล่าวมาได้ คณะกรรมการตัดสินจะเป็นผู้ชี้ขาดหาผู้ชนะ

7. การทำผิดกติกาและการหักคะแนน

การกระทำต่อไปนี้ถือว่าเป็นการทำผิดกติกา และจะถูกหัก 1 คะแนน

1. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือหรือผู้ควบคุมหุ่นยนต์ ไปสัมผัสพื้นหรือยื่นล้ำเข้าไปในถังเก็บกล่องของทีมคู่แข่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือออกนอกเขตสนาม (หุ่นยนต์อยู่นอกเขตสนามทุกส่วน)

3. หุ่นยนต์ทุกประเภทของแต่ละทีมสัมผัสกันรุนแรงจนเกินสมควร หรือหุ่นยนต์ของอีกทีมได้รับความเสียหาย

4. ผู้เข้าแข่งขันหุ่นยนต์สัมผัสหุ่นยนต์ใดๆ หลังจากที่เริ่มการแข่งขันแล้ว

5. หุ่นยนต์ใดๆ ถือกล่องสีขาวไว้แล้วไม่นำไปวางในเขตทำคะแนนภายในเวลา 15 วินาที และจะถูกตัดคะแนนทุกๆ 3 วินาที

6. หุ่นยนต์บังคับด้วยมือหยิบกล่องสีขาวหลังจากวางกล่องสีขาวก่อน 10 วินาที

7. การนำกล่องขาวไปวางในเขตปล่อยตัวของทีมคู่แข่งในขณะที่คะแนนยังไม่ถึงตามที่กำหนดใน การแข่งขันข้อ 5.1 ข.

8. การหมดคุณสมบัติในฐานะผู้เข้าร่วมแข่งขัน

การกระทำต่อไปนี้จะถือว่าเป็นการผิดกติกา และทีมนั้นมีสิทธิจะถูกตัดสินให้แพ้ทันที

1. การพยายามทำให้เกิดความเสียหายกับสนามแข่งขันและอุปกรณ์ต่างๆ (เช่นกล่อง) หรือหุ่นยนต์ของฝ่ายตรงข้าม

2. การกระทำใดๆ ที่ไม่เป็นไปตามกฎกติกา และขาดน้ำใจนักกีฬา

9. ความปลอดภัย

1. ผู้ประดิษฐ์ต้องประดิษฐ์หุ่นยนต์ที่มีความปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อผู้แข่งขัน กรรมการและผู้ชม

2. กรณีใช้แสงเลเซอร์ ต้องติดตั้งในทิศทางที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้แข่งขัน กรรมการและผู้ชม

10. อื่นๆ

1. การกระทำใดๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ในกติกา ให้คณะกรรมการมีอำนาจในการตัดสินใจครั้งสุดท้าย

2. ในกรณีที่มีการโต้แย้งเกิดขึ้น การตัดสินของคณะกรรมการถือว่าเป็นที่สิ้นสุด

3. คณะกรรมการแข่งขัน จะเป็นผู้แจ้งการแก้ไขกฎกติกาใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ภายหลัง

3. หุ่นยนต์ที่สร้างต้องหลีกเลี่ยงการทำให้สนามแข่งขันและชิ้นส่วนอุปกรณ์เสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

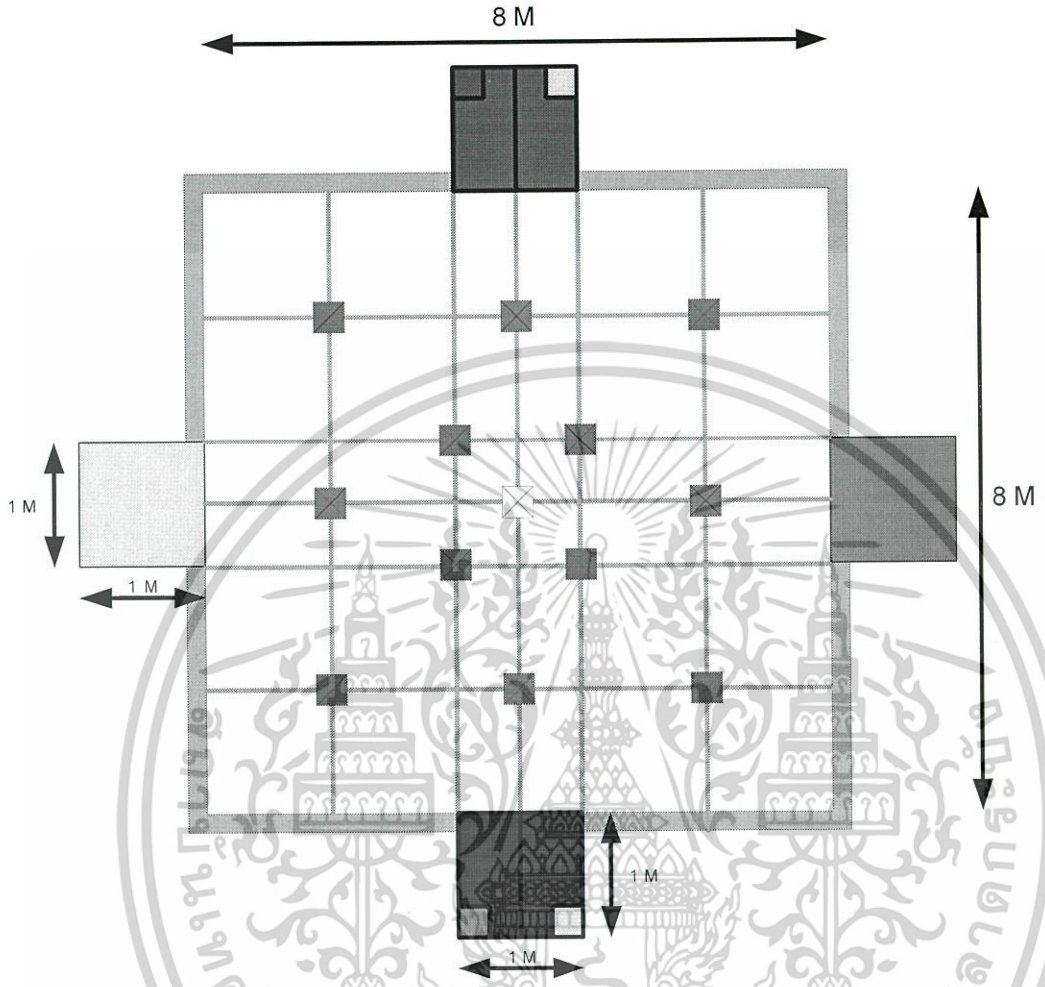
11. รางวัลการแข่งขัน

1. รางวัลชนะเลิศ
2. รางวัลรองชนะเลิศอันดับหนึ่ง
3. รางวัลรองชนะเลิศอันดับสอง
4. รางวัลรองชนะเลิศอันดับสาม

หมายเหตุ

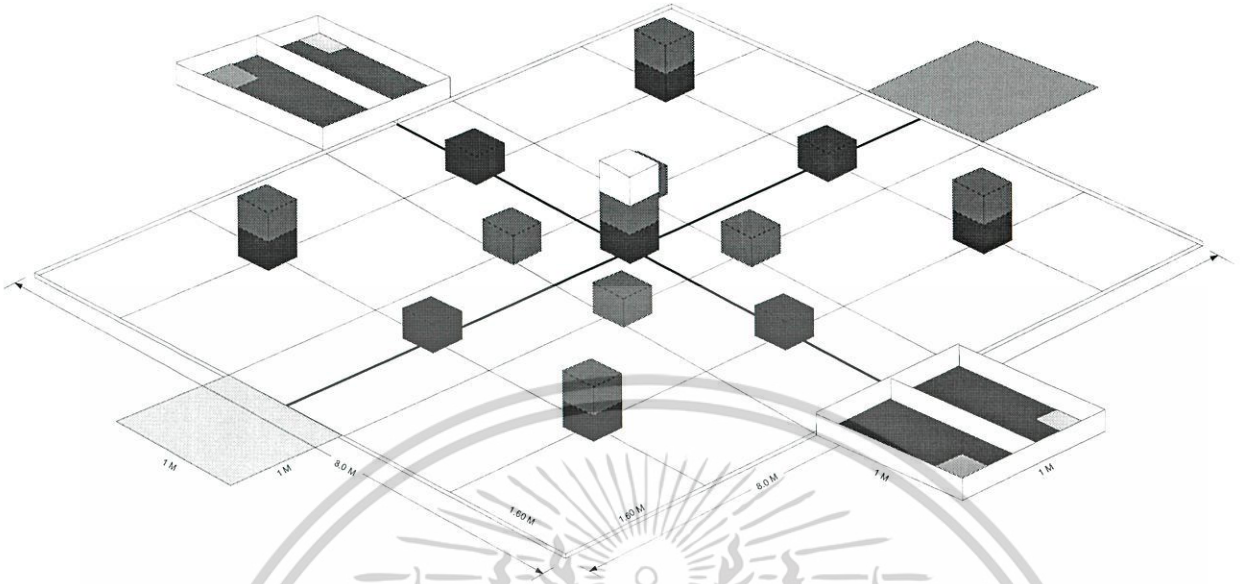
1. สอบถามรายละเอียดของกติกาการแข่งขันเพิ่มเติมได้จาก อ.สุชิน อาจหาญ
2. นักศึกษาที่มีความประสงค์จะส่งทีมเข้าแข่งขัน สมัครได้ที่ อ.สุชิน อาจหาญ อ.อมรชัย ชัยชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ช.1 สนามแข่งขันด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ช.2 สนามแข่งขัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายทัตเทพ รวีโภชน์ศิริ

วัน เดือน ปีเกิด 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2526

ภูมิลำเนา 27 หมู่ 1 ตำบล พลิ้ว อำเภอ แหลมสิงห์ จังหวัด จันทบุรี 22190 โทรศัพท์ 0-4025-2945

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลจันทบุรี

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดจันทบุรี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายประวิทย์ คำพุ่ม
วัน เดือน ปีเกิด	8 ธันวาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	47 หมู่ 1 ตำบล ระโสม อำเภอ ภาชี จังหวัด พระนครศรีอยุธยา 13140 โทรศัพท์ 0-6705-1190
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดผดุงธรรม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนหนองไม้ซุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ปล่อยวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายสุรชาติ พิศาลพงศกร
วัน เดือน ปีเกิด	4 พฤษภาคม พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	483 หมู่ 9 ตำบล บ่อทอง อำเภอ บ่อทอง จังหวัด ชลบุรี 20270
	โทรศัพท์ 0-9406-9067
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหนองใหญ่ (คุรุราษฎ์อุปภัมป์)
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ่อทองวงษ์จันทร์วิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	การพยายามคืออนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายสุวิทย์ แต้มแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	28 กันยายน พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	51 หมู่ 7 ตำบล ทับปริก อำเภอ เมือง จังหวัด กระบี่ 81000
	โทรศัพท์ 0-6625-8497
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านคลองใหญ่
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเมืองกระบี่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคกระบี่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ไม่มีคำว่าสายสำหรับการเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้