สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นโอโซนสารสนเทศ

Information Ozoner Robot

T055750

โดย

นาย นคร ศิริสุวัฒน์

นาย เปรม ปัญจสุทรานนท์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่
เลขทะเบียน 55750
วัน,เดือน,ปี 25 พ.ค. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	หุ่นโอโซนสารสนเทศ		
TITLE	INFORMATION OZONER ROBOT		
ชื่อนักศึกษา	นายนคร	ศิริสุวัฒน์	รหัสประจำตัว 44015651
	นายเปรม	ปัญจสุทรานนท์	รหัสประจำตัว 44015658
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สรพงษ์	วชิรรัตนพรกุล	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร.ปิติเขต	สู้รักษา	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2546		

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

.....
(อาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล)

.....
(รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	หุ่นโอโซนสารสนเทศ		
ชื่อนักศึกษา	นายนคร	ศิริสุวัฒน์	รหัสประจำตัว 44015651
	นายเปรม	ปัญจสุทรานนท์	รหัสประจำตัว 44015658
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สรพงษ์	วชิรรัตนพรกุล	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ.ดร.ปิติเขต	สู้รักษา	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2546		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์ในการสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถผลิตโอโซนโดยเป็นการประยุกต์วงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อสุขภาพ โดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์สร้างโอโซน ผ่านเครือข่ายสื่อสารอย่างง่าย เพื่อนำไปใช้ตามสถานที่ต่างๆ เช่น โรงพยาบาล, โรงแรม เป็นต้น

สำหรับภาพรวมของระบบนั้น หุ่นยนต์ผลิตโอโซนจะรับคำสั่งจากผู้ใช้ ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ในการจัดลำดับหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปยังห้องต่าง ๆ ตามที่เราต้องการเพื่อทำการผลิตโอโซน โดยผ่านเครือข่ายสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT TITLE	INFORMATION OZONER ROBOT		
STUDENT	Mr. NKON	SIRISUWAT	No. 44015651
	Mr. PREAM	PUNJASUTRARANON	No. 44015658
ADVISOR	Mr. SORAPONG WACHIRARATTANAPORNKUL		
	Assoc.Prof.Dr. PITIKHATE SOORAKSA		
COURSE	Bachelor of Information Engineering		
DEPARTMENT	Information Engineering		
YEAR	2003		

ABSTRACT

The purposes of this project is to apply electronic circuit and microcontroller in order to build an "Information Ozoner Robot" that it can generator ozone for using in anywhere such as hospital or hotel.

The concept of this project is the Information Ozoner Robot will generate ozone when it receive command from user and it can move to anywhere for generating ozone by computer controlling via communication network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่สำเร็จลุล่วงมาได้ก็ต้องขอขอบคุณหลาย ๆ ฝ่ายที่ช่วยในการสนับสนุนจนสามารถสำเร็จ ขอขอบคุณ รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา, อาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น พี่ธีระโชติ ศรีธีระวิโรจน์ สำหรับคำปรึกษา และการดูแลในการวัดปริมาณโอโซนที่ภาควิชาเคมี และผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้สำหรับเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ และที่สำคัญกำลังใจจาก บิดา มารดา และคนรอบข้างที่คอยเป็นกำลังใจให้มาตลอด

นายนคร ศิริสุวัฒน์

นายเปรม ปัญจสุทรานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มา และแนวคิด	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาของแต่ละบท	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโอโซน	3
2.1.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโอโซน	3
2.1.2 ผลของโอโซนต่อสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ	4
2.1.3 การใช้งานโอโซน	6
2.1.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของโอโซนกับคลอรีน	8
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์	
2.2.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์	10
2.2.2 ความแตกต่างของไมโครคอนโทรลเลอร์กับไมโครโปรเซสเซอร์	10
2.2.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51	13
2.2.4 โครงสร้างภายนอกของ MCS – 51	14
2.2.5 การจัดหน่วยความจำ	16
2.2.6 การจัดการเกี่ยวกับสแต็ก	18
2.2.7 การอินเตอร์รัปต์	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.8 เคาน์เตอร์ และไทเมอร์	24
2.3 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า	
หลักการทำงานเบื้องต้น	26
2.4 วิธีการวัดปริมาณโอโซน	
2.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	28
2.4.2 สารเคมี และการเตรียมสารเคมี	28
2.4.3 กระบวนการทดสอบหาปริมาณโอโซน	29
บทที่ 3 การออกแบบ	
3.1 ภาพรวมของระบบ	30
3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์	
3.2.1 วงจร Sensor ล้อ	31
3.2.2 ส่วนของ Keyboard	32
3.2.3 มอเตอร์	33
3.2.4 LCD	34
3.2.5 วงจรผลิตแรงดันสูง	41
3.2.6 MCS – 51	41
3.2.7 RF To RS – 232	41
3.2.8 RS – 232 To RF	42
3.3 การออกแบบซอร์ฟแวร์	
ส่วนที่ 1 ออกแบบโปรแกรมของหุ่นให้ทำการรับข้อมูล และสั่งให้ทำการเคลื่อนที่	43
ส่วนที่ 2 ออกแบบโปรแกรมเพื่อติดต่อกับผู้ใช้	44
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดลองวงจรผลิตโอโซน	45
4.2 กระบวนการทดสอบวัดปริมาณโอโซน	47
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	53
บรรณานุกรม	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก. วงจรอิเล็กทรอนิกส์	56
ภาคผนวก ข. โปรแกรมควบคุม	64
ภาคผนวก ค. รายละเอียดของอุปกรณ์	76
ภาคผนวก ง. คู่มือการใช้งานหุ่นโอโซนสารสนเทศ	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์ 10

2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 11

2.3 การจัดตำแหน่งขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 14

2.4 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 16

2.5 การจัดการโครงสร้างของหน่วยความจำทั้งในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูล 18

2.6 หน้าที่การทำงานของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable) 21

2.7 หน้าที่การทำงานของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ TCON (Timer Control) 22

2.8 หน้าที่การทำงานของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ IP (Interrupt Priority) 23

2.9 หน้าที่การทำงานของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ TMOD (Timer Mode) 24

2.10 ลักษณะของหม้อแปลงไฟฟ้า 27

3.1 ภาพรวมของระบบ 30

3.2 ตำแหน่งของการ Sensor 31

3.3 วงจร Sensor ล้อ 31

3.4 วงจร Keyboard 4x4 32

3.5 วงจรโอโซน และส่วนขับเคลื่อน 33

3.6 การต่อ LCD แบบตัวอักษร 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด 40

3.7 วงจรผลิตแรงดันสูง 41

3.8 การทำงานของหุ่นยนต์ผลิตโอโซนส่วนที่ 1 42

3.10 Flow Chart การทำงานของหุ่นโดยรวม 43

3.11 Flow Chart ของฟังก์ชัน ควบคุมการเดิน 43

3.12 ส่วนของโปรแกรมที่ติดต่อกับผู้ใช้เพื่อกำหนดเส้นทางเดิน 44

4.1 สัญญาณอินพุทที่วงจรผลิตโอโซนที่แรงดัน 11 โวลต์ 45

4.2 สัญญาณอินพุทที่วงจรผลิตโอโซนที่แรงดัน 12 โวลต์ 45

4.3 สัญญาณอินพุทที่วงจรผลิตโอโซนที่แรงดัน 13 โวลต์ 46

4.4 สัญญาณอินพุทที่วงจรผลิตโอโซนที่แรงดัน 14 โวลต์ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.5 นำเอาสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ผ่านโอโซนจากเครื่องกำเนิดโอโซน 47

4.6 สารโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่ผ่านโอโซนแล้วมาใส่กรดซัลฟูริก 48

4.7 การไทเทรตสารละลายด้วยโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.005 m 49

4.8 การเติมแป้งลงในสารละลาย 49

4.9 การไทเทรตสารละลายจนกลายเป็นสีใส 50

4.10 การไทเทรตสารละลายที่ไม่ผ่านโอโซน 51

4.11 ภาพรวมของการทดลอง 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ความสามารถในการฆ่าเชื้อ (99%) ที่เป็นอันตรายของสารประกอบคลอรีนเทียบกับโอโซนที่ pH 6-7 4

2.2 ข้อมูลแสดงผลของโอโซนต่อสารต่าง ๆ 5

2.3 ข้อมูลปริมาณการใช้โอโซนในลักษณะต่าง ๆ 7

2.4 ข้อมูลระดับโอโซน และผลที่เกิดขึ้น 8

2.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของโอโซนกับคลอรีน 9

2.6 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ กับไมโครโปรเซสเซอร์ 12

2.7 หน้าที่พิเศษของแต่ละขาพอร์ต P_3 15

2.8 ค่าตำแหน่งแอดเดรสของการอินเตอร์รัปต์โดยสัญญาณต่าง ๆ 20

3.1 รายละเอียดการขับเคลื่อน 33

3.2 ขาของ LCD Module 34

3.3 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งลบ 34

3.4 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งย้ายเคอเซอร์ 35

3.5 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งการรับข้อมูล 35

3.6 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งเปิด / ปิด การแสดงผล 35

3.7 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งเลื่อนเคอเซอร์ 36

3.8 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งกำหนดวิธีการทำงานของ LCD 37

3.9 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งอ่านสถานะ Busy 37

3.10 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งเขียนข้อมูลไปที่ LCD 38

3.11 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งอ่านข้อมูลจาก LCD 38

3.12 การกำหนดตำแหน่งของ CGRAM 39

3.13 การกำหนดตำแหน่งของ DDRAM 39

4.1 ผลการทดลองจากการไทเทรตสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา และแนวคิด

เนื่องจากในปัจจุบันสภาพแวดล้อมสังคมที่เราใช้ชีวิตอยู่ทุกวันนี้ เราจะสังเกตได้ว่าสิ่งแวดล้อมแตกต่างจากสมัยก่อนอย่างเห็นได้ชัด เช่น ในสมัยก่อนน้ำฝนเราสามารถนำมาใช้อุปโภค บริโภคได้ แต่ในปัจจุบันน้ำฝนที่ตกลงมาไม่สามารถนำมาใช้อุปโภค บริโภคได้แล้ว เนื่องจากสภาพมลภาวะทางอากาศ คงไม่มีใครปฏิเสธว่า อากาศ เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีวิตของมนุษย์เพราะมนุษย์เราสามารถขาดอาหาร หรือ น้ำได้หลายวัน ในขณะที่ขาดอากาศได้เพียงไม่กี่นาที จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้เกิดแนวความคิด ทำให้อากาศเกิดความบริสุทธิ์ ด้วยการใช้หุ่นยนต์ผลิตโอโซนขนาดเล็ก เดินไปผลิตโอโซนตามบริเวณที่กำหนด โดยโครงงานของเราได้ทำการผลิตโอโซนได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อทำการศึกษาระบบการทำงานของการผลิตโอโซน
2. เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาประยุกต์ใช้
3. สามารถจ่ายไฟสูงเพื่อนำมาใช้ในเครื่องสังเคราะห์โอโซนได้
4. สามารถสร้างส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมตัวหุ่นยนต์ได้
5. เพื่อสามารถนำหุ่นยนต์ไปประยุกต์ใช้ตามสถานที่ต่าง ๆ

1.3 เนื้อหาของแต่ละบท

บทที่ 1 เป็นการกล่าวถึงขอบเขตของโครงงาน และเนื้อหาในแต่ละบท

บทที่ 2 เป็นทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโอโซน, ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์, หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า และการวัดปริมาณโอโซน

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบทางฮาร์ดแวร์ และทางด้านซอฟแวร์ โดยทางด้านฮาร์ดแวร์อธิบายถึงการออกแบบวงจรในส่วนต่าง ๆ และหน้าที่ของแต่ละส่วนนั้น ๆ ส่วนด้านซอฟแวร์มีส่วนของโปรแกรมของหุ่นที่รับข้อมูล และสั่งให้ทำการเคลื่อนที และส่วนของโปรแกรมเพื่อติดต่อกับผู้ใช้

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง กล่าวถึงผลการทดลองในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า และกระบวนการทดสอบวัดปริมาณโอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์
   - ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์
   - ศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อ และควบคุมแอลซีดีโมดูล
2. โอโซน
   - ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทำให้เกิดโอโซน
3. โปรแกรม
   - ศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์
   - เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ฮาร์ดแวร์
   - สร้างตัวหุ่นยนต์
   - ทำการทดลอง และทดสอบหุ่นยนต์

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานได้
2. สามารถนำโครงงานที่ได้จัดทำขึ้นมาไปใช้ในโรงพยาบาลได้
3. สามารถนำโครงงานที่ได้จัดทำขึ้นมาไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาต่อไปในอนาคต
4. ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำให้เกิดโอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโอโซน

2.1.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโอโซน

โอโซน (Ozone: O_3) เป็นก๊าซที่เกิดจากก๊าซออกซิเจน (O_2) แตกเป็นอะตอมของออกซิเจน แล้วอะตอมของออกซิเจนจะไปรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนกลายเป็นโอโซนมีจุดเดือดลบ 115°C จุดหลอมเหลวลบ 192 °C เป็นก๊าซที่มีสีน้ำเงิน

- โอโซนมีรากศัพท์มาจากภาษากรีก คือ โอเซอิน (Ozein) แปลว่ากลิ่นฉุน (Smelling)
- โอโซนเป็นก๊าซที่ต้องใช้งานทันที จะไม่มีการเก็บไว้ใช้งาน เนื่องจากสลายตัวได้ง่าย ซึ่งปัจจัยการสลายตัวขึ้นอยู่กับ
  1. ความหนาแน่น (Concentration)
  2. อุณหภูมิ (Temperature)
  3. ความบริสุทธิ์ของอากาศ (Purity of air) จากฝุ่น และความชื้น (Humidity)
- โอโซนเป็นหนึ่งในสารที่มีความสามารถในการออกซิไดส์สูงสุด จะเป็นรองเพียง F_2 และอนุมูลอิสระบางตัว โอโซนมีค่าความสามารถในการออกซิไดส์ (Oxidation potential) $E_o = 2.7$ V โดย F_2 มีค่า $E_o = 3.3$ V, HCL = 1.49 V, Cl2 = 1.36 V
- โอโซนมีความสามารถในการละลายน้ำดีกว่าออกซิเจน 20 เท่า
- โอโซนสามารถเกิดได้จาก
  1. จากรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) โอโซนจะพบอยู่รอบชั้นบรรยากาศห่างจากพื้นโลก 15 – 30 Km เกิดจากการสลายตัวของออกซิเจนโดยรังสีอัลตราไวโอเลต
  2. จากปฏิกิริยาเคมี เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบที่มีออกซิเจนเป็นสารประกอบ
  3. จากสนามไฟฟ้า ทั้งจากธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า และจากเครื่องกำเนิดโอโซน
- ประวัติความเป็นมา และการใช้งานของโอโซน

  ปี 1840 Schonbein ค้นพบก๊าซ และเรียกว่าโอโซน

  ปี 1857 Werner von Siemens สร้างเครื่องกำเนิดโอโซนเครื่องแรกขึ้น

  ปี 1893 โรงงานผลิตน้ำดื่มที่ใช้โอโซนแห่งแรกถูกสร้างขึ้นที่ ออดชอร์น (Oudshorn), เนเธอร์แลนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ผลของโอโซนต่อสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำ

สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ (Micro organism)

โอโซนสามารถฆ่าสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ และยับยั้งไวรัส ซึ่งคลอรีนไม่สามารถฆ่าได้ หรือต้องใช้สารในปริมาณมาก ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความสามารถในการฆ่าเชื้อ (99%) ที่เป็นอันตรายของสารประกอบคลอรีนเทียบกับโอโซนที่ pH 6 – 7

Microorganism	Disinfectant (mg*min/L)			
	Free Chlorine	Performed Chloramine	Chloramine Dioxide	Ozone
E.Coli	0.034 – 0.05	95 – 180	0.4 – 0.75	0.02
Polio I	1.1 – 2.5	770 – 3740	0.2 – 6.7	0.1 – 0.2
Rotavirus	0.01 – 0.05	3810 – 6480	0.2 – 2.1	0.006 – 0.06
Pliage f2	0.08 – 0.18	-	-	-
G. Lanibia cysts	47 – 150	-	-	-
G. Muris cysts	30 – 360	1400	7.2 – 18.5	1.8 –2.0

ตัวออกซิไดส์ (Oxidizer)

หน้าที่หลักที่สำคัญ และเป็นลักษณะเด่นของโอโซนคือ ทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation)

1) เหล็ก และแมงกานีส

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นคือการทำให้ไอออนของเหล็ก และแมงกานีสกลายเป็นน้ำแข็ง และตกตะกอน ดังแสดงในสมการที่ 2.1 – 2.2

$$2Fe^{2+} + O_3\,(aq) + 5H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3(s) + O_2(aq) + 4H^+ \qquad (2.1)$$

$$Mn^{2+} + O_3(aq) + H_2O \longrightarrow MnO_2(s) + O_2(aq) + 2H^+ \qquad (2.2)$$

ปริมาณโอโซนที่ใช้คือ 0.43 mgO_3/mgFe และ 0.88 mgO_3/mgMn แต่ถ้าเป็นสารเคมีชนิดอื่น ๆ เช่น คลอรีน (ClO_2) ต้องใช้ 1.20 mg/mgFe และ 2.45 mg/mgMn เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่น และรส (Taste and odor control)

กลิ่น และรสในน้ำเกิดเนื่องจากสารประกอบอนินทรีย์และการเผาผลาญอาหารของสารอินทรีย์เป็นต้น ถ้าสารประกอบเหล่านี้ไม่เป็นสารประกอบประเภทอิ่มตัว โอโซนจะสามารถทำปฏิกิริยากับสารเหล่านี้ได้อย่างดี

3) กำจัดสี (Color Abatement)

สีที่พบในน้ำแบ่งออกเป็น สีจริง (True color) กับสีปรากฏ (Apparent color) ซึ่งแล้วแต่สารประกอบที่ทำให้เกิดการกระเจิงของแสงออกมาสู่สายตามนุษย์โอโซนสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบเหล่านี้ และกำจัดให้หมดไปได้

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลแสดงผลของโอโซนต่อสารต่าง ๆ

Tested Substance	Application Of mg/L	Before O_3 Treatment	After O_3 treatment	O_3 destroyed
Methanol	2,000	175	14	92 %
Ethanol	1,000	620	56	91 %
Isoamyl acetate	1,000	200	16	92 %
Acetic ether	1,000	90	78	Of on consequence
Acetic acid	2,000	2,000	1,800	Do
Sugar	2,000	2,000	1,900	Negligible
Matter colouring	Black	Black	Light yellow	Brightening
Hydrazine	100	300	4	Completely
Carbon bisulphide	100	Odour	No odour	Destroyed
H_2S	10	10	0	Destroyed
Phenole	1,000	900	130	Destroyed
Chloroform	500	490	400	Hardly destroyed
Xylene	500	Do	Do	Do
Toluole	500	Do	Do	DO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การใช้งานโอโซน

1. **ผลิตน้ำดื่ม**

จุดมุ่งหมายเพื่อ :

- ให้โลหะหนักตกตะกอน
- กำจัดสี, กลิ่น, รส
- กำจัดสารประกอบอินทรีย์
- จับตัวให้สารต่าง ๆ ให้เป็นคอลลอยด์

2. **สระว่ายน้ำ**

จุดมุ่งหมายเพื่อ :

- กำจัดกลิ่นของสระว่ายน้ำในร่ม
- ยับยั้งการเติบโตของไวรัส
- สลายหรือทำให้สารอินทรีย์ในน้ำจับตัวกัน
- สลายยูเรียเพื่อให้อยู่ในรูปสารประกอบของคลอรีนกับไนโตรเจน
- ทำให้น้ำใสขึ้น
- ก่อให้เกิดการระคายเคืองกับผิวหนัง และเนื้อเยื่อต่าง ๆ น้อย ถ้าใช้ปริมาณที่เหมาะสม

3. **การบำบัดน้ำเสีย**

จุดมุ่งหมายเพื่อ :

- กำจัดกลิ่น, สี และความเป็นพิษ
- กำจัดสารประกอบอินทรีย์
- เปลี่ยนรูปของไอออนไนตราย (Nitride, NO_2) และซัลเฟต (Sulfide, SO_2) ซึ่งเป็นสารที่เป็นพิษ
- ลดความเป็นพิษของไซยาไนด์ (Cyanide)

4. **ผลิตน้ำโซดา**

จุดมุ่งหมายเพื่อ :

- กำจัดเหล็ก และแมงกานีสโดยใช้ชั้นกรองคาร์บอน หรือชั้นกรองสองชั้น
- กำจัดเชื้อโรคโดยไม่มีสารตกค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บ่อเลี้ยงปลา

จุดมุ่งหมายเพื่อ :

- กำจัดเชื้อโรค, สารประกอบอินทรีย์ และเพิ่มออกซิเจนโดยปราศจากสารตกค้าง

6. กรองอากาศ

จุดมุ่งหมายเพื่อ :

- กำจัดกลิ่น และกำจัดเชื้อโรคจากอากาศ ในสถานที่ เช่น โรงบำบัดน้ำเสีย, โรงฟอกหนัง หรือโรงฆ่าสัตว์

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลปริมาณการใช้โอโซนในลักษณะต่าง ๆ

ลักษณะ และพื้นที่ของการใช้งาน	ปริมาณที่ใช้ (mg/hour)
1. ในรถยนต์	10 - 15
2. ในห้อง 10 ตารางเมตร	20
20 ตารางเมตร	40
33 ตารางเมตร	70
55 ตารางเมตร	100
3. ทำน้ำดื่ม 10 – 30 ลิตร	100 – 125
4. สลายสารพิษในผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ทำความสะอาดภาชนะ ซักล้างที่ตกค้างบนเสื้อผ้า เสริมความงาม	100
5. ในอ่างอาบน้ำ 150 ลิตร	200
6. สลายสารเคมี ทำลาย และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค และกลิ่นอันไม่พึงประสงค์	250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลระดับโอโซน และผลที่เกิดขึ้น(ข้อมูลจาก IOA : International Ozone Association)

Ozone Level (ppm.partpermillion)	Effect
0.001 – 0.125	ระดับที่พบในบรรยากาศ ค่านี้แปรผันตามตำแหน่งแต่ละสภาพบรรยากาศแวดล้อม
0.005	ระดับสูงสุดที่ผลิตจาก Electronic air cleaner และอุปกรณ์ในบ้าน
0.1	ระดับสูงสุดที่ยอมให้มีในบรรยากาศ บริเวณอุตสาหกรรม และที่สาธารณะ
0.3	เริ่มปรากฏผลต่อสิ่งมีชีวิตที่สัมผัสโดยตรง ในพืชเกิดจุดสีดำ สีซีด มีใบตาย ในสัตว์เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ
0.5	เกิดอาการปวดศีรษะ ปอดถูกทำลาย ติดเชื้อทางเดินหายใจ
1.00 – 2.00	ในการทดสอบ การสูดดมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เกิดอาการป่วย คือ ปวดศีรษะ ปวดหน้าอก และทางเดินหายใจแห้งผาก
1.4 – 5.6	การทดสอบกับต้นถั่วพบว่าใน 70 วินาที ใบถั่วเกิดอาการป่วยอย่างรวดเร็ว
25 ขึ้นไป	เป็นอันตรายเฉียบพลันต่อสิ่งมีชีวิต ในการทดสอบกับสัตว์พบอาการป่วย ซึ่งน่าจะเป็นขั้นสุดท้ายแล้ว

สารเคมีหลายชนิดมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคโดยเฉพาะสารประกอบคลอรีน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับโอโซนแล้วจะเห็นข้อแตกต่างทางความสามารถที่ชัดเจนดังแสดงในตารางที่ 2.2

2.1.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของโอโซนกับคลอรีน

ตัวอย่างระบบบำบัดที่มีปัญหาจากสารเคมีที่ใช้ในปัจจุบันที่เห็นได้ชัดเจนคือ สระว่ายน้ำ เนื่องจากการสัมผัสโดยตรงของน้ำกับร่างกายของผู้ใช้บริการทำให้ความรุนแรงของการทำปฏิกิริยาของคลอรีนส่งผลต่อร่างกายของผู้ใช้สระโดยตรง โอโซนมีการทำปฏิกิริยาที่รุนแรงกว่าคลอรีน แต่มีช่วงเวลาสิ้นสุดการทำปฏิกิริยาเนื่องจากโอโซนสามารถสลายตัวง่าย ดังนั้นต่างประเทศจึงมีการนำโอโซนไปใช้ในสระว่ายน้ำอย่างกว้างขวางเนื่องจากไม่มีโทษต่อผู้ใช้ และยังมีประโยชน์ต่อการรักษาผิวหนังบางชนิดด้วย แต่ทั้งนี้ต้องอยู่ภายใต้การตรวจสอบ และดูแลอย่างดี เนื่องจากในสระว่ายน้ำต้องไม่มีโอโซนหลงเหลืออยู่แล้ว นอกจากนี้ อันตรายที่พบจากการใช้งานคลอรีนในระบบที่น้ำสัมผัสโดยตรงกับเนื้อเยื่อที่อ่อนบางของมนุษย์โดยเฉพาะสาร โครเดน (chlodane) ซึ่งเป็นสารจำพวก THM : Trihalonethane ชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณสมบัติเป็นโทษต่อร่างกายมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของโอโซนกับคลอรีน

Chlorine	Ozone
1. มีความเป็นพิษสูง	1. ระดับความเป็นพิษอยู่ที่ 1 mg/1 (ระบุโดย EPA สหรัฐอเมริกา) มีกลิ่นฉุนเริ่มสังเกตได้ที่ระดับ 0.01 mg/1 ที่ระดับสูงกว่านี้มีการระคายเคืองสูงมาก
2. คลอรีนจะถูกเก็บที่ภาชนะบรรจุความดันสูง และสามารถเป็นอันตรายได้เมื่อมีการรั่วไหลเกิดขึ้น	2. โอโซนต้องทำการผลิต ณ ตำแหน่งที่ใช้งาน ไม่สามารถเก็บได้
3. คลอรีนเมื่อผสมกับยูรีน และเหงื่อจะทำให้เกิดสารประกอบโครเดน ซึ่งทำให้เกิดการระคายเคืองตา และเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต	3. โอโซนมีวงจรชีวิตสั้น หลังทำปฏิกิริยาสลายตัวเป็นออกซิเจน
4. ราคาคลอรีนสูง	4. ราคาโอโซนต่ำลงเนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยี และการใช้พลังงานน้อยลงในการผลิตในปัจจุบัน
5. คลอรีนมีค่าความรุนแรงในการทำปฏิกิริยา (Oxidation potential) 1.36 V	5. โอโซนเป็นตัวออกซิไดส์ที่ทำปฏิกิริยาสูงสุดเนื่องจากค่า Oxidation potential 2.07 V
6. คลอรีนฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้แต่ไม่สามารถฆ่าเชื้อไวรัสได้	6. โอโซนมีค่าความเข้มข้นเดียวกับคลอรีนสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสได้ดีกว่าคลอรีน 600 – 3,000 เท่า
7. คลอรีนมีกลิ่นฉุนรุนแรงตกค้างหลังการบำบัด	7. โอโซนไม่มีกลิ่นตกค้าง แต่สามารถกำจัดกลิ่นของยูรีน, ควัน, อาหาร และสีได้
8. คลอรีนทำงานกับตะไคร่น้ำได้ดีผลมากกำจัดตะไคร่น้ำได้ดี	8. โอโซนพบการเติบโตของตะไคร่น้ำ ต้องใช้คลอรีนช่วยโดยการทำ Shock treatment
9. คลอรีนทำงานได้ดีต้องควบคุม pH ให้อยู่ในย่าน 7.0 – 7.4	9. โอโซนไม่ต้องมีการควบคุมค่า pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

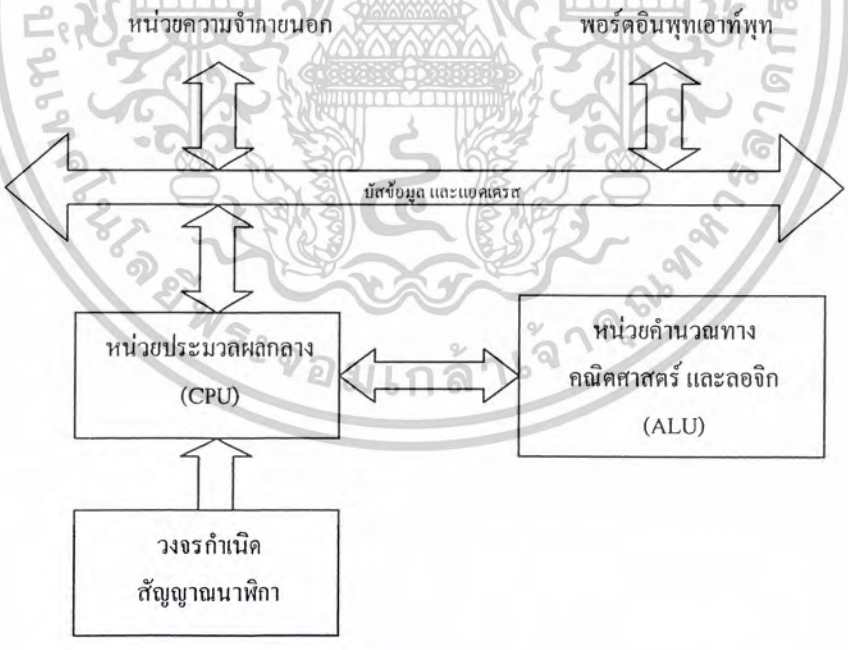
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณคณิตศาสตร์ และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุท วงจรขับสัญญาณเอาท์พุท หน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์ และขนาดของระบบ ในขณะที่มีความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ มาจากคำ 2 คำรวมกันคือ “ไมโคร” (micro) หมายถึง ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือ (Microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หรือ ซีพียู (CPU: Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ลอจิก (ALU: Arithmetic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า “คอนโทรลเลอร์”(Controller) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรม เพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

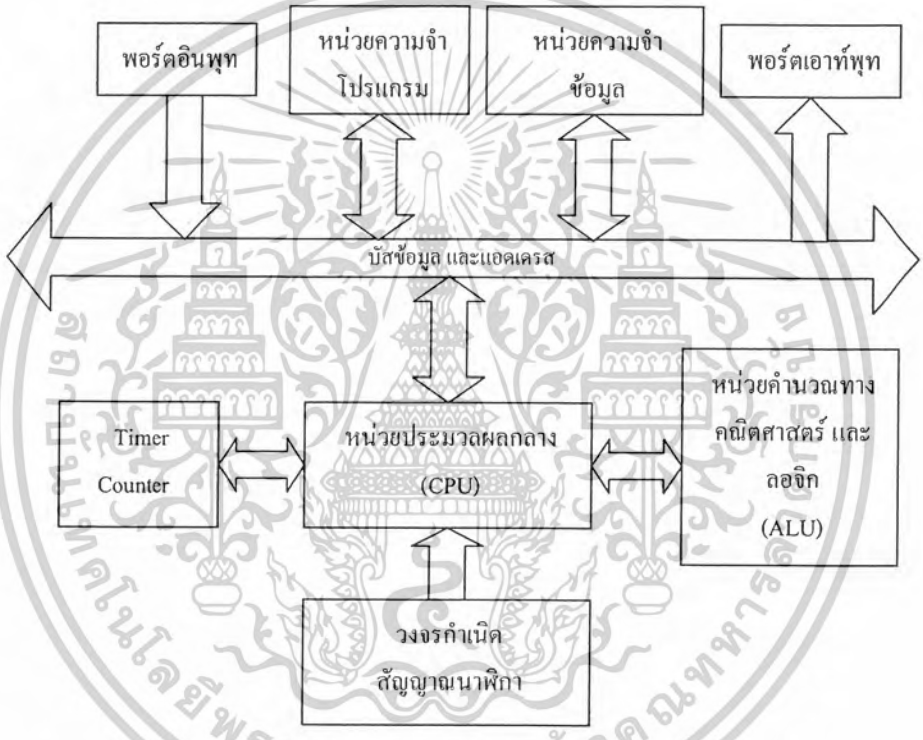
2.2.2 ความแตกต่างของไมโครคอนโทรลเลอร์กับไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก บัสข้อมูล และแอดเดรสสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก และวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นั่นหมายความว่า การใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องเชื่อมต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และถ้าหากต้องการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุท และเอาท์พุท ต้องอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า ไอซีขยายพอร์ท (port expander) ทำให้การสร้างระบบควบคุมจึงต้องการอุปกรณ์จำนวนมาก ส่งผลให้ขนาดของระบบใหญ่พอสมควร



รูปที่ 2.2โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในรูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเห็นได้ชัดเจนว่า ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์มีอุปกรณ์พื้นฐานเหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์ หากแต่จะบรรจุหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูล และพอร์ตอินพุทเอาท์พุทไว้ภายในพร้อมสรรพ ผู้ใช้งานจึงเพียงแต่เขียนโปรแกรมควบคุมลงบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา อาทิ คริสตอล ตัวเก็บประจุ สุดท้ายเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทเข้ากับขาพอร์ต เพียงเท่านี้ก็สามารถใช้งานได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้เช่นกันโดยพิจารณาให้หน่วยความจำภายนอกนั้นเป็นอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทตัวหนึ่ง แล้วใช้ขาพอร์ตที่มีอยู่ทำการติดต่อ ในตารางที่ 2.6 เป็นตารางสรุปความแตกต่างที่สำคัญระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ และไมโครโปรเซสเซอร์

คุณสมบัติ	ไมโครโปรเซสเซอร์	ไมโครคอนโทรลเลอร์
ขนาดของ หน่วยประมวลผลกลาง	ไม่น้อยกว่า 8 บิต	ส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิต
หน่วยคำนวณทาง คณิตศาสตร์ และลอจิก	มีอยู่ภายใน	มีอยู่ภายใน
วงจรกำเนิด สัญญาณนาฬิกา	มีอยู่ภายใน	มีอยู่ภายใน
การเชื่อมต่อกับ หน่วยความจำโปรแกรม	เชื่อมต่อภายนอกเท่านั้น	ใช้ได้ทั้งภายใน และภายนอก
การเชื่อมต่อกับ พอร์ตอินพุทเอาท์พุท	เชื่อมต่อภายนอกเท่านั้น	มีอยู่ภายใน และสามารถขยายได้
ไทเมอร์/เคาน์เตอร์	ไม่มีในซีพียูขนาดเล็ก	มีอย่างน้อย 1 ตัว ขนาด 8 – 16 บิต
วอตช์ด็อกไทเมอร์	ไม่มีในซีพียูขนาดเล็ก	มีอย่างน้อย 1 ตัว
จำนวนขาต่อใช้งาน	ไม่น้อยกว่า 40 ขา	มีตั้งแต่ 8 ขาขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51

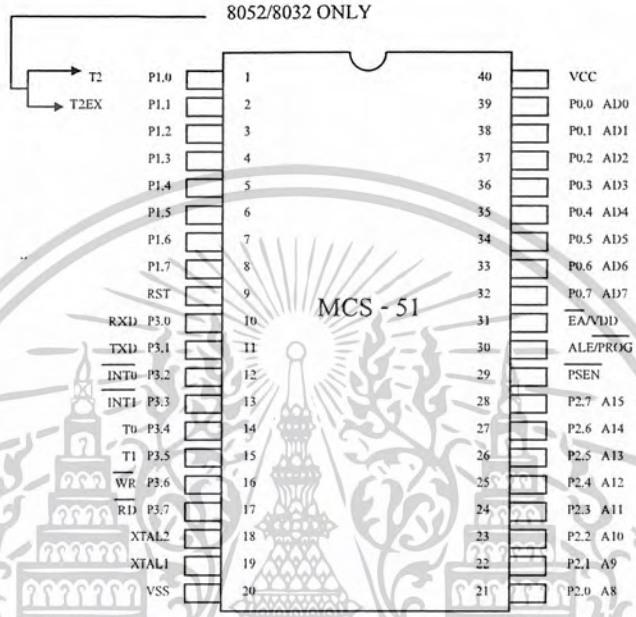
คุณสมบัติทั่วไปที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 มีดังนี้

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในไอซี
- มีขาสัญญาณอินพุทเอาท์พุทจำนวน 32 บิต
- สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External data memory) โดยอ้างตำแหน่ง
- แอดเดรสได้ถึง 64 K
- สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External program memory) โดยอ้าง
- ตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 K
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (On–chip program memory) ขนาด 4 K
- มีหน่วยความจำข้อมูลภายในตัว (On – chip data memory) ขนาด 128 ไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย ทำให้การควบคุม หรือตรวจสอบสถานบิตทำได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น
- มีไทเมอร์ / เคาน์เตอร์ (Timer/Counter) ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว
- การอินเตอร์รัปต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัปต์สามารถจัดระดับ
- ความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ
- มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งสามารถทำการรับ และส่งข้อมูลในลักษณะ 2 ทิศทางในเวลาเดียวกัน (Full duplex)
- มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และทางตรรกศาสตร์
- คำสั่งโดยทั่วไปส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เพื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์
- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 โครงสร้างภายนอกของ MCS – 51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 ทุกเบอร์มีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.3 สำหรับการใช้งานของแต่ละขามีดังนี้



รูปที่ 2.3 การจัดตำแหน่งขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51

ขา VCC เป็นขาป้อนแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์

ขา VSS เป็นขากราวด์

ขาพอร์ต 0 (port 0) มี 8 ขา ได้แก่ขา $P_{0.0} – P_{0.7}$ เป็นขาพอร์ตอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป

ขาพอร์ต 1 (port 1) มี 8 ขา ได้แก่ขา $P_{1.0} – P_{1.7}$ เป็นขาพอร์ตอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป

ขาพอร์ต 2 (port 2) มี 8 ขา ได้แก่ขา $P_{2.0} – P_{2.7}$ เป็นขาพอร์ตอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนี้พอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสไบต์สูง (A_8-A_{15})

ขาพอร์ต 3 (port 3) มี 8 ขา ได้แก่ขา $P_{3.0} – P_{3.7}$ เป็นขาพอร์ตอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนี้พอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 หน้าที่พิเศษของแต่ละขาของพอร์ต P_3

ขาพอร์ต	หน้าที่พิเศษ
$P_{3.0}$	RXD (serial input port)
$P_{3.1}$	TXD (serial output port)
$P_{3.2}$	INTO (external interrupt 0)
$P_{3.3}$	INT1 (external interrupt 1)
$P_{3.4}$	T0 (Timer 0 external input)
$P_{3.5}$	T1 (Timer 1 external input)
$P_{3.6}$	WR (external data memory write strobe)
$P_{3.7}$	RD (external data memory read strobe)

ขารีเซต (RST) ใช้สำหรับการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการรีเซตต้องคงสถานะเป็น 1 อย่างน้อยนาน 2 แมชชีนไซเคิล ในขณะที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่

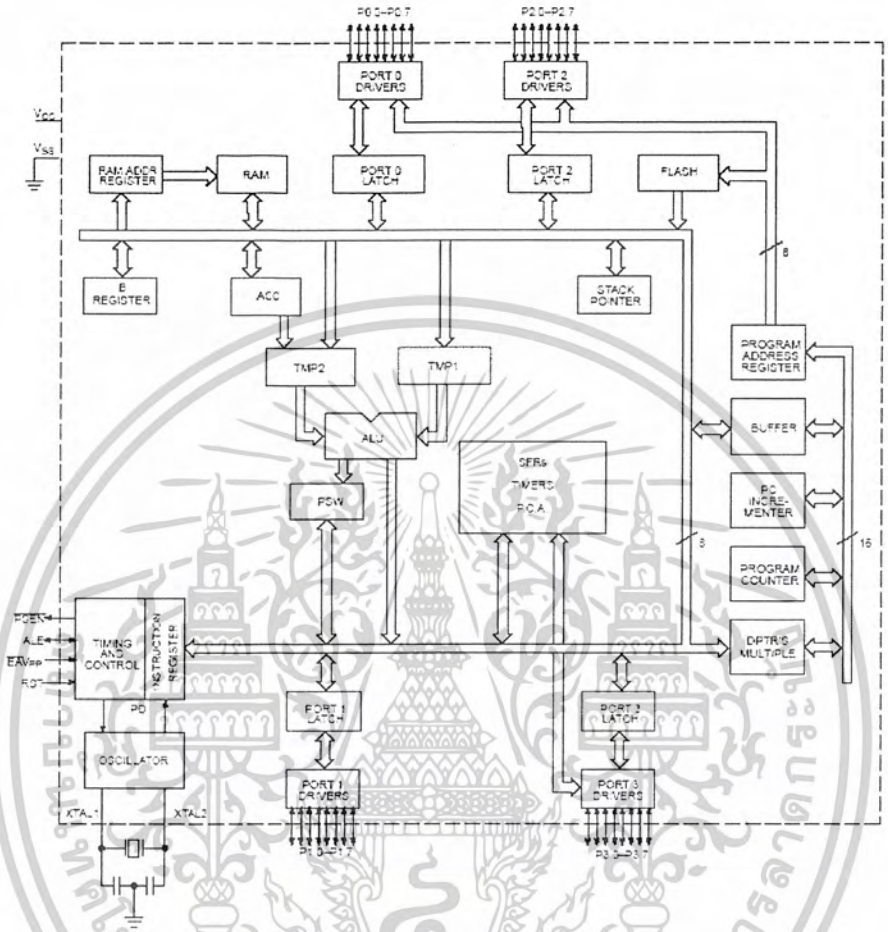
ขา ALE/PROG เป็นขาสัญญาณเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการแลตช์ (Latch) ค่าตำแหน่งแอดเดรสต่ำ (Address Latch Enable) เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขา PSEN (Program Store Enable) ทำหน้าที่เป็นสัญญาณสโตรปเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณ สโตรปจำนวน 2 ครั้งใน 1 แมชชีนไซเคิล แต่ในขณะที่ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกจะไม่มีการส่งสัญญาณสโตรปแต่อย่างใด

ขา EA/Vpp (External Access enable / Vpp) เป็นขาสำหรับเลือกหน่วยความจำโปรแกรมจากภายใน หรือจากภายนอก โดยถ้ามีสถานะเป็น 0 จะหมายถึงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกที่ตำแหน่งแอดเดรส 0-0FFFH อย่างไรก็ตามถ้าบิตป้องกัน (security bit) ในหน่วยความจำ EPROM ถูกโปรแกรมไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกเลย นอกจากนี้ขานี้ยังทำหน้าที่รับแรงดันไฟสำหรับการโปรแกรม (Vpp) ขนาด 21 โวลต์ เพื่อใช้ในระหว่างการโปรแกรม EPROM

ขา XTAL และ ขา $XTAL_2$ เป็นขาอินพุท และเอาท์พุทของวงจรอินเวอร์ติ้งออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์ (Inverting oscillator amplifier) สำหรับใช้ต่อร่วมกับคริสตอลภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51

2.2.5 การจัดหน่วยความจำ

ใน MCS – 51 แบ่งชนิด และหน้าที่ของหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) และหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรมภายใน และหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หน่วยความจำภายในจะถูกเลือกใช้งานถ้าขาสัญญาณ EA มีค่าเป็น 1 โดยจะถูกใช้งานในช่วงแอดเดรส 0 – 0FFFH จะถูกใช้จากหน่วยความจำภายนอก หรือกล่าวได้ว่าถ้าขาดสัญญาณ EA มีค่าเป็น 0 จะเป็นการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ทั้งหมดตลอดช่วงแอดเดรส

หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำข้อมูลภายใน และหน่วยความจำข้อมูลภายนอก สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายในยังแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อย คือ ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป และส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ หรือ SFR (Special Function Register) โดยส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปจะถูกใช้สำหรับเก็บข้อมูลหรือค่าตัวแปรต่าง ๆ จากการทำงานของโปรแกรม ส่วนรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษจะถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงาน และบอกสถานะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ (SFR)

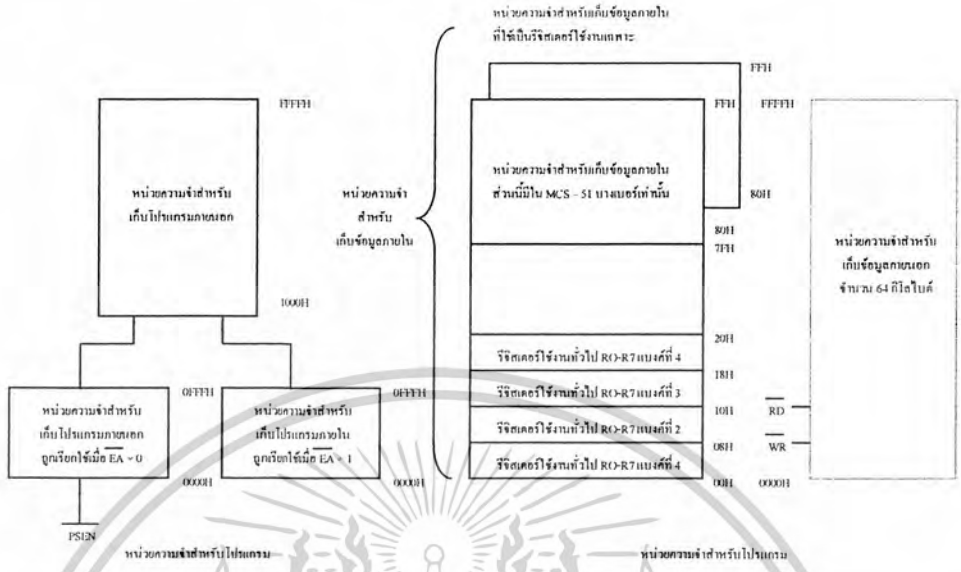
หน้าที่สำคัญ คือควบคุมการทำงานในส่วนต่าง ๆ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงาน ซึ่งในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษบางตัวยังสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต (bit addressable) ด้วย

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปมีไว้สำหรับให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำข้อมูลไปพักไว้ชั่วคราว หรือใช้งานทั่วไปได้ตามต้องการ ซึ่งรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปนี้มีอยู่ด้วยกัน 8 ตัว คือ รีจิสเตอร์ R_0-R_7 โดยรีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวถูกจัดให้อยู่รวมกัน และมีให้เลือกใช้ถึง 4 แบงค์ (bank) นั่นคือ รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปถึง 32 ตัวให้ใช้งาน การเลือกใช้รีจิสเตอร์ แบงค์ใดแบงค์หนึ่งจะถูกกำหนดจากบิต RS_0 และ RS_1 ในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ PSW ดังนั้นการเลือกใช้จึงเลือกได้เพียงแบงค์เดียวในขณะใดขณะหนึ่ง อย่างไรก็ตามค่าข้อมูลที่เก็บไว้ในรีจิสเตอร์แบงค์ใดแบงค์หนึ่งก็ตามที่มีชื่อเดียวกัน แต่อยู่คนละแบงค์จะไม่มีผลซึ่งกัน และกันเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55750



รูปที่ 2.5 การจัดโครงสร้างของหน่วยความจำทั้งในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

2.2.6 การจัดการเกี่ยวกับสแต็ก (Stack)

สแต็ก (Stack) หรือหน่วยความจำสแต็ก เป็นหน่วยความจำส่วนหนึ่งที่จัดเตรียมไว้สำหรับการใช้งานในการเก็บค่าตำแหน่งแอดเดรส เมื่อย้อนกลับ (Return) จากโปรแกรมซับรูทีน หรือ อินเตอร์รัปต์ซับรูทีน เพื่อให้ทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรมหลักเดิมได้อย่างถูกต้อง

หน่วยความจำสแต็คมีรีจิสเตอร์ตัวหนึ่งสำหรับชี้ตำแหน่งที่กำลังติดต่อกับสแต็กอยู่ คือ รีจิสเตอร์ SP (stack pointed) ซึ่งอยู่ในตำแหน่งของรีจิสเตอร์พิเศษ (SFR) ที่แอดเดรส 081H รีจิสเตอร์ SP จะชี้อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำแรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทุกครั้งหลังจากที่รีเซตทำงานมันจะมีค่า 07H เสมอ ค่าแอดเดรสนี้จะถูกเพิ่มขึ้น 1 แอดเดรสอย่างอัตโนมัติทันที เมื่อมีการเรียกซับรูทีน 1 ครั้ง โดยค่าแอดเดรสก่อนการกระโดดในไบต์แรกจะถูกเก็บไปยังแอดเดรสที่ SP ชี้อยู่ในขณะนั้น หลังจากนั้น SP จะเพิ่มค่าขึ้นอีกหนึ่ง และนำแอดเดรสอีกไบต์ที่เหลือไปเก็บไปยังตำแหน่งที่ SP ชี้หลังจากเพิ่มค่าแล้ว

จากที่กล่าวมาแล้วว่าค่ารีจิสเตอร์ SP หลังจากการรีเซตจะมีค่าเป็น 07H เสมอ ดังนั้นค่าข้อมูลไบต์แรกที่จะเก็บลงในสแต็กคือตำแหน่งแอดเดรส 08H ในหน่วยความจำแรมภายใน และจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับทีละหนึ่ง ถ้าสังเกตจากแอดเดรสตำแหน่งนี้จะเห็นได้ว่าเป็นตำแหน่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์แบงค์ 1 ดังนั้น เมื่อมีการเก็บข้อมูลแอดเดรสจากการเรียกรูทีนมาก ๆ เข้ามันก็จะไปซ้อนทับกับรีจิสเตอร์แบงค์ 1 และแบงค์ต่อ ๆ ไปด้วย เหตุนี้รีจิสเตอร์แบงค์ 1 จึงไม่นำมาใช้ในการเขียนโปรแกรมทั่ว ๆ ไป ยกเว้นถ้าผู้เขียนโปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นของหน่วยความจำสแต็กใหม่ โดยโหลดค่าแอดเดรสที่ต้องการให้เริ่มต้นกับรีจิสเตอร์ SP แต่ทั้งนั้นก็ต้องระมัดระวังการซ้อนทับกับตำแหน่งแอดเดรสอื่น ๆ ที่ใช้งานอยู่ และถ้าช่วงกว้าง หรือพื้นที่ที่จะใช้งานเพียงพอด้วย หรือไม่ ซึ่งการเรียกซับรูทีนแต่ละพื้นที่จำนวน 2 ไบต์

การเก็บข้อมูลชั่วคราวไว้กับสแต็ก

ในการเขียนโปรแกรมจำเป็นต้องรักษาข้อมูลเดิมที่อยู่ในแอกคิวมูเลเตอร์หรือค่าใน SFR ไว้ชั่วคราวก่อนที่จะใช้งานคำสั่งอื่นต่อไป เสมือนกับการฝากข้อมูลไว้ที่ตำแหน่งหนึ่งก่อน และเมื่อใช้งานจึงเรียกคลับมาใหม่ การใช้งานสแต็กมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

PUSH ACC : เก็บค่าในแอกคิวมูเลเตอร์ไปยังสแต็ก
--- : คำสั่งใช้งานต่าง ๆ
POP ACC : ป๊อนค่าแอกคิวมูเลเตอร์เดิมเก็บไว้ในสแต็ก

หลังจากโปรแกรมทำงานถึงคำสั่ง PUSH รีจิสเตอร์ SP จะถูกเพิ่มค่าขึ้นอัตโนมัติทันที 1 ตำแหน่งเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามการใช้คำสั่ง PUSH และ POP นี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ในหน่วยความจำสแต็กด้วย การใช้คำสั่งทั้งสองนี้นิยมใช้งานโปรแกรมซับรูทีน หรืออินเตอร์รัปต์รูทีน เพื่อให้ค่าสถานะของรีจิสเตอร์บางตัว เช่น แอกคิวมูเลเตอร์ หรือ SFR ไม่เกิดความเปลี่ยนแปลงหลังจากนั้นสุดการทำงานในซับรูทีนนั้น ๆ

2.2.7 การอินเตอร์รัปต์

การขัดจังหวะ หรือการอินเตอร์รัปต์จะถูกนำมาใช้งาน เมื่อผู้เขียนโปรแกรมต้องการให้มีการทำงานในโปรแกรมส่วนหนึ่งที่แยกจากโปรแกรมหลักอย่างทันทีทันใด เมื่อมีสัญญาณกระตุ้นจากภายใน หรือภายนอกระบบ

ตัวแปรในการทำให้เกิดการอินเตอร์รัปต์ อาจสามารถเกิดขึ้นพร้อมกันหลายตัวแปรในเวลาเดียวกัน ซึ่งทำให้เกิดความซับซ้อนในการเขียนโปรแกรม และการตรวจสอบมาก การอินเตอร์รัปต์ สามารถเกิดขึ้นได้จากการกระตุ้น 2 แบบ คือจากภายในระบบเอง และภายนอกระบบ การอินเตอร์รัปต์ จากภายนอกใช้ขาสัญญาณ INT_0 และ INT_1 ขาที่ 12 และ 13 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสัญญาณจะต่อผ่านไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนนี้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเลือกโหมดการอินเตอร์รัปต์ได้ 2 รูปแบบ คือการทำงานที่ขอบขาของสัญญาณ และแบบทำงานที่ระดับสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเตอร์รัปต์จากภายในระบบ คือ การอินเตอร์รัปต์จะเกิดขึ้นจากสถานะของแฟลกหรือรีจิสเตอร์บางตัว เช่น แฟลก TF_0 และ TF_1 (Timer Flag), แฟลก RI (Receiver Interrupt) และแฟลก TI (Transmitter Interrupt)

เมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์โปรเซสเซอร์จะทำการกระโดดไปยังตำแหน่งแอดเดรสที่กำหนดไว้ตามชนิดของการอินเตอร์รัปต์ตามตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ค่าตำแหน่งแอดเดรสของการอินเตอร์รัปต์โดยสัญญาณต่าง ๆ

การอินเตอร์รัปต์	ตำแหน่งแอดเดรสของการอินเตอร์รัปต์
IE	0003H
TF0	000BH
IE1	0013H
TF1	001BH
R_X,T_X	0023H

การจัดการ และควบคุมการอินเตอร์รัปต์มีรีจิสเตอร์พิเศษ 2 ตัว สำหรับกำหนดรูปแบบการทำงานต่าง ๆ ซึ่งได้แก่รีจิสเตอร์พิเศษ IE (Interrupt Enable) และ IP (Interrupt Priority) การกำหนดรูปแบบอินเตอร์รัปต์ทำได้ โดยการเซต หรือรีเซตตำแหน่งบิตใน IE อย่างเหมาะสมดังแสดงความหมายของแต่ละบิตใน IE ในรูปที่ 2.6 สำหรับในรูปที่ 2.7 แสดงความหมายของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ TCON บิตที่น่าสนใจก็คือ บิต IT_0 และ IT_1 ซึ่งเป็นบิตที่กำหนดการทำงานจากการอินเตอร์รัปต์ภายนอกให้เป็นแบบกระตุ้นระดับลอจิก (ระดับลอจิก = "0") หรือกระตุ้นที่ขอบขาลง (ขอบขาลงของสัญญาณ) ทั้ง 2 บิตนี้อยู่ในรีจิสเตอร์พิเศษ ชื่อ TCON (Timer/Counter Control Register) โดยที่ IT_0 = TCON.0 และ IT_1 = TCON.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MSB) (LSB)

EA	X	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

EA	IE.7	ทำการดิสเอเบิลทุกอินเตอร์รัปต์ถ้า EA = "0" จะไม่มีการตอบรับอินเตอร์รัปต์ใด ๆ ทั้งหมด ถ้า EA = "1" แต่ละอินเตอร์รัปต์จะถูกอีนาเบิล หรือดิสเอเบิลโดยการเซต หรือเคลียร์อีนาเบิลบิตของมัน
	IE.6	สงวนไว้ไม่ใช้งาน
ET2	IE.5	ทำการอีนาเบิล หรือดิสเอเบิลอินเตอร์รัปต์จากการโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 2 ถ้า ET2 = "0" อินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 2 จะถูกดิสเอเบิล
ES	IE.4	ทำการอีนาเบิล หรือดิสเอเบิลอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม ถ้า ES = "0" อินเตอร์รัปต์นี้จะถูกดิสเอเบิล
ET1	IE.3	ทำการอีนาเบิล หรือดิสเอเบิลอินเตอร์รัปต์จากการโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 1 ถ้า ET1 = "0" อินเตอร์รัปต์นี้จะถูกดิสเอเบิล
EX1	IE.2	ทำการอีนาเบิล หรือดิสเอเบิลอินเตอร์รัปต์จากภายนอก 1 ถ้า EX1 = "0" อินเตอร์รัปต์นี้จะถูกดิสเอเบิล
ET0	IE.1	ทำการอีนาเบิล หรือดิสเอเบิลอินเตอร์รัปต์จากการโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 0 ถ้า ET0 = "0" อินเตอร์รัปต์นี้จะถูกดิสเอเบิล
EX0	IE.0	ทำการอีนาเบิล หรือดิสเอเบิลอินเตอร์รัปต์จากภายนอก 0 ถ้า EX0 = "0" อินเตอร์รัปต์นี้จะถูกดิสเอเบิล

รูปที่ 2.6 หน้าที่การทำงานของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MSB) (LSB)

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

TF1	TCON.7	เป็นโอเวอร์โฟลว์แฟลกของไทเมอร์ 1 จะถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อไทเมอร์/เคาน์เตอร์นี้เกิดโอเวอร์โฟลว์ และจะถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์เมื่อโปรเซสเซอร์เข้าสู่กระบวนการอินเตอร์รัปต์รูทีน
TR1	TCON.6	บิตควบคุมการันของไทเมอร์ 1 มันจะถูกเซต และเคลียร์โดยซอร์ฟแวร์เพื่อให้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์นี้ทำงาน หรือหยุดทำงาน
TF0	TCON.5	เป็นโอเวอร์โฟลว์แฟลกของไทเมอร์ 0 มันจะถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อไทเมอร์/เคาน์เตอร์นี้จะเกิดโอเวอร์โฟลว์ และจะถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์เมื่อโปรเซสเซอร์เข้าสู่กระบวนการอินเตอร์รัปต์รูทีน
TR0	TCON.4	บิตควบคุมการันของไทเมอร์ 0 มันจะถูกเซต และเคลียร์โดยซอร์ฟแวร์เพื่อให้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์นี้ทำงาน หรือหยุดทำงาน
IE1	TCON.3	แฟลกแสดงอินเตอร์รัปต์ที่ 1 ทำงานที่ขอบขา จะถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อตรวจจับพบสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ขอบขา และจะถูกเคลียร์เมื่อเข้าสู่กระบวนการอินเตอร์รัปต์
IT1	TCON.2	บิตกำหนดรูปแบบการอินเตอร์รัปต์จากภายนอก 1 จะถูกเซต หรือเคลียร์โดยซอร์ฟแวร์ เพื่อกำหนดให้เกิดอินเตอร์รัปต์ที่ขอบขาลง หรือที่ระดับลอจิกโลว์ของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอก
IE0	TCON.1	แฟลกแสดงอินเตอร์รัปต์ที่ 0 ทำงานที่ขอบขา จะถูกเซตโดยฮาร์ดแวร์เมื่อตรวจจับพบสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ขอบขา และจะถูกเคลียร์เมื่อเข้าสู่กระบวนการอินเตอร์รัปต์
IT0	TCON.0	บิตกำหนดรูปแบบการอินเตอร์รัปต์จากภายนอก 0 จะถูกเซต หรือเคลียร์โดยซอร์ฟแวร์ เพื่อกำหนดให้เกิดอินเตอร์รัปต์ที่ขอบขาลง หรือที่ระดับลอจิกโลว์ของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอก

รูปที่ 2.7 หน้าที่การทำงานของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ TCON (Timer Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเตอร์รัปต์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 มีการแบ่งระดับความสำคัญด้วย ในกรณีที่มีการอินเตอร์รัปต์ที่สำคัญมากกว่าการอินเตอร์รัปต์เดิมที่กระทำอยู่ โปรแกรมจะละทิ้งอินเตอร์รัปต์ที่มีความสำคัญต่ำกว่า และไปทำงานในอินเตอร์รัปต์รูทีนที่มีความสำคัญสูงกว่า อย่างไรก็ตามระดับความสำคัญในการอินเตอร์รัปต์สามารถกำหนดได้โดยการเซตและรีเซตตำแหน่งบิตต่าง ๆ ในรีจิสเตอร์พิเศษ IP ดังแสดงความหมายของแต่ละบิตใน IP ในรูปที่ 2.8

(MSB) (LSB)

X	X	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

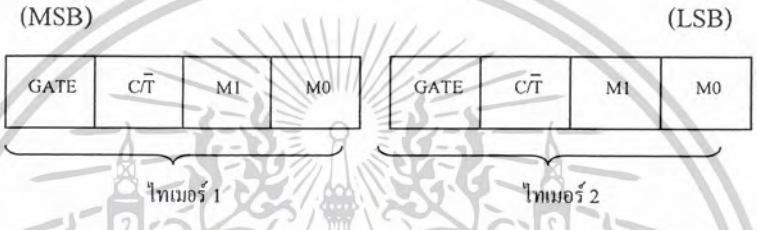
-	IP.7	สงวนไว้ไม่ใช้งาน
-	IP.6	สงวนไว้ไม่ใช้งาน
PT2	IP.5	บิตกำหนดระดับความสำคัญของอินเตอร์รัปต์ของไทเมอร์ 2 ถ้า PT2 = "1" อินเตอร์รัปต์นี้จะมีความสำคัญระดับสูงสุด
PS	IP.4	บิตกำหนดระดับความสำคัญของอินเตอร์รัปต์ของพอร์ตอนุกรม ถ้า PS = "1" อินเตอร์รัปต์นี้จะมีความสำคัญระดับสูงสุด
PT1	IP.3	บิตกำหนดระดับความสำคัญของอินเตอร์รัปต์ของไทเมอร์ 1 ถ้า PT1 = "1" อินเตอร์รัปต์นี้จะมีความสำคัญระดับสูงสุด
PX1	IP.2	บิตกำหนดระดับความสำคัญของอินเตอร์รัปต์จากภายนอก 1 ถ้า PX1 = "1" อินเตอร์รัปต์นี้จะมีความสำคัญระดับสูงสุด
PT0	IP.1	บิตกำหนดระดับความสำคัญของอินเตอร์รัปต์ของไทเมอร์ 0 ถ้า PT0 = "1" อินเตอร์รัปต์นี้จะมีความสำคัญระดับสูงสุด
PX0	IP.0	บิตกำหนดระดับความสำคัญของอินเตอร์รัปต์จากภายนอก 0 ถ้า PX0 = "1" อินเตอร์รัปต์นี้จะมีความสำคัญระดับสูงสุด

รูปที่ 2.8 หน้าที่การทำงานของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ IP (Interrupt Priority)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.8 เคาน์เตอร์ และไทมเมอร์

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 จะมีวงจรเคาน์เตอร์ และไทมเมอร์ (Counter and Timer) อยู่ด้วยเช่น เบอร์ 8051 จะมีเคาน์เตอร์อยู่ 2 ตัว สำหรับใช้ในการนับค่าต่าง ๆ เมื่อนำเคาน์เตอร์ที่มีอยู่มาป้อนสัญญาณนาฬิกาจากวงจรภายในระบบแทน เคาน์เตอร์อาจถูกใช้เป็นวงจรไทมเมอร์ได้ วงจรไทมเมอร์แต่ละตัวสามารถทำงานได้ในหลายโหมดแล้วแต่ผู้ใช้งานจะกำหนดการโปรแกรมให้ทำงานโหมดใดทำได้โดยการเซต และรีเซตบิตในรีจิสเตอร์พิเศษที่ควบคุมการทำงานของวงจรเคาน์เตอร์ และไทมเมอร์ที่เกี่ยวข้อง



GATE บิตควบคุม GATE สำหรับควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

$C/\overline{T}$ บิตเลือกการทำงานให้เป็นไทเมอร์ หรือเคาน์เตอร์ โดยถ้าถูกเคลียร์บันจะทำงานเป็นไทเมอร์(อินพุทจะป้อนจากสัญญาณนาฬิกาจากระบบภายใน) และถ้าถูกเซตจะทำงานเป็นเคาน์เตอร์ (อินพุทป้อนจากขาสัญญาณ T0,T1)

M0,M1 เป็นบิตกำหนดโหมดการทำงานของไทเมอร์ / เคาน์เตอร์

M1	M0	โหมดการทำงาน
0	0	กำหนดให้เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 13 บิต โดยให้ TL ทำงานเพียง 5 บิต
0	1	กำหนดให้เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต
1	0	ทำงานแบบ 8 บิต โหลดค่าใหม่อัตโนมัติ โดยให้ TH เก็บค่าสำหรับป้อนค่าใหม่อัตโนมัติให้กับ TL เมื่อ TL เกิดโอเวอร์โฟลว์
1	1	สำหรับไทเมอร์ 0 กำหนดให้ TL0 ทำงานเป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิต ถูกควบคุมตามแบบมาตรฐาน เช่นเดียวกับในโหมดอื่น ๆ สำหรับ TH0 ทำงานเป็นไทเมอร์ขนาด 8 บิต ถูกควบคุมโดยบิตควบคุม TR1 เพียงสัญญาณเดียว
1	1	สำหรับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 ในโหมดนี้กำหนดให้หยุดทำงาน

รูปที่ 2.9 หน้าที่การทำงานของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ TMOD (Timer Mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์พิเศษสำหรับการควบคุมโหมดการทำงานของไทมเมอร์ คือ TMOD เป็นรีจิสเตอร์พิเศษ (SFR) และไม่สามารถเข้าถึงได้ระดับบิต (no bit addressable) และรีจิสเตอร์พิเศษสำหรับการควบคุมของไทมเมอร์ คือ TCON เป็นรีจิสเตอร์พิเศษที่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต หน้าที่ และความหมายของแต่ละบิตในรีจิสเตอร์พิเศษทั้งสองนี้แสดงในรูปที่ 2.7 และรูปที่ 2.9 วงจรเคาน์เตอร์ และไทมเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 เป็นแบบ 16 บิต โดยที่วงจรเคาน์เตอร์ / ไทมเมอร์ 1 จะแบ่งเป็นไบต์ต่ำ และไบต์สูง ซึ่งในไบต์ต่ำมีชื่อเรียกว่า TL1 และไบต์สูงมีชื่อเรียกว่า TH1 การกำหนดโหมดการทำงานของเคาน์เตอร์ / ไทมเมอร์ 1 นี้ทำได้โดยการกำหนดที่บิต TMOD.4 และ TMOD.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า ทรานซ์ฟอร์เมอร์ (Transformer) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ถ่ายทอดพลังงานไฟฟ้าจากวงจรไฟฟ้ากระแสสลับวงจรหนึ่งไปสู่อีกวงจรหนึ่ง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้ารับพลังงานไฟฟ้าจาก วงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าขนาดหนึ่ง แล้วถ่ายทอดไปอีกวงจรหนึ่งที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้เรียกว่า หม้อแปลงไฟสูง (Step – up transformer) แต่ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้ารับพลังงานไฟฟ้าจากวงจรที่มีแรงดันขนาดหนึ่ง แล้วถ่ายทอดไปอีกวงจรหนึ่งที่มีแรงดันต่ำกว่า หม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้เรียกว่า หม้อแปลงไฟต่ำ (Step – down transformer) หรือถ้าหม้อแปลงไฟฟ้ารับพลังงานไฟฟ้าจากวงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าขนาดหนึ่งแล้วถ่ายทอดไปอีกวงจรหนึ่งที่มีแรงดันไฟฟ้าเท่าเดิมเรียกว่าหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ว่า หม้อแปลงหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one transformer)

หลักการทำงานเบื้องต้น

ความมุ่งหมายในการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า ก็เพื่อที่จะใช้ในการถ่ายทอดพลังงานไฟฟ้าจากวงจรหนึ่งไปสู่อีกวงจรหนึ่งโดยการเหนี่ยวนำ ซึ่งอาศัยการเปลี่ยนแปลงเส้นแกนแม่เหล็ก โดยการจัดให้คอยล์สองคอยล์ของหม้อแปลงไฟฟ้าอยู่ในวงจรแม่เหล็กเดียวกัน

สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเส้นแรงแม่เหล็ก จากขั้วแม่เหล็กจะมีค่าคงที่ตลอดเวลาแต่ใช้ขดลวด อาร์เมเจอร์ เคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก ส่วนหม้อแปลงไฟฟ้าขดลวด หรือคอยล์ และวงจรแม่เหล็กต่างก็อยู่กับที่ แรงเคลื่อนไฟฟ้าถูกเหนี่ยวนำทำให้เกิดขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นแรงแม่เหล็กต่อหน่วยเวลา แสดงไว้ ดังรูปที่ 2.10

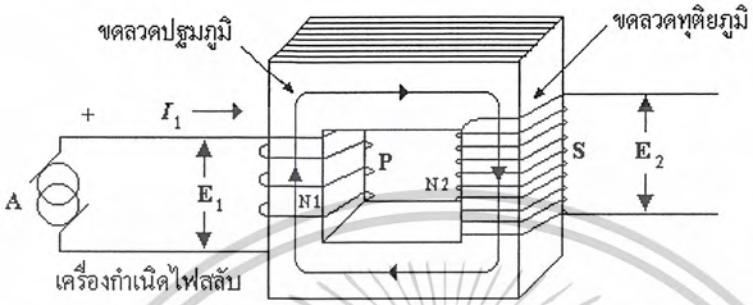
แกนเหล็ก (core) ดังรูปที่ 2.10 จะถูกสร้างให้มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ประกอบขึ้นด้วยแผนเหล็กบาง ๆ หลายแผ่นแล้วอัดติดกัน

ขดลวดปฐมภูมิ P (Primary) จะพันอยู่ที่แกนด้านหนึ่งส่วนขดลวดทุติยภูมิ S (Secondary) จะพันอยู่ที่แกนอีกด้านหนึ่ง ซึ่งขดลวดทั้งสองอาจจะมีจำนวนรอบเท่ากัน หรือไม่เท่าก็ได้ และขดลวดทั้งสองจะพันอยู่ที่ด้านตรงข้ามของแกนเหล็ก

เมื่อเครื่องกำเนิดไฟสลับป้อนกระแสให้กับขดลวดปฐมภูมิ P จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นในแกนเหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสสลับนี้จะเคลื่อนที่ไปตามแกนเหล็กและตัดกับขดลวดทุติยภูมิ S จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งมีความถี่เท่ากับความถี่ของเครื่องกำเนิดที่ป้อนแรงดันให้กับขดลวดปฐมภูมิ เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมินี้เอง จึงทำให้ขดลวดทุติยภูมิสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งพลังงานไฟฟ้านี้ถ่ายจากขดลวดปฐมภูมิไปยังขดลวดทุติยภูมิได้ด้วยแรงแม่เหล็ก



รูปที่ 2.10 ลักษณะของหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างง่าย

จากรูปที่ 2.10 ในชั่วขณะหนึ่งปลายขดลวดปฐมภูมิด้านบนจะเป็นบวก และอีกปลายหนึ่งจะเป็นลบ ซึ่งจะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเคลื่อนที่ไปตามแกนเหล็ก ในทิศทางการเคลื่อนที่ของเข็มนาฬิกาจนครบวงจร ขดลวดใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นขดลวดปฐมภูมิ หรือขดลวดทุติยภูมิ เรียกขดลวดที่ได้รับพลังงานไฟฟ้าว่าขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และเรียกขดลวดที่ได้รับพลังงานไฟฟ้าจากขดลวดปฐมภูมิหรือส่งพลังงานต่อไปให้กับโหลดว่าขดลวดทุติยภูมิ (Secondary)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วิธีการวัดปริมาณโอโซน

การวัดปริมาณโอโซนที่ใช้ในโครงงานนี้ใช้วิธีที่เรียกว่า Iodometric Method มีหลักการคร่าว ๆ คือ ใช้สารโปแตสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide, KI) ทำหน้าที่เก็บก๊าซโอโซน และนำสารที่ได้มาทำการไทเทรต (Titrate) กับโซเดียมไทโอซัลเฟต (Sodium thiosufate ,$Na_2S_2O_3$) จะได้ปริมาณสารเคมีที่ใช้ไปแทนค่าในสูตรเพื่อหาปริมาณโอโซนต่อไป

2.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ขวดรูปชมพู่ (Flask) 250 ml 3 ใบ
2. บีกเกอร์ 50, 100, 150, 250, 1000, 2000 ml อย่างละ 1 ใบ
3. ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml 4 ใบ, 250 ml 1 ใบ, 1000 ml 2 ใบ
4. กระบอกตวง 50 ml 2 ใบ, 100 ml 1 ใบ
5. ปิเปรต 2 ml, ลูกยาง, กระบอกน้ำกลั่น, บิวเรต 50 ml อย่างละ 1 อัน

2.4.2 สารเคมีและการเตรียมสารเคมี

1. สารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ (KI)

   นำสารโปตัสเซียมไอโอไดด์ ปริมาณ 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 L
2. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, H_2SO_4) เข้มข้น 1 M
3. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน (Standard sodium thiosulfate titrant, $Na_2S_2O_3$), 0.1 M)

   นำสารโซเดียมไทโอซัลเฟต ปริมาณ 25 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 L
4. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน 0.005 M

   นำสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน 0.1 M ที่เตรียมไว้ปริมาณ 50 ml มาเจือจางให้เป็น 1000 ml สำหรับงาน
5. น้ำแป้ง (Starch indicator solution)

   ต้มน้ำให้เดือดแล้วใส่แป้งมันปริมาณ 5 กรัม ลงไป คนไปเรื่อย ๆ จะเป็นเนื้อเดียวกันจึงทิ้งไว้ให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 กระบวนการทดสอบหาปริมาณโอโซน

1. นำสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์แบ่งปริมาณ 100 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL แล้วนำไปผ่านโอโซนจากเครื่องกำเนิดโอโซนเป็นเวลา 10 นาที
2. นำสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่ผ่านโอโซนมาแล้วใส่กรดซัลฟูริกปริมาณ 5 mL เพื่อปรับค่าพีเอช (pH) ให้ต่ำลง
3. ทำการไทเทรตสารละลายจากข้อ 2 ด้วย สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน 0.005 M จนสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีฟางข้าวจึงใส่แป้งลงไปเพื่อทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติที่แน่นอน
4. ไทเทรตสารละลายต่อจนกลายเป็นสารละลายใสจึงหยุด แล้วทำการบันทึกปริมาณสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้
5. นำสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่ยังไม่ผ่านโอโซนมาปริมาณ 100 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL แล้วทำกระบวนการไทเทรตดังข้อ 2 – 4 ทำการวัดปริมาณสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้
6. แทนค่าในสูตร

$$mgO_3/L = \frac{(A-B)\times M \times 24000}{mLsample} \qquad (2.3)$$

A = mL ของไทแทรนด์ (Titrant) สำหรับสารตัวอย่าง (Sample) ค่าที่บันทึกจากข้อ 4

B = mL ของไทแทรนด์สำหรับแบลงค์ (Blank) ค่าที่บันทึกจากข้อ 5

M = ค่ามาตรฐานของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐานมีค่า 0.005

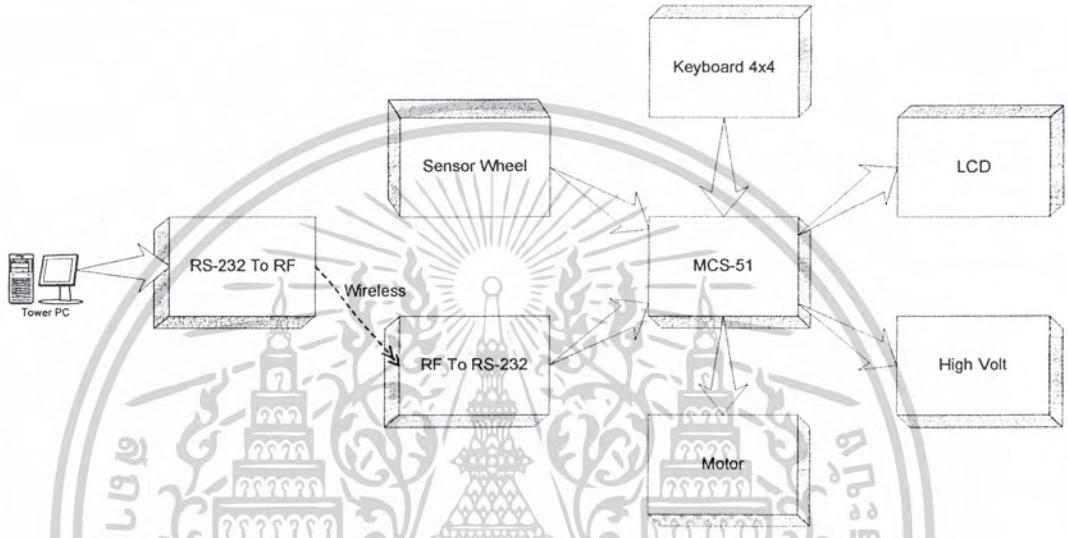
7. ทำการบันทึกผลการทดลอง และทำการวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

3.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

จากรูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของระบบ มี 6 ส่วน ได้แก่

1. วงจร Sensor Wheel
2. ส่วนของ Keyboard 4x4
3. Motor
4. LCD
5. High Volt (วงจรผลิตแรงดันสูง)
6. MCS – 51
7. RF To RS - 232
8. RS - 232 To RF

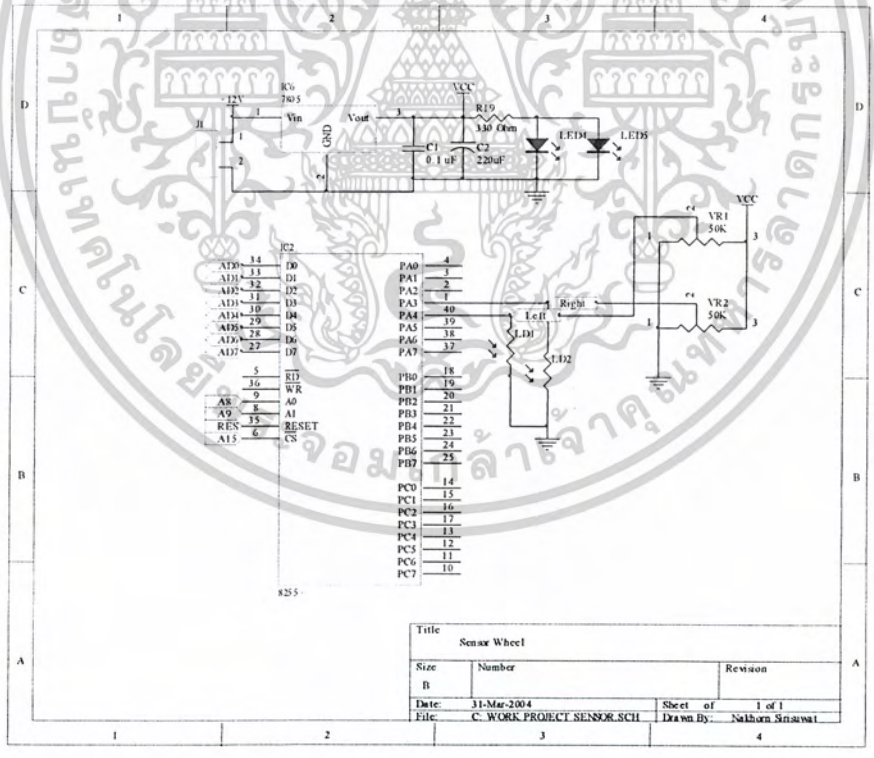
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

3.2.1 วงจร Sensor ล้อ

วงจร Sensor ทำหน้าที่นับจำนวนรอบของล้อหุ่นที่วิ่ง เพื่อทำการคำนวณระยะทางที่หุ่นได้วิ่งไป การทำงานของวงจรนี้จะอาศัยการตัดของแสงเมื่อถูกตัดจะทำให้ LDR ไม่ได้รับแสง และจะเกิดการเปลี่ยนสถานะ

รูปที่ 3.2 ตำแหน่งของการ Sensor

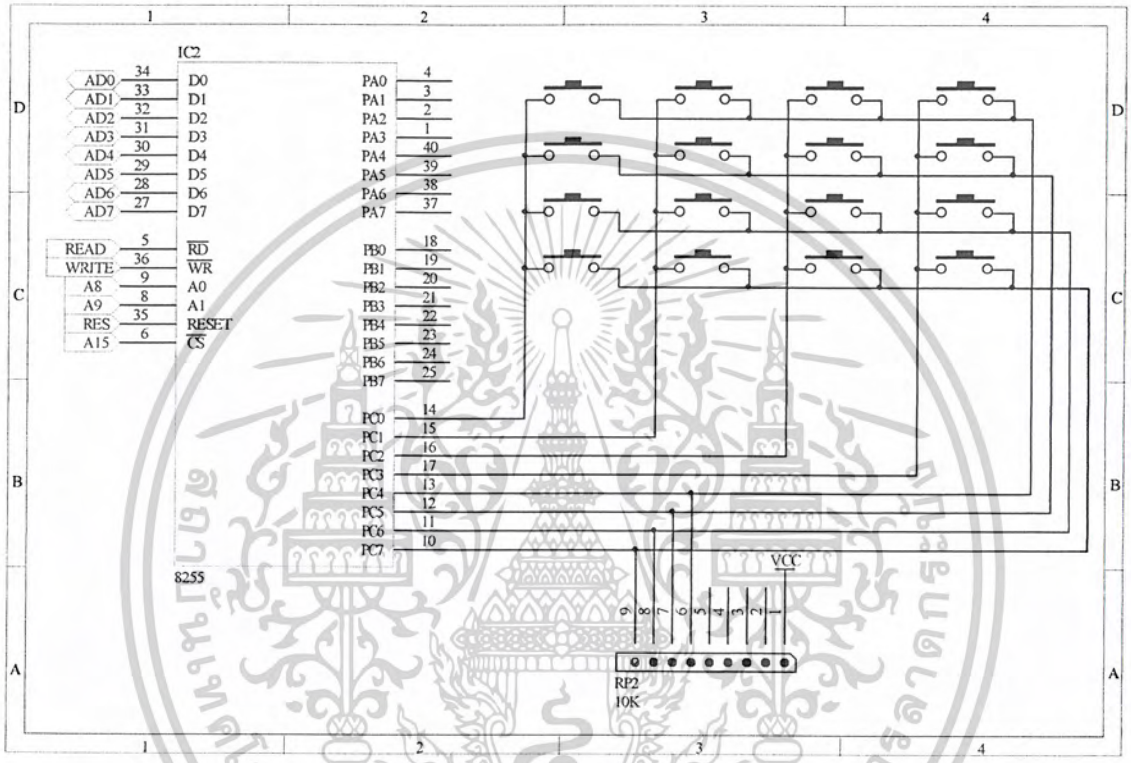


รูปที่ 3.3 วงจร Sensor ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่วนของ Keyboard

คีย์บอร์ดใช้เป็นคีย์บอร์ดเมตริกซ์ 4x4 การรับค่าจากคีย์บอร์ดสามารถทำได้โดยกำหนดพอร์ท C ล่างเป็นเอาท์พุท ส่วนพอร์ทบนเป็นอินพุท วิธีการอ่านค่าคือ เปลี่ยนค่าพอร์ทล่างที่ละบิตให้เป็น 0 เมื่ออ่านค่าพอร์ทบนหากมีการกดจะอ่านค่าได้ 0

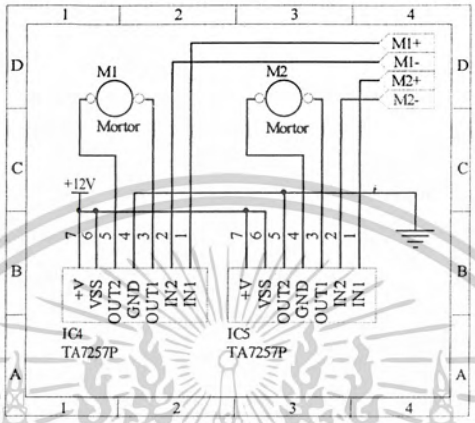


รูปที่ 3.4 วงจร Keyboard 4x4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 มอเตอร์

ส่วนขับเคลื่อน ส่วนขับเคลื่อนใช้ไอซีของ Toshiba เบอร์ TA7257P เป็นไอซีควบคุมมอเตอร์กระแสตรงสำหรับการทำงานสามารถดูได้จากตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.5 วงจรโอโซน และส่วนขับเคลื่อน

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการขับเคลื่อน

IN_1	IN_2	OUT_1	OUT_2	รายละเอียด
H	H	L	L	เบรก
L	H	L	H	หมุนซ้าย หรือ หมุนขวา
H	L	H	L	หมุนขวา หรือ หมุนซ้าย
L	L	High Impedance		หยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 LCD

หลักการทำงาน LCD

ตารางที่ 3.2 ขาของ LCD Module

ขา	สัญลักษณ์	ระดับ	รายละเอียด
1	GND	-	GND
2	VCC	-	+5V
3	Vo	-	+V ปรับความสว่าง
4	RS	H / L	H : ข้อมูล , L : คำสั่ง
5	R/W	H / L	H : อ่าน , L : เขียน
6	E	H	Enable (L->H)
7-14	D0-D7	H / L	Data Bus 0 – 7
15	LED A	H	+V backlight LED
16	LED K	L	-V backlight LED

รายละเอียดของคำสั่งใน LCD

1. ลบการแสดงผลที่มีอยู่ (Clear Display)

ตารางที่ 3.3 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งลบ

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ Space (ASCII 20h) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมดและทำการกำหนด DD RAM Address เป็นศูนย์ ตัวเคอเซอร์จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ย้ายเคอเซอร์ไปที่ตำแหน่งเริ่มต้น (Return Home)

ตารางที่ 3.4 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งย้ายเคอเซอร์

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

คำสั่งนี้จะทำการกำหนด DD RAM Address เป็นศูนย์ ตัวเคอเซอร์จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอแสดงผลข้อมูลในจอแสดงผลไม่เปลี่ยนแปลง

3. โหมดการรับข้อมูล (Entry Mode Set)

ตารางที่ 3.5 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งการรับข้อมูล

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

คำสั่งนี้ใช้กำหนดโหมดการทำงานของ LCD เมื่อมีการรับข้อมูลจากภายนอกมาแสดงผลที่ตัว LCD โดยที่ค่าของบิตควบคุมมีดังนี้

I/D เป็นการกำหนดว่า จะให้มีการเพิ่มค่าหรือลดค่าเมื่อมีการแสดงผล

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ให้ลดค่าลง 1

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า ให้เพิ่มค่าขึ้น 1

S เป็นการกำหนดในเรื่องของเคอเซอร์

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ไม่ต้องการให้เคอเซอร์เคลื่อนเมื่อมีการแสดงผล

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า ให้มีการเลื่อนเคอเซอร์ทุกครั้งที่มีการแสดงผล

4. เปิด/ปิด การแสดงผล (Display ON/OFF Control)

ตารางที่ 3.6 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งเปิด/ปิด การแสดงผล

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นคำสั่งควบคุมการเปิด/ปิดการแสดงผล, การแสดงเคอเซอร์ และการกระพริบของเคอเซอร์ โดยมีค่ากำหนดดังนี้

D เป็นบิตควบคุมการเปิด/ปิดการแสดงผล

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ปิดจอ LCD

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า เปิดจอ LCD

C เป็นบิตควบคุมการแสดงผลของเคอเซอร์

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ปิดการแสดงผลของเคอเซอร์

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า เปิดการแสดงผลของเคอเซอร์

B เป็นบิตควบคุมการกระพริบของเคอเซอร์

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า เคอเซอร์ไม่กระพริบ

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า เคอเซอร์กระพริบ

5. เลื่อนเคอเซอร์หรือจอแสดงผล (Cursor or Display shift)

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	

เป็นคำสั่งให้เคอเซอร์หรือจอแสดงผลเลื่อนไปทางซ้าย/ขวา โดยมีข้อกำหนดดังนี้

S/C เป็นการเลือกว่าจะสั่งเลื่อนจอแสดงผล หรือเคอเซอร์

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ให้เลื่อนจอแสดงผล (ตัวอักษรเปลี่ยนตำแหน่ง)

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า ให้เคอเซอร์เลื่อน

R/L เป็นบิตควบคุมการแสดงผลของเคอเซอร์

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า เลื่อนไปทางซ้าย

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า เลื่อนไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กำหนดวิธีการทำงานของ LCD (Function set)

ตารางที่ 3.8 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งกำหนดวิธีการทำงานของ LCD

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	

คำสั่งนี้เป็นการกำหนดวิธีการทำงานของ LCD ว่าใช้แบบ 1 หรือ 2 บรรทัด , ทำงานโหมด 4 หรือ 8 บิต , ใช้ตัวอักษรแบบ 5x7 หรือ 5x10 จุด โดยบิตต่างๆ มีค่าดังนี้

DL เป็นการกำหนดโหมดการรับส่ง LCD

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ทำงานโหมด 4 บิต

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า ทำงานโหมด 8 บิต

N เป็นการกำหนดว่าจะใช้ 1 บรรทัด หรือ 2 บรรทัด

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ทำงานในโหมด 1 บรรทัด

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า ทำงานในโหมด 2 บรรทัด

F เป็นบิตกำหนดความละเอียดของตัวอักษร

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ใช้ความละเอียด 5x7 จุด

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า ใช้ความละเอียด 5x10 จุด

7. อ่านสถานะ Busy และตำแหน่งจาก LCD (Read busy flag & Address)

ตารางที่ 3.9 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งอ่านสถานะ Busy

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	BF	AC (Address Counting)						

คำสั่งนี้เป็นการอ่านค่าสถานะการทำงานของ LCD ว่าทำงานเสร็จแล้วหรือยังเพื่อเตรียมส่งคำสั่งใหม่ โดยบิตต่างๆ มีความหมายดังนี้

BF เป็นสถานะของ LCD

ถ้าเป็น 0 หมายความว่า ทำงานโหมด 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเป็น 1 หมายความว่า ทำงานโหมด 8 บิต

AC เป็นค่าตำแหน่งของ Address Counting ที่ทำหน้าที่เก็บตำแหน่งเคอเซอร์

8. เขียนข้อมูลไปที่ LCD (Write data to CGRAM/DDRAM)

ตารางที่ 3.10 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งเขียนข้อมูลไปที่ LCD

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	Data 8 Bit							

คำสั่งนี้ใช้สำหรับเขียนข้อมูลไปที่ส่วนที่เป็น CGRAM หรือ DDRAM ของ LCD โดยการเขียนข้อมูลนี้จะทำให้ค่าของตำแหน่ง CGRAM/DDRAM เพิ่มลดตามที่กำหนดเอาไว้จากคำสั่ง "กำหนดโหมดรับข้อมูล" การที่จะเขียนข้อมูลไปที่ CGRAM/DDRAM ได้นั้น ก่อนอื่นจะต้องทำการกำหนดตำแหน่งของ CGRAM/DDRAM ขึ้นมาก่อน (ดูคำสั่งที่ 10 และ 11) ซึ่งข้อมูลที่ใช้ส่งไปยัง CGRAM/DDRAM จะมีความหมายของบิตที่ส่งไปคือข้อมูลขนาด 8 บิต ซึ่งถ้าทำงานในโหมด 4 บิต จะต้องส่งข้อมูลส่วนของบิตสูง (D4-D7) ออกไปก่อน แล้วตามด้วยบิตต่ำ (D0-D3)

9. อ่านข้อมูลมาจาก LCD (Read data from CGRAM/DDRAM)

ตารางที่ 3.11 สถานะของลอจิกในขาต่าง ๆ ของ LCD ในคำสั่งอ่านข้อมูลจาก LCD

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	Data 8 Bit							

คำสั่งนี้ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจากส่วนที่เป็น CGRAM หรือ DDRAM ของ LCD การที่จะอ่านข้อมูลจากที่ CGRAM/DDRAM ได้นั้น จะต้องทำการกำหนดตำแหน่งของ CGRAM/DDRAM ที่จะอ่านขึ้นมาก่อน (ดูคำสั่งที่ 10 และ 11) ค่าที่ได้จาก LCD จะเป็นข้อมูลขนาด 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การกำหนดตำแหน่งของ CGRAM (Set CGRAM Address)

ตารางที่ 3.12 การกำหนดตำแหน่งของ CGRAM

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	1	Address CGRAM					

คำสั่งนี้ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของ CGRAM ที่ต้องการเข้าถึง หลังจากนั้นค่อยใช้คำสั่งอ่านหรือเขียนข้อมูลจาก LCD ตามคำสั่งที่ 8 และ 9

11. การกำหนดตำแหน่งของ DDRAM (Set CGRAM Address)

ตารางที่ 3.13 การกำหนดตำแหน่งของ DDRAM

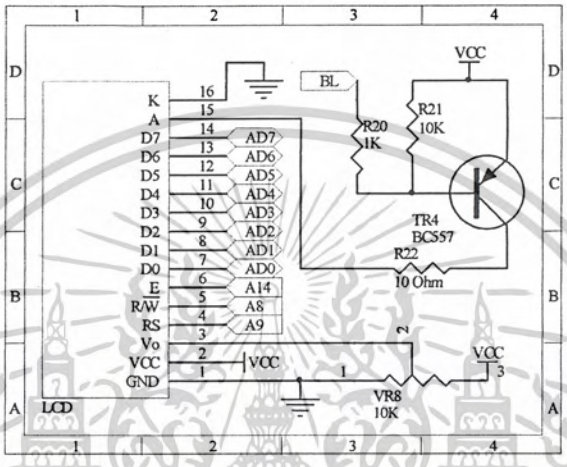
RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	Address DDRAM							

คำสั่งนี้ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของ DDRAM ที่ต้องการเข้าถึง หลังจากนั้นค่อยใช้คำสั่งอ่านหรือเขียนข้อมูลจาก LCD ตามคำสั่งที่ 8 และ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ LCD กับ Information Ozone Robot

วงจรจากรูปที่ 3.4 เป็นการต่อ LCD รุ่น DV-16100-S2FBLY แบบตัวอักษร 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด ความละเอียด 5x7 จุด และมีหลอด backlight LED ซึ่งต่อกับ P1.6 ใช้ทรานซิสเตอร์ BC557 ทำงานโดยป้อนพัลส์ ในวงจรมี VR8 ทำหน้าที่ปรับความเข้มจอ LCD

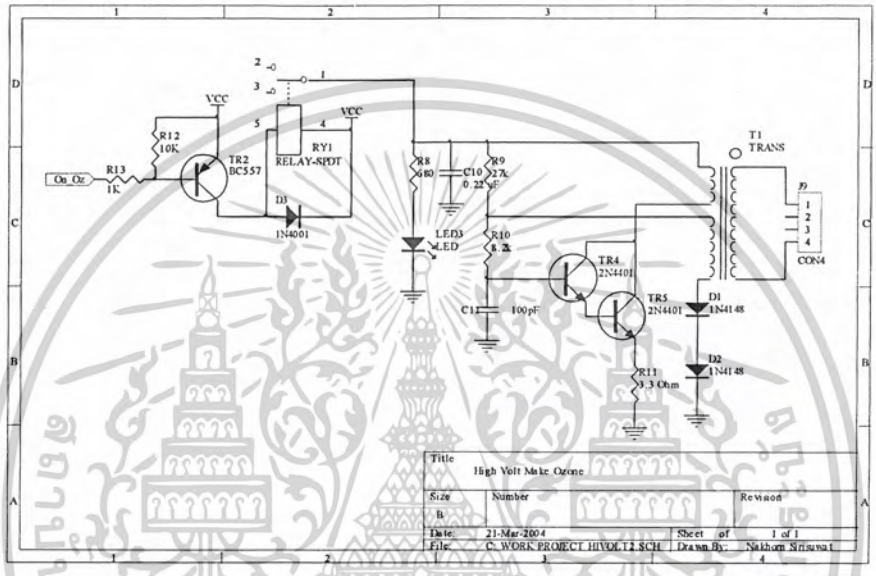


รูปที่ 3.6 การต่อ LCD แบบตัวอักษร 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 High Volt (วงจรผลิตแรงดันสูง)

หลักการทำงานวงจรผลิตแรงดันสูง วงจรกำเนิดโอโซนอาศัยตัวไมโครคอนโทรเลอร์สั่งให้รีเลย์ทำงาน จากนั้นจะผลิตความถี่ประมาณ 64 kHz เมื่อมีความถี่สูงเข้ามาหม้อแปลง T1 ซึ่งเป็นหม้อแปลงแกนเฟอร์ไลท์ จากนั้นเอาท์พุทของหม้อแปลงนี้จะผ่านไดโอดทำให้เป็นไฟลบ เพื่อผลิตเป็นโอโซนต่อไป



รูปที่ 3.7 วงจรผลิตแรงดันสูง

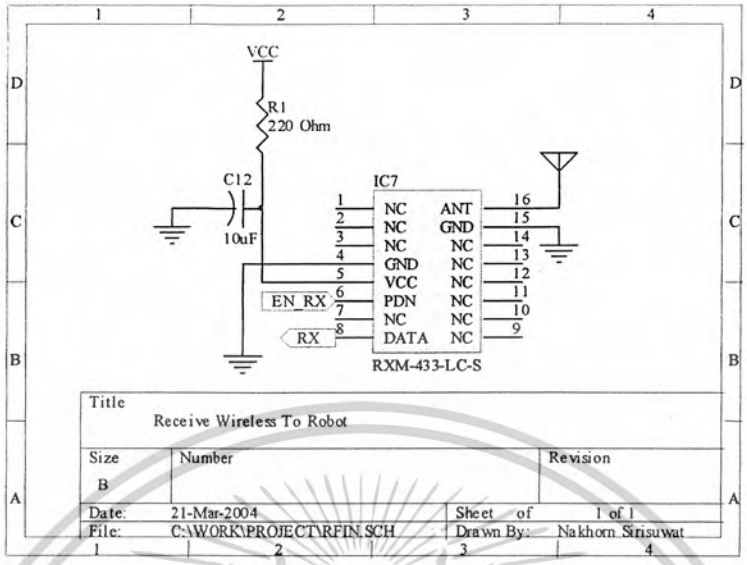
3.2.6 MCS – 51

การทำงานของ MCS จะทำการรอรับคำสั่งจากคลื่นวิทยุ แล้วทำการประมวลผลโดยการแยกทิศทางในการวิ่งและระยะทาง จากนั้นจะทำการสั่งงานให้หุ่นวิ่งไปตามที่ได้รับเข้ามา ในการที่หุ่นวิ่งจะทำการวัดระยะที่วิ่งไปด้วย

3.2.7 RF To RS - 232

ในส่วน RF To RS - 232 จะเป็นการรับคลื่นวิทยุที่ส่งมาโดยคอมพิวเตอร์ แล้วไปเข้ายัง MCS การรับจะอยู่ในรูปแบบ RS - 232 แต่ระดับแรงดันจะเป็นเพียง 5 โวลต์ วงจรที่เป็นตัวรับคลื่นความถี่ใช้ Module ของ LINX ซึ่งใช้ความถี่ 433 MHz

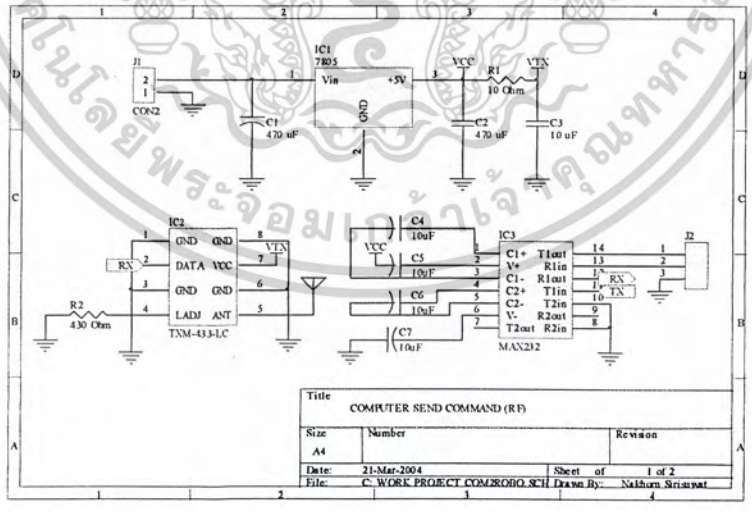
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรรับคลื่นวิทยุ 433 MHz

3.2.8 RS - 232 To RF

ในส่วน RS - 232 To RF จะเป็นการส่งคลื่นวิทยุออกอากาศจากคอมพิวเตอร์ไปสู่หุ่น การแปลงสัญญาณจะใช้ MAX232 แปลงจากระดับแรงดันของ RS - 232 ไปเป็น 5 โวลต์ คอมพิวเตอร์ที่ส่งสัญญาณออกมานั้นจะรับคำสั่งจากผู้ใช้โดยทำการเขียนโปรแกรมผ่าน Visual Basic



รูปที่ 3.9 วงจรส่งคลื่นวิทยุ 433 MHz

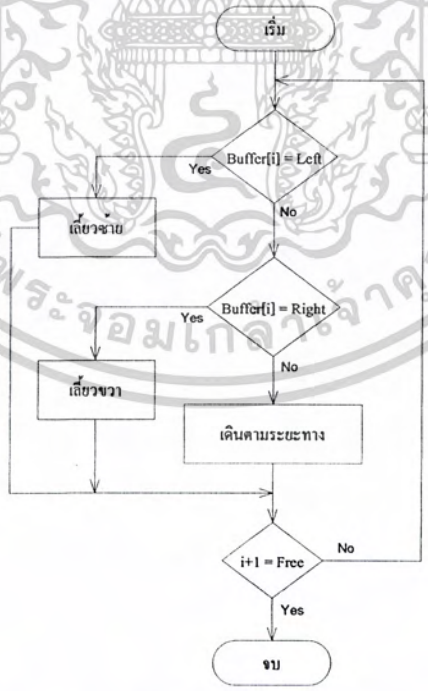
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบซอร์ฟแวร์

สำหรับการออกแบบซอร์ฟแวร์ มี 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ออกแบบโปรแกรมของหุ่นให้ทำการรับข้อมูล และสั่งให้ทำการเคลื่อนที่

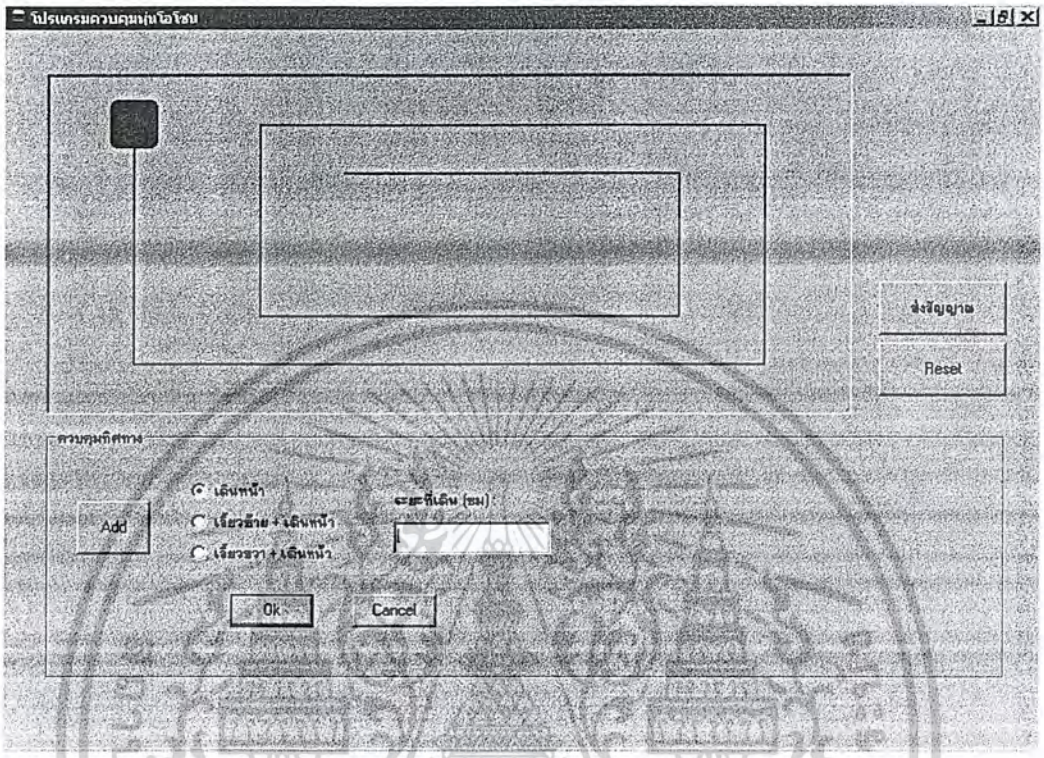
รูปที่ 3.10 Flow Chart การทำงานของหุ่นโดยรวม



รูปที่ 3.11 Flow Chart ของฟังก์ชั่น ควบคุมการเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 ออกแบบโปรแกรมเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ อาศัย Visual Basic ในการเขียนโปรแกรม



รูปที่ 3.12 ส่วนของโปรแกรมที่ติดต่อกับผู้ใช้เพื่อกำหนดเส้นทางเดิน

การใช้งานโปรแกรมนั้นเราสามารถดูเส้นทางการเดินของหุ่นได้จากโปรแกรมก่อนว่าเราต้องการเส้นทางการเดินนี้แน่นอนหรือไม่ แล้วเราจึงส่งสัญญาณไปยังตัวหุ่นเพื่อเดินไปตามเส้นทางที่เรากำหนดไว้

การใช้งานโปรแกรม

1. เลือกปุ่ม Add จากนั้นจะมี 3 ตัวเลือก ได้แก่ เดินหน้า, เลี้ยวซ้าย แล้วให้หุ่นเดินหน้า และเลี้ยวขวา แล้วให้หุ่นเดินหน้า ให้เราเลือกโดยคลิกหน้าตัวเลือก
2. เมื่อเลือกว่าต้องการให้หุ่นทำอะไรแล้ว ให้เรามากำหนดระยะทางการเดิน โดยใส่ค่าตัวเลขลงในช่องที่กำหนด
3. เลือกปุ่ม OK เพื่อดูรูปเส้นทางการเดินของหุ่น หรือถ้าต้องการยกเลิกเลือกปุ่ม Cancel
4. เมื่อต้องการใส่เส้นทางการเดินเพิ่มเติมให้เลือก Add ใหม่
5. ถ้าสิ้นสุดขั้นตอนการกำหนดเส้นทางแล้วให้ทำการคลิกที่ปุ่มส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

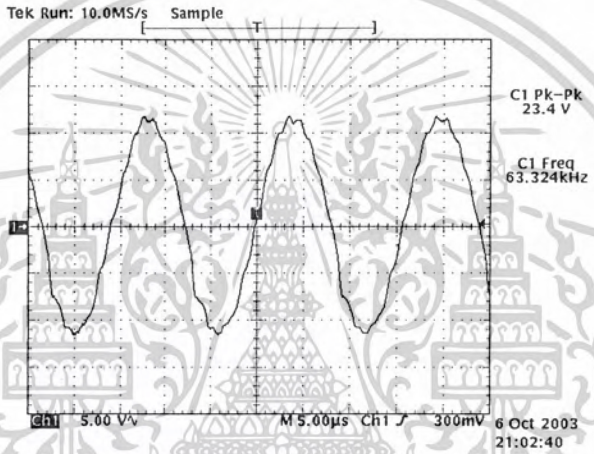
บทที่ 4

การทดลองและ ผลการทดลอง

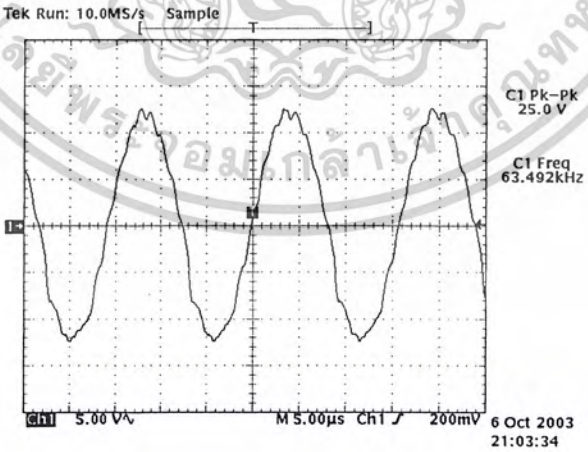
4. ผลการทดลอง

4.1 การทดลองวงจรผลิตโอโซน

ในการทดสอบวงจรผลิตโอโซน จะทำการวัดสัญญาณอินพุทโดยเปลี่ยนแรงดันอินพุทที่ป้อนให้แก่วงจรผลิตโอโซน ซึ่งสัญญาณที่ได้ ดังรูปที่ 4.1

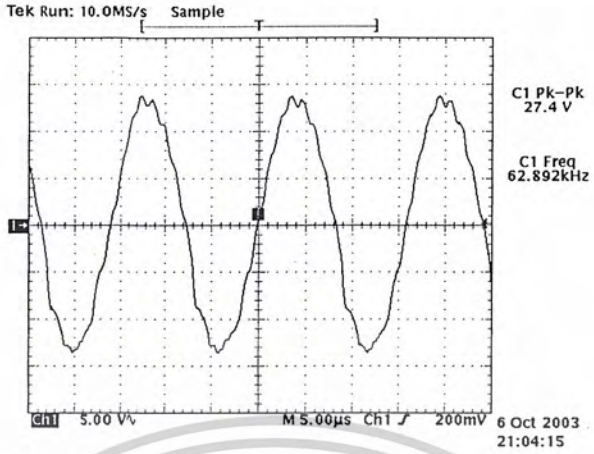


รูปที่ 4.1 สัญญาณอินพุทที่วงจรผลิตโอโซนที่แรงดัน 11 โวลต์

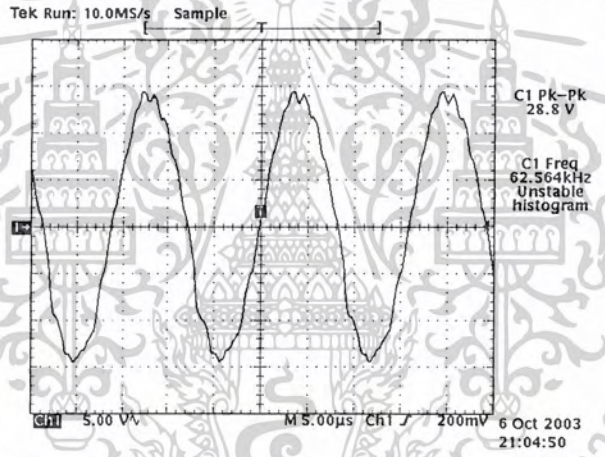


รูปที่ 4.2 สัญญาณอินพุทที่วงจรผลิตโอโซนที่แรงดัน 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณอินพุทที่วงจรผลิตโอโซนที่แรงดัน 13 โวลต์



รูปที่ 4.4 สัญญาณอินพุทที่วงจรผลิตโอโซนที่แรงดัน 14 โวลต์

ค่าเฉลี่ยแรงดันอินพุทของวงจรผลิตโอโซน คือ 12.5 โวลต์

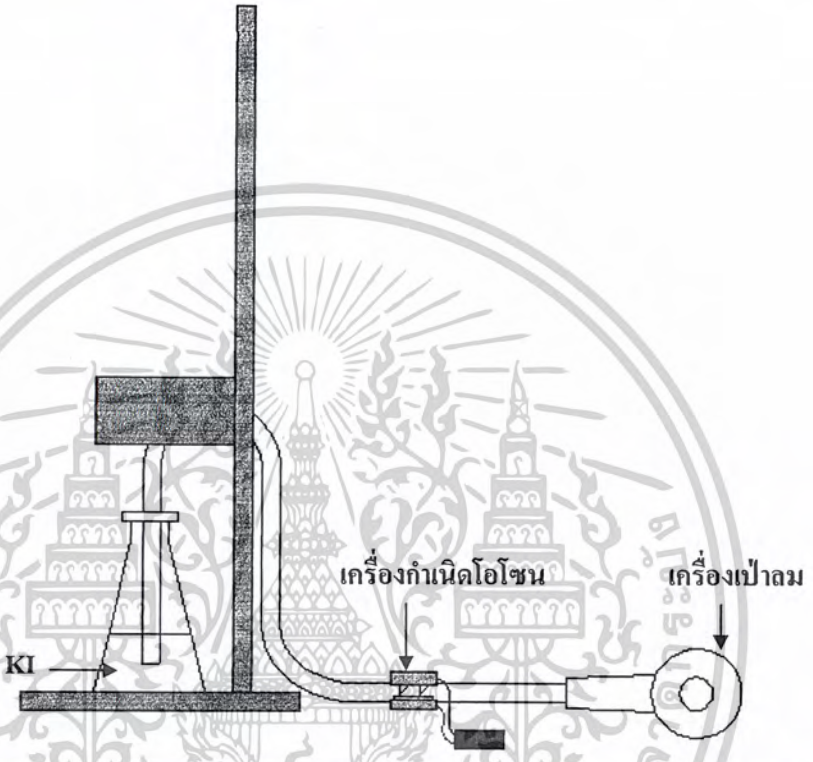
ค่าเฉลี่ยแรงดันเอาท์พุทของวงจรผลิตโอโซน คือ 26.175 โวลต์

สาเหตุที่ทำการวัดสัญญาณเฉพาะอินพุทของวงจรผลิตโอโซน ส่วนในเอาท์พุทของวงจรผลิตโอโซน ไม่ได้ทำการวัดสัญญาณเนื่องจาก เอาท์พุทของวงจรผลิตโอโซนมีแรงดันที่สูง อุปกรณ์ในการวัดสัญญาณไม่สามารถวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 กระบวนการทดสอบวัดปริมาณโอโซน

4.2.1 นำสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ปริมาณ 100 mL ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 250 mL แล้วนำไปผ่านโอโซนจากเครื่องกำเนิดโอโซนเป็นเวลา 10 นาที ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 นำเอาสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ (KI) ผ่านโอโซนจากเครื่องกำเนิดโอโซน

จากรูปที่ 4.5 เป็นการทดลองโดยการนำโอโซนมาผ่านสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ หรือที่เรียกกันว่า KI โดยการผ่านในที่นี้ต้องมีลักษณะที่จุ่มลงไปในสารละลายแล้วสารละลายต้องกระเพื่อม จึงใช้สายยางเป็นตัวช่วย และต้องผ่านในภาชนะที่ปิดสนิทเป็นเวลา10 นาที สาเหตุที่ต้องทำลักษณะนี้ก็เพื่อให้การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของโอโซนกับสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ได้อย่างเต็มที่ แต่ในการทดสอบเราจะทำการเปลี่ยนตัวพัดลมเพราะว่าของเดิมนั้นมีขนาดที่เล็ก และความแรงของลมไม่สามารถทำให้สารละลายกระเพื่อมได้ และเพื่อให้ได้การปริมาณโอโซนที่แท้จริง ลักษณะของเครื่องกำเนิดจึงต้องอยู่ในสายยาง ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วโอโซนจะถูกดูดซับในสาร KI ทำให้เรามองเห็นสารละลายเป็นสีเหลืองของไอโอดีน ดังสมการ

$$O_3 + 2KI + 2H_2O \rightarrow I_2 + O_2 + 2KOH \qquad (4.1)$$

4.2.2 นำสารโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่ผ่านโอโซนแล้วมาใส่กรดซัลฟูริกปริมาณ 5 mL เพื่อทำการปรับค่าพีเอช (pH) ให้ต่ำลง

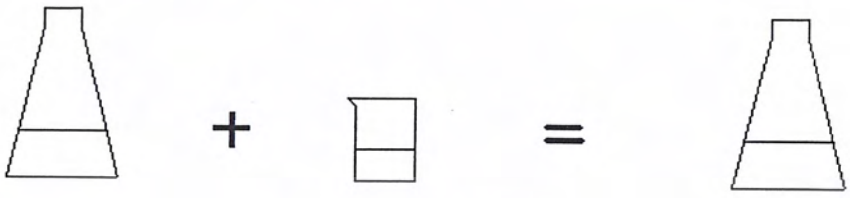
KI ที่ผ่านโอโซน กรดซัลฟูริก

รูปที่ 4.6 สารโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่ผ่านโอโซนแล้วมาใส่กรดซัลฟูริก

จากรูปที่ 4.6 เราจะทำให้ KI ที่ผ่านโอโซนแล้วเป็นกรดด้วยสาร H_2SO_4 เพื่อช่วยให้โอโซนแตกตัวช้าลง และช่วยให้มีค่า pH mเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ทำการไทเทรตสารละลายจากข้อ 4.2.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต มาตรฐาน 0.005 m ($Na_2S_2O_3$)



โซเดียมไทโอซัลเฟท 0.005m

รูปที่ 4.7 การไทเทรตสารละลายด้วยโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.005 m

4.2.4 ใส่น้ำแป้งเพื่อทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติที่แน่นอน

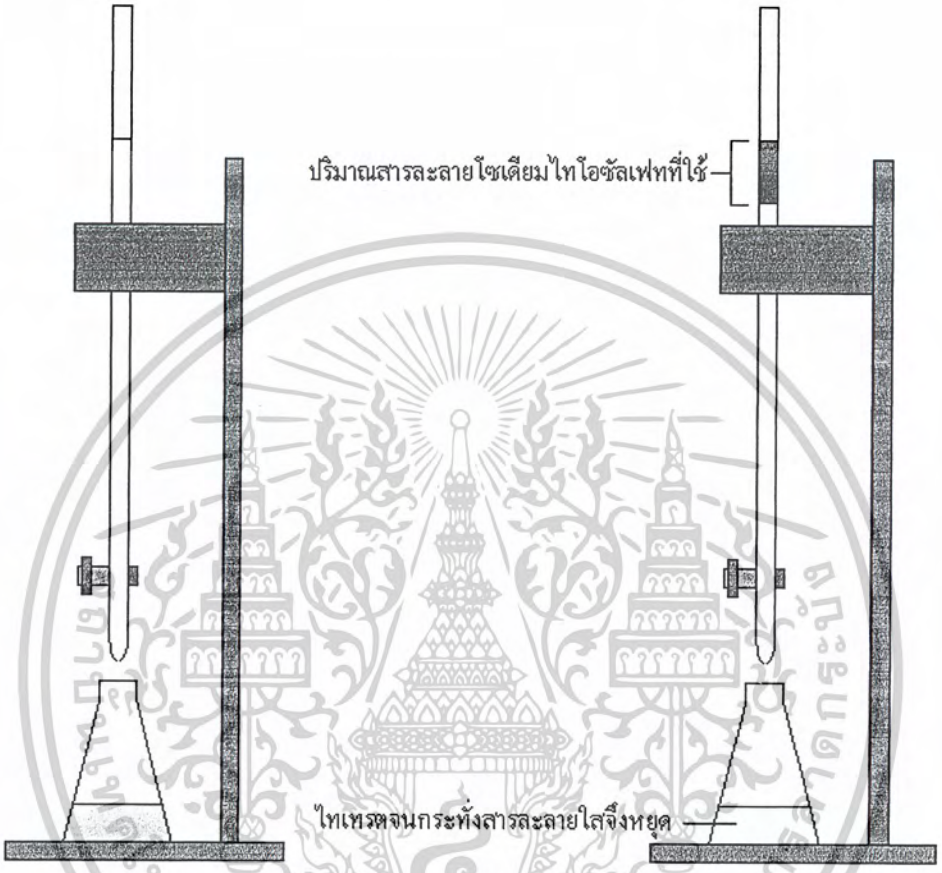
แป้ง

รูปที่ 4.8 เติมแป้งที่สารละลายเพื่อบอกจุดยุติที่แน่นอน

จากรูปที่ 4.8 เป็นการเติมแป้งลงในสารละลาย จากการทดลองสังเกตได้ว่าสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองไอโอดีน เป็นสีม่วง ซึ่งสังเกตได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ไทเทรตสารละลายต่อจนกลายเป็นสารละลายใสแล้วจึงหยุด

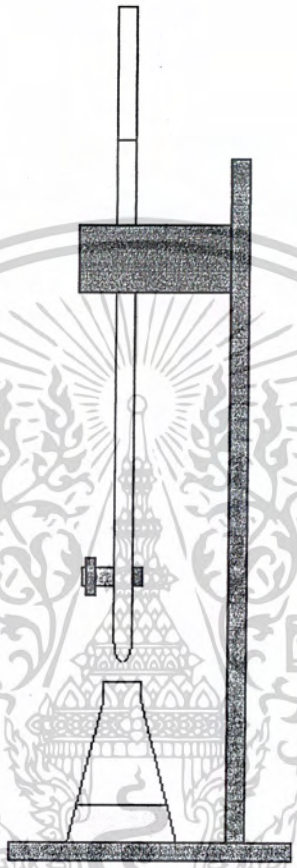


รูปที่4.9 การไทเทรตสารละลายจนกลายเป็นสีใส

จากรูปที่ 4.9 ทำการไทเทรตสารละลายต่อจนสารละลายใสแล้วจึงหยุดการไทเทรต ให้ทำการบันทึกค่าปริมาณสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ได้ค่าดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 นำสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ที่ยังไม่ผ่านโอโซนมาปริมาณ 100 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL แล้วทำกระบวนการไทเทรตดังข้อ 4.2.2 – 4.2.5



รูปที่ 4.10 การไทเทรตสารละลายที่ไม่ผ่านโอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองจากการไทเทรตสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์

ค่า	ผลที่ได้
A	12.5
B	3.3

เมื่อนำไปแทนค่าในสมการ

$$mgO_3/L = \frac{(A-B)\times M \times 24000}{mLsample} \quad (4.1)$$

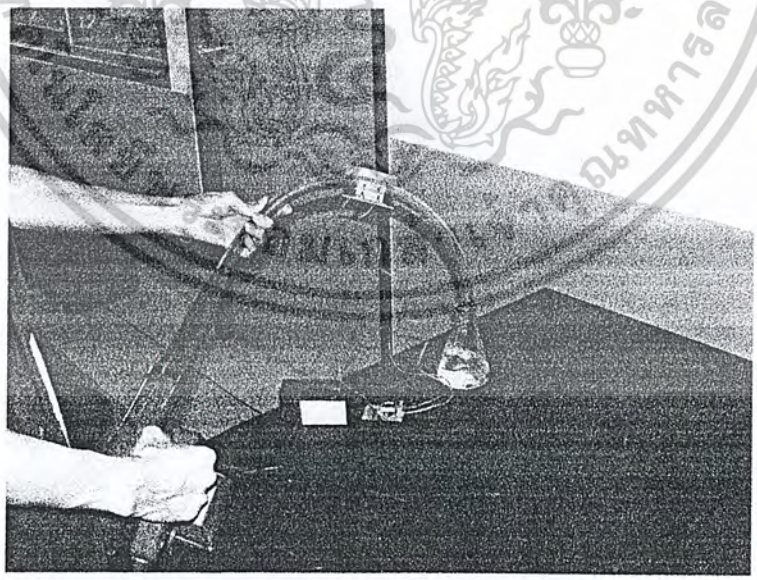
ค่า A = mL ของไทแทรนด์ สำหรับสารตัวอย่าง (ค่าที่บันทึกจากข้อ 4.2.5)

ค่า B = mL ของไทแทรนด์ สำหรับแบลงค์ (ค่าที่บันทึกจากข้อ 4.2.6)

โดยค่า M มีค่าเท่ากับ 0.005

mL sample คือ ค่าปริมาณของโปรแตสเซียมไอโอไดด์ มีค่าเท่ากับ 100 mL

จากผลการทดลองหุ่นโอโซนสารสนเทศสามารถสังเคราะห์ปริมาณโอโซนได้เท่ากับ 11.04 mg/L ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์



รูปที่ 4.11 ภาพรวมของการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์, ทฤษฎีเกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้า และทฤษฎีการกำเนิดของโอโซน มาสร้างเป็นหุ่นโอโซนสารสนเทศ โดยสามารถควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผู้ใช้ไปยังตัวหุ่นยนต์ได้

ส่วนผลการทดลอง หุ่นโอโซนสารสนเทศสามารถสังเคราะห์โอโซนออกมาได้ ที่ปริมาณ 11.04 mg/L ซึ่งเป็นระดับที่น่าพอใจ เพราะไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ส่วนการทดลองที่ตัวหุ่นนั้นจากครั้งแรกที่ใช้การ Sensor ตามเส้น ได้พัฒนาต่อมาเป็นการควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผู้ใช้ผ่านเครือข่ายสื่อสารไปยังตัวหุ่นโอโซนสารสนเทศเพื่อไปยังที่ต้องการได้

ปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา

ปัญหาในการสื่อสาร เนื่องจากการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับตัวหุ่นนั้นใช้คลื่นวิทยุจึงเกิดการสื่อสารที่ผิดพลาดบ้างจึงใช้วิธีการส่งข้อมูลหลายๆ ครั้ง หากจะทำการตรวจสอบโดยให้หุ่นส่งข้อมูลกับจะทำให้ต้องเพิ่มวงจรรับ-ส่งคลื่นวิทยุอีก 1 ชุด

ปัญหาการวัดปริมาณโอโซน ในการวัดโอโซนต้องใช้ลมที่แรงมากพอที่จะทำให้น้ำเกิดการกระเพื่อม แต่หุ่นที่ได้ทำการออกแบบมานั้นใช้แรงลมที่ไม่แรงมาก เวลาวัดจริงจึงต้องใช้เครื่องเป่าลมที่ให้แรงลมแรงมาก

ปัญหาอุปกรณ์หาไม่ได้ วงจรผลิตไฟแรงสูงต้องใช้หม้อแปลงเพื่อแปลงแรงดันให้สูงขึ้นหาได้ยาก แต่เนื่องจากได้การสนับสนุนจากโรงงานผลิตหม้อแปลง จึงสามารถนำมาใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] บริษัท อีทีที จำกัด, "เข้าใจ/สร้าง/เล่นไมโครโปรเซสเซอร์ 2", ซีเอ็ด ยูเคชั่น (มหาชน), 2539

[2] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, "เรียนรู้ และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 แบบแฟลช", บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

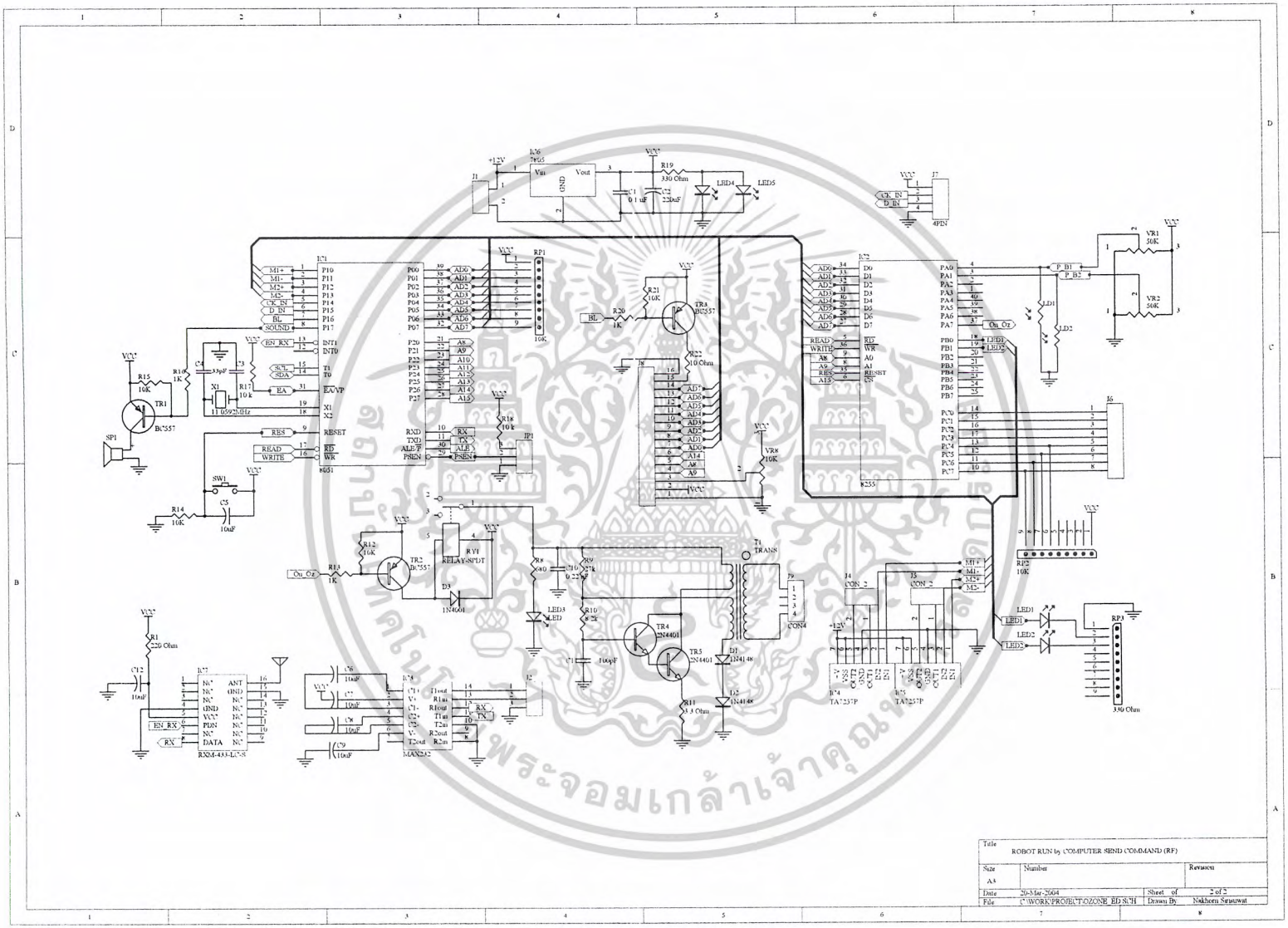
[3] ผศ. ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่ 2, 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

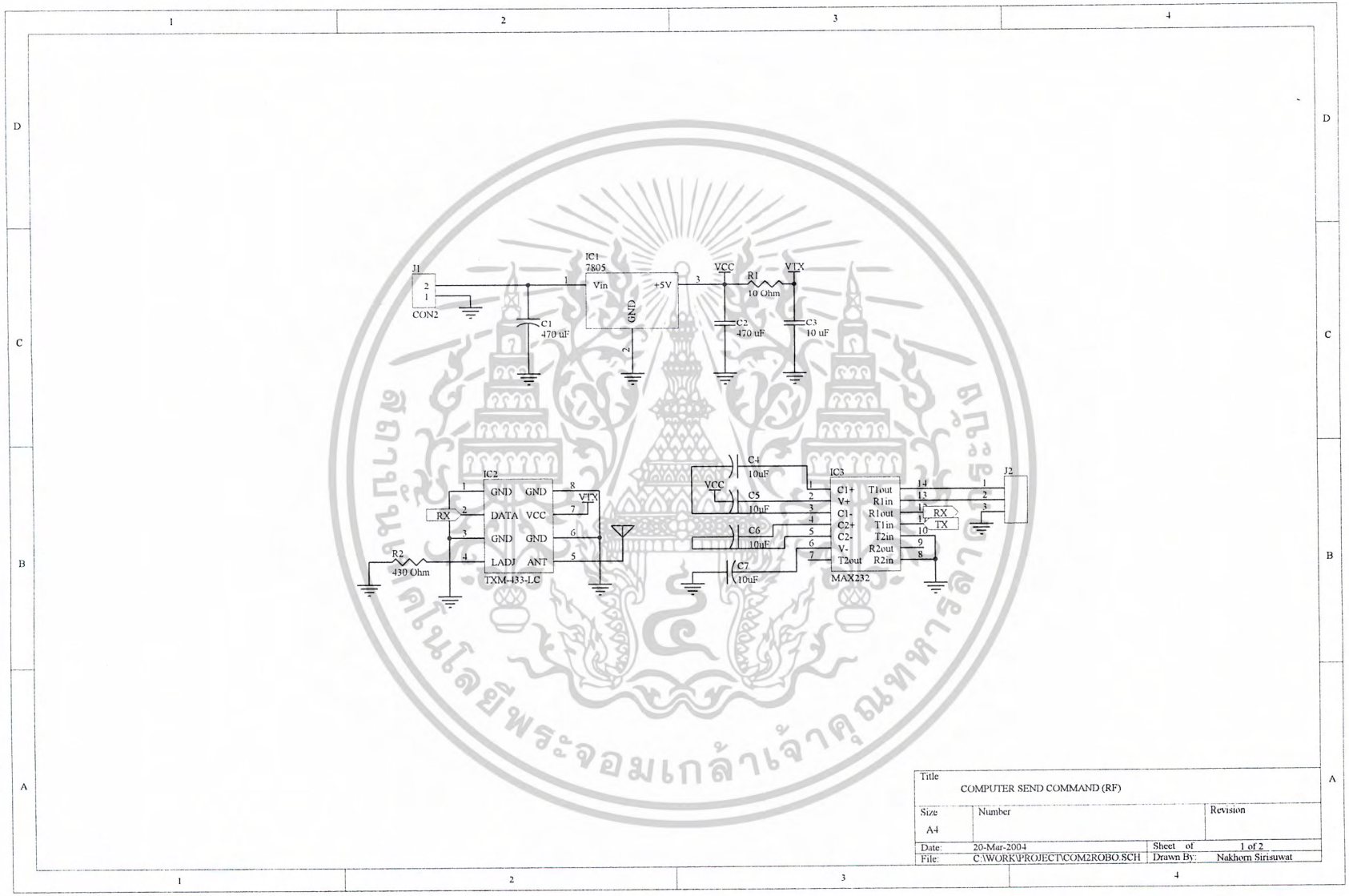
ภาคผนวก ก.

วงจรอิเล็กทรอนิกส์

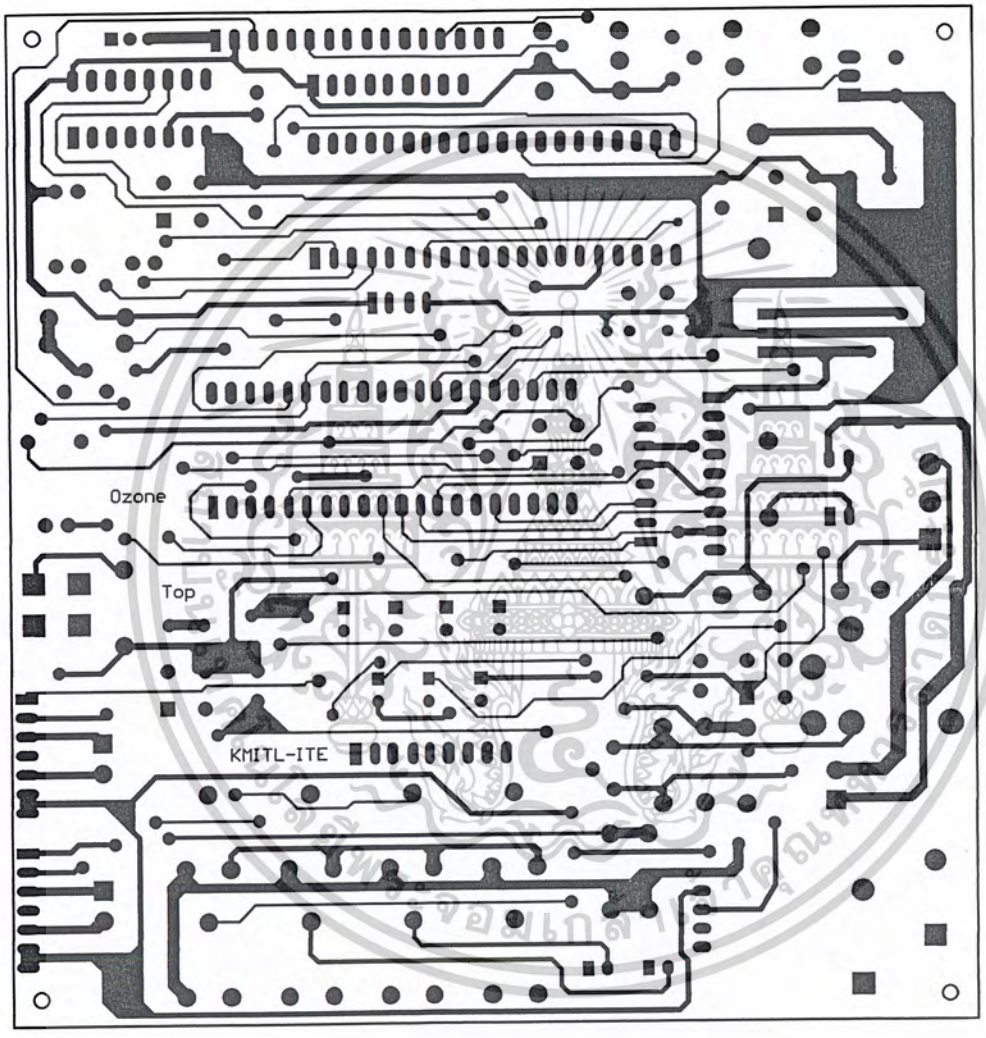
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 วงจรรวมของหุ่นยนต์

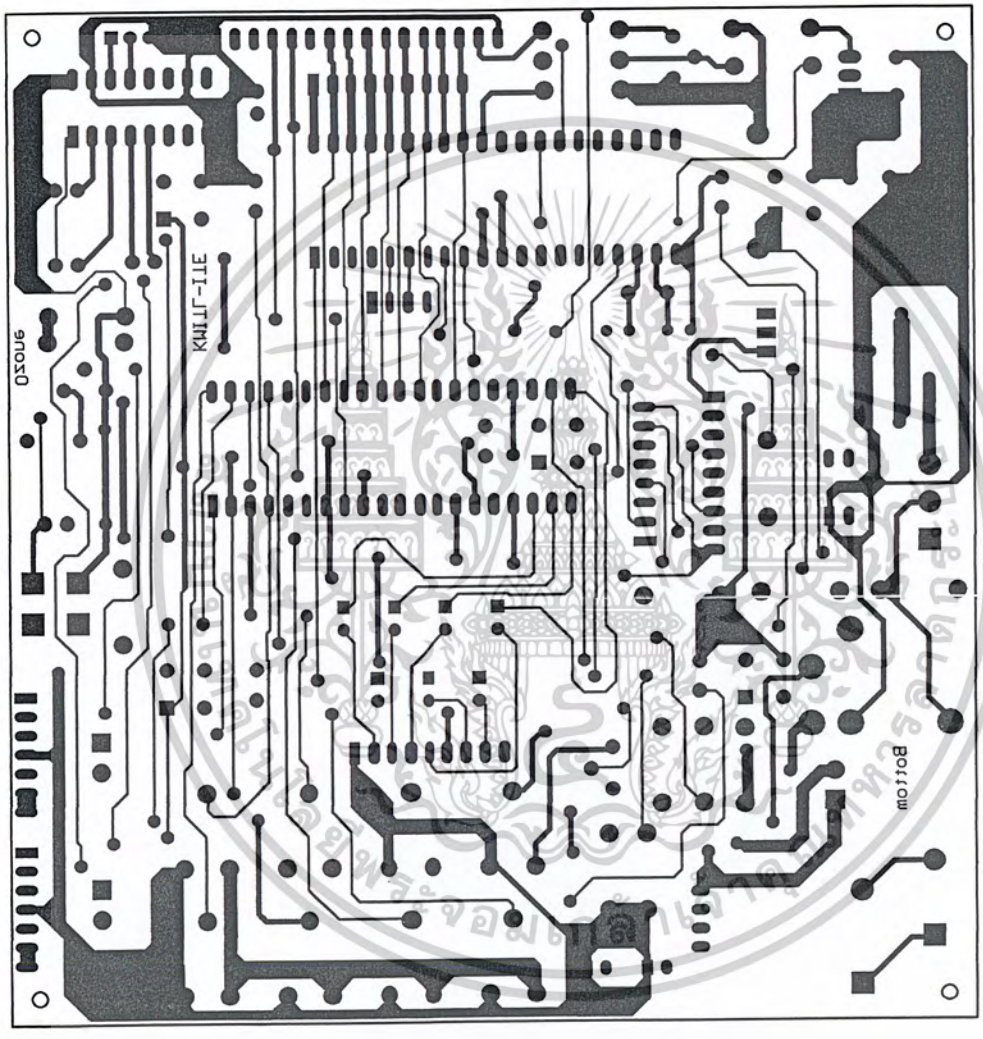


รูปที่ ก.2 วงจรภาคส่ง



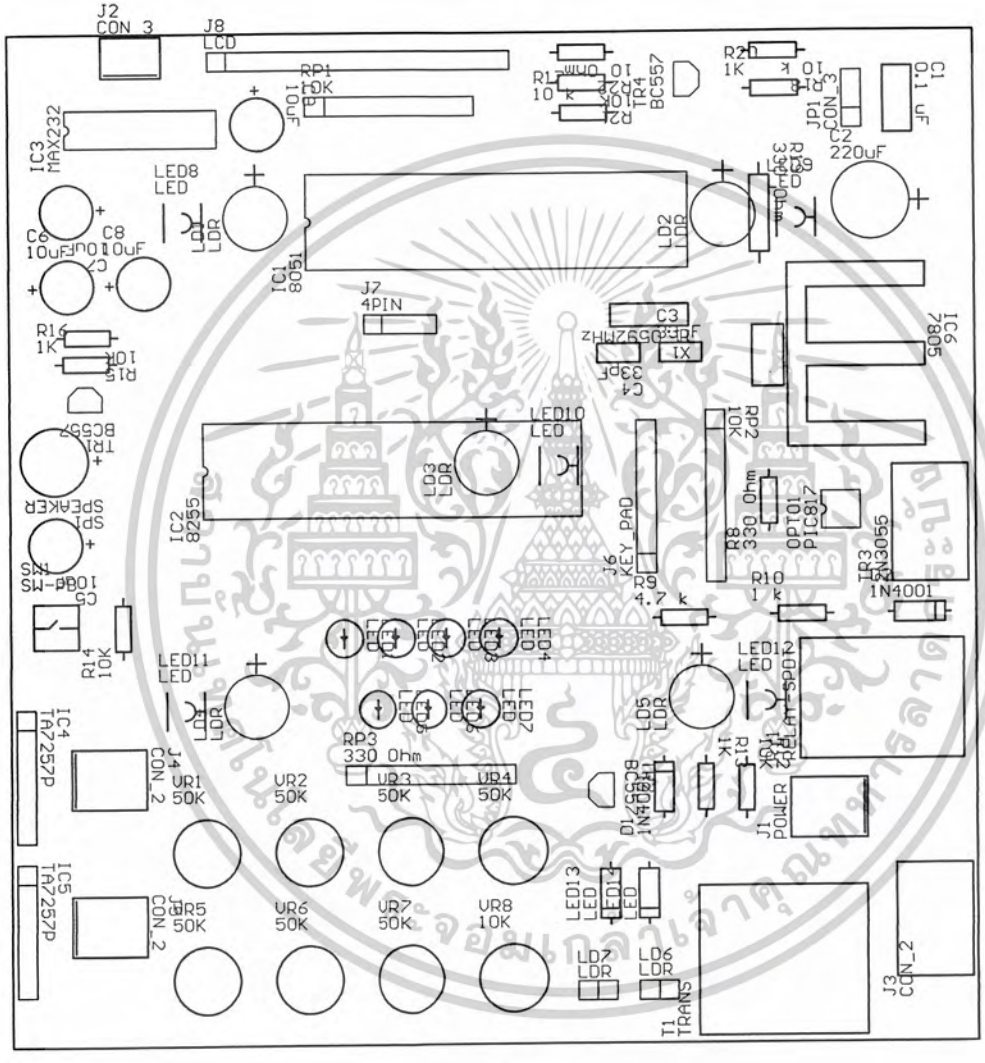
รูปที่ ก.3 ลายวงจรรวมหุ่นยนต์ (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



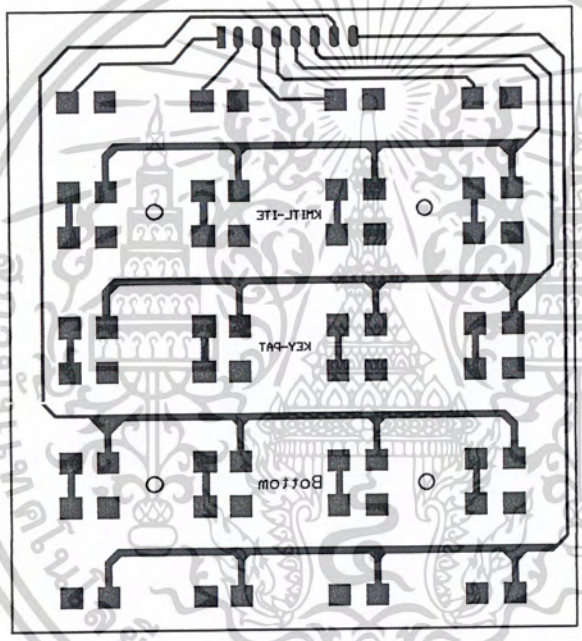
รูปที่ ก.4 ลายวงจรรวมหุ่นยนต์ (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



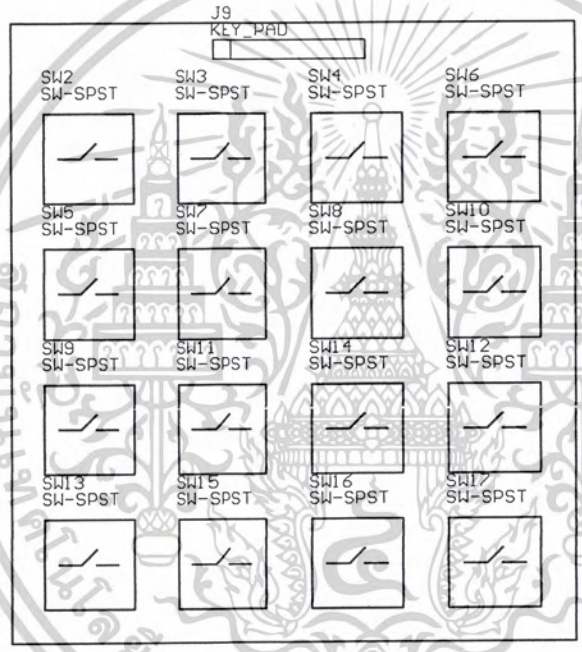
รูปที่ ก.5 การวางอุปกรณ์ของวงจรหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.6 ลายวงจรคีย์แพด (ด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 การวางอุปกรณ์ของคีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*      The Project Information Ozoner Robot     */
/********** I/O PORT **********/
sbit    SOUNDB  = P1^7;                                  // Sound Bit
sbit    E_LCD   = P2^6;                                  // Enable LCD
sbit    R_W_LCD = P2^0;                                  // Read or Write
sbit    RS_LCD  = P2^1;                                  // Instruct or D.
sbit    W_LCD   = P0^7;                                  // Wait LCD
sbit    BL      = P1^6;                                  // Black Light
sbit    E_OZONE = P2^3;                                  // Enable OZONE
sbit    M1_P    = P1^0;                                  // DC Mortor
sbit    M1_N    = P1^1;                                  // DC Mortor
sbit    M2_P    = P1^2;                                  // DC Mortor
sbit    M2_N    = P1^3;                                  // DC Mortor

#define PORTA XBYTE [0x3000]                             // 8255 port
#define PORTB XBYTE [0x3100]                             // 8255 port
#define PORTC XBYTE [0x3200]                             // 8255 port
#define PORTP XBYTE [0x3300]                             // 8255 port

#define MAX_IN          12                               // Max Record In
#define Ripple                  17                       // Delay For Rea


/********** INT-RAM WORKING AREA **********/
unsigned char data LCDBUF[20];                           // lcd buffer

typedef struct{                                          // Structor Use
        unsigned char direct;                            // Put status Go
        unsigned int len;                                // Put distance
}Table2;

Table2  Ta2[MAX_IN];                                     // Record Data

//              Function Delay 10^-3 sec
void dmsec (unsigned int count) {       /* Delay mSec */
    unsigned char i;
    while (count) {
        for (i=1;i<=228;i++);
        count--;
    }
}

//              Function Make Sound
void sound (void) {
    unsigned char i;
        int time=20000;
    while (time>0) {
        SOUNDB = 0;                         /* out signal low */
        for(i=1;i<=40;i++)
            time--;
        SOUNDB = 1;                        /* out signal high */
        for(i=1;i<=40;i++)
            time--;
    }
}

//              Function Write Command To LCD
void lcd_w_com(unsigned char in)
{
   RS_LCD=0;
   R_W_LCD=0;
   P0=in;
   E_LCD=1;
   P0=in;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
65      E_LCD=0;
66      dmsec(2);
67  }
68
69  //              Function Write Data To LCD
70  void lcd_w_data(unsigned char in)
71  {
72      RS_LCD=1;
73      R_W_LCD=0;
74      P0=in;
75      E_LCD=1;
76      P0=in;
77      E_LCD=0;
78      dmsec(2);
79  }
80
81  //              Function Write Data In Buffer To LCD
82  //              Val LCDBUF[20] is Buffer LCD
83  void LCD_OUT(void)
84  {
85      unsigned char i,err;
86      err=1;
87      BL=0;                       //Set Light
88      lcd_w_com(0x01);
89      lcd_w_com(0x80);
90      for(i=0;(i<8)&&(err);i++)
91      {
92          if(LCDBUF[i]=='\0')
93          {
94              err=0;
95              break;
96          }
97          lcd_w_data(LCDBUF[i]);
98      }
99      lcd_w_com(0xc0);
100     for(i=8;(i<16)&&(err);i++)
101     {
102         if(LCDBUF[i]=='\0')
103         {
104             err=0;
105             break;
106         }
107         lcd_w_data(LCDBUF[i]);
108     }
109 }
110
111 //              Function Scan Keyboard
112 //              Keyboard connect to 8255 Port C
113 //              Return  '1'     '2' '3' 0x70
114 //              Return  '4'     '5' '6' 0x80
115 //              Return  '7'     '8' '9' 0x90
116 //              Return  0xa0'0' 0xb0 0xc0
117 //              If Not Put Keyboard Return 0xff
118 unsigned char scan_key(void)
119 {
120     unsigned char key_in,out=0xff,tmp,i;
121     key_in=0x0e;
122     for(i=0;i<4;i++)
123     {
124         PORTC=key_in;
125         tmp=PORTC & 0xf0;
126         if(tmp!=0xf0)
127         {
128             switch(tmp)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
129             {
130                 case 0xe0 : if(i<3) out='1'+i;
131                             else out=0x70;
132                             break;
133                 case 0xd0 : if(i<3) out='4'+i;
134                             else out=0x80;
135                             break;
136                 case 0xb0 : if(i<3) out='7'+i;
137                             else out=0x90;
138                             break;
139                 case 0x70 : switch(i)
140                             {
141                                 case 0 : out=0xa0;  break;
142                                 case 1 : out='0';   break;
143                                 case 2 : out=0xb0;  break;
144                                 case 3 : out=0xc0;  break;
145                             }
146                             break;
147             }
148             break;
149         }
150         key_in=key_in<<1;
151         key_in=key_in & 0x0f;
152         key_in|=1;
153     }
154     return out;
155 }
156
157 //              Function Robot Go To Direct Read Distance By Record Ta2[
158 //              Val i is index to Go
159 //              1 Cycle = 19 Cm
160 //              1 Cycle = 2 Sensor
161 //              1 Sensor = 9.5 Cm
162 void go(unsigned char i)
163 {
164         unsigned char j,tmp;
165         unsigned char diff;
166         diff=Ta2[i].len*9.5;
167         sprintf(LCDBUF,"  Go %4bu cm.    ",diff);                    //Show D
168         LCD_OUT();
169         dmsec(500);
170         M1_P=0;                                                      // Morto
171         M1_N=1;
172         M2_P=0;
173         M2_N=1;
174         PORTB=PORTA;                                                 // Displ.
175         tmp=(PORTA&0x10)>>4;                                         // Set S.
176         for(j=0;j<=Ta2[i].len;j++)
177         {
178                 while(tmp==(PORTA&0x10)>>4)                          // Wait '
179                 {
180                         dmsec(Ripple);                               // Delay
181                         PORTB=PORTA;                                 // Displ.
182                 }
183                 while(tmp!=(PORTA&0x10)>>4)                          // Wait '
184                 {
185                         dmsec(Ripple);                               // Delay
186                         PORTB=PORTA;                                 // Displ.
187                 }
188                 diff=j*9.5;                                          // Calcu
189                 sprintf(LCDBUF,"  Go %4bu cm.    ",diff);           // Show
190                 LCD_OUT();
191         }
192         M1_P=1;                                                      // Stop
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
193         M1_N=1;
194         M2_P=1;
195         M2_N=1;
196 }
197
198 //              Function Robot Turn Left
199 //              Mortor Right Go Mortor Left Stop
200 //              Wait Wheel Move To 2 Cycle
201 //              2 Cycle Robot Mov 90 Degree
202 //              1 Cycle = 19 Cm
203 //              1 Cycle = 2 Sensor
204 //              1 Sensor = 9.5 Cm
205 void left(void)
206 {
207         unsigned char j,tmp;
208         sprintf(LCDBUF," Turn Left.     ");                    // Show I
209         LCD_OUT();
210         dmsec(10);
211         PORTB=PORTA;                                           // Displ.
212         tmp=(PORTA&0x10)>>4;                                   // Set S.
213         M1_P=0;                                                // Morto
214         M1_N=1;
215         M2_P=1;
216         M2_N=1;
217         for(j=0;j<5;j++)
218         {
219             while(tmp==(PORTA&0x10)>>4)                        // Wait '
220             {
221                 dmsec(Ripple);                                 // Delay
222                 PORTB=PORTA;                                   // Displ.
223             }
224             while(tmp!=(PORTA&0x10)>>4)                        // Wait '
225             {
226                 dmsec(Ripple);                                 // Delay
227                 PORTB=PORTA;                                   // Displ.
228             }
229         }
230         M1_P=1;                                                // Stop I
231         M1_N=1;
232         M2_P=1;
233         M2_N=1;
234 }
235
236 //              Function Robot Turn Right
237 //              Mortor Right Stor Mortor Left Go
238 //              Wait Wheel Move To 2 Cycle
239 //              2 Cycle Robot Mov 90 Degree
240 //              1 Cycle = 19 Cm
241 //              1 Cycle = 2 Sensor
242 //              1 Sensor = 9.5 Cm
243 void right(void)
244 {
245         unsigned char j,tmp;
246         sprintf(LCDBUF," Turn Right.    ");                    // Show I
247         LCD_OUT();
248         dmsec(10);
249         PORTB=PORTA;                                           // Displ.
250         tmp=(PORTA&0x08)>>3;                                   // Set S.
251         M1_P=1;                                                // Morto
252         M1_N=1;
253         M2_P=0;
254         M2_N=1;
255         for(j=0;j<5;j++)
256         {
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
257                 while(tmp==(PORTA&0x08)>>3)                         // Wait '
258                 {
259                         dmsec(Ripple);                              // Delay
260                         PORTB=PORTA;                                // Displ.
261                 }
262                 while(tmp!=(PORTA&0x08)>>3)                         // Wait '
263                 {
264                         dmsec(Ripple);                              // Delay
265                         PORTB=PORTA;                                // Displ.
266                 }
267         }
268         M1_P=1;                                                     // Stop I
269         M1_N=1;
270         M2_P=1;
271         M2_N=1;
272 }
273
274 // Function Receive Data By Wireless In RS232
275 // Return 1 is Not Error
276 // Return 0 is Error
277 bit rx_data(void)
278 {
279     bit err,err2;
280     unsigned char len[5];
281     unsigned char i,j,tmp;
282         err=0;
283         err2=0;
284         tmp=0;                                                      // Rx He.
285         while(tmp!=200)                                             // Wait .
286                 tmp=getchar();
287         for(i=201;i<211;i++)                                        // Recei.
288         {
289                 tmp=getchar();
290                 if (tmp!=i)
291                         err=1;
292         }
293         if(!err)
294         {
295                 for(j=0;(j<MAX_IN)&&(!err2);j++)
296                 {
297                         Ta2[j].direct=getchar();                    // Rx Di
298                         if((Ta2[j].direct!='G')&&(Ta2[j].direct!='L')&&('
299                                 err=1;
300                         for(i=0;(i<4)&&(!err);i++)                  // Rx le:
301                         {
302                                 len[i]=getchar();
303                                 if ((len[i]<'0')&&(len[i]>'9'))
304                                         err=1;
305                         }
306                         len[4]='\0';
307                         if(!err)
308                                 Ta2[j].len=atoi(len);               // Conve
309                         else if(Ta2[j].direct==1)                   // Recei.
310                         {
311                                 for(i=2;i<11;i++)
312                                 {
313                                         tmp=getchar();
314                                         if (tmp!=i)
315                                                 err2=1;
316                                 }
317                                 if(!err2)
318                                         j=MAX_IN-1;
319                         }
320                 }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                if(j==MAX_IN)
                        return 1;
                else
                        return 0;
        }
}

/********** MAIN **********/
void main (void) {
    bit ready=0;
    unsigned char i;
        unsigned int count_bl;
        M1_P=1;M1_N=1;M2_P=1;M2_N=1;                                    // Init I
        E_LCD=0;                                                       // INIT
        sprintf(LCDBUF,"Ozone Robot ITE");
        lcd_w_com(0x3c);
        lcd_w_com(0x14);
        lcd_w_com(0x0f);
        lcd_w_com(0x06);
        LCD_OUT();
        PORTP=0x98;
        sound();                                                       //TES So
        dmsec(300);                                                    //RS232
        SCON=0x53;
        TMOD=0x20;
        TH1=0xfa;
        TR1=1;
    dmsec(500);
        BL=1;
        while(1)
        {
                if(ready)
                {
                        sprintf(LCDBUF," Ready Rf ...   ");
                        LCD_OUT();
                        dmsec(200);
                        BL=1;
                        if(rx_data())
                        {
                                sprintf(LCDBUF," Rx Complete    ");
                                LCD_OUT();
                                dmsec(200);
                                E_OZONE=0;
                                for(i=0;(i<MAX_IN)&&(Ta2[i].direct!=1);i
                                {
                                        if (Ta2[i].direct=='G')
                                                go(i);
                                        else if (Ta2[i].direct=='L')
                                        {
                                                left();
                                                go(i);
                                        }
                                        else if (Ta2[i].direct=='R')
                                        {
                                                right();
                                                go(i);
                                        }
                                        else
                                                i=MAX_IN;
                                }
                        E_OZONE=1;
                        }
                        else
                        {
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
385                         sprintf(LCDBUF," Rf Not work  ");
386                         LCD_OUT();
387                     dmsec(800);
388                                 BL=1;
389                             }
390                 }
391         if(BL==0)
392         {
393               count_bl++;
394               if(count_bl>2000)
395                  BL=1;
396         }
397         if(scan_key()==0x70)
398         {
399               E_OZONE=0;
400               count_bl=0;
401               sprintf(LCDBUF,"    Ozone On    ");
402               LCD_OUT();
403               dmsec(50);
404         }
405         else if(scan_key()==0x80)                                    // If Pu
406         {
407               E_OZONE=1;
408               count_bl=0;
409               sprintf(LCDBUF,"   Ozone Off    ");
410               LCD_OUT();
411               dmsec(50);
412         }
413         else if(scan_key()==0xa0)                                    // If Pu
414         {
415                         BL=0;
416                         E_OZONE=1;
417                         ready=1;
418         }
419         else if(scan_key()=='4')                                     // If Pu
420         {
421               left();
422               dmsec(150);
423         }
424         else if(scan_key()=='5')                                     // If Pu
425         {
426                         Ta2[0].len=10;
427                         go(0);
428               dmsec(150);
429         }
430         else if(scan_key()=='6')                                     // If Pu
431         {
432                         right();
433               dmsec(150);
434         }
435         PORTB=PORTA;                                                 // Displ
436         }
437 }
438
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control Robot.vbs

```
Public Direct As String

Sub RefreshPic()
    Dim min_x, min_y, max_x, max_y, i As Integer
    Dim point As String
    Direct = "D"
    axialX.Clear
    axialY.Clear
    axialX.AddItem "0"
    axialY.AddItem "0"
    min_x = 0
    min_y = 0
    max_x = 0
    max_y = 0
    For i = 0 To List1.ListCount
        point = Left(List1.List(i), 1)
        If (point = "L") Then
            Select Case (Direct)
                Case "L"    'L -> L -> D
                    Direct = "D"
                    axialX.AddItem axialX.List(i)
                    axialY.AddItem axialY.List(i) + _
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                Case "R"    'R -> L -> U
                    Direct = "U"
                    axialX.AddItem axialX.List(i)
                    axialY.AddItem axialY.List(i) - _
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                Case "U"    'U -> L -> L
                    Direct = "L"
                    axialX.AddItem axialX.List(i) - _
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                    axialY.AddItem axialY.List(i)
                Case "D"    'D -> L -> R
                    Direct = "R"
                    axialX.AddItem axialX.List(i) + _
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                    axialY.AddItem axialY.List(i)
            End Select
        ElseIf (point = "R") Then
            Select Case (Direct)
                Case "L"    'L -> R -> U
                    Direct = "U"
                    axialX.AddItem axialX.List(i)
                    axialY.AddItem axialY.List(i) - _
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                Case "R"    'R -> R -> D
                    Direct = "D"
                    axialX.AddItem axialX.List(i)
                    axialY.AddItem axialY.List(i) + _
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                Case "U"    'U -> R -> R
                    Direct = "R"
                    axialX.AddItem axialX.List(i) + _
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                    axialY.AddItem axialY.List(i)
                Case "D"    'D -> R -> L
                    Direct = "L"
                    axialX.AddItem axialX.List(i) - _
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                    axialY.AddItem axialY.List(i)
            End Select
        ElseIf (point = "G") Then
            Select Case (Direct)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control Robot.vbs

```
                Case "L"    'L -> G -> L
                    Direct = "L"
                    axialX.AddItem axialX.List(i) -
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                    axialY.AddItem axialY.List(i)
                Case "R"    'R -> G -> R
                    Direct = "R"
                    axialX.AddItem axialX.List(i) +
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                    axialY.AddItem axialY.List(i)
                Case "U"    'U -> G -> U
                    Direct = "U"
                    axialX.AddItem axialX.List(i)
                    axialY.AddItem axialY.List(i) -
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
                Case "D"    'D -> G -> D
                    Direct = "D"
                    axialX.AddItem axialX.List(i)
                    axialY.AddItem axialY.List(i) +
                    Val(Right(List1.List(i), Len(List1.List(i)) - 1))
            End Select
        End If
    Next i
    min_x = 0
    min_y = 0
    max_x = 0
    max_y = 0
    For i = 0 To List1.ListCount        'Search Max Min
        If (min_x > Val(axialX.List(i))) Then
            min_x = axialX.List(i)
        End If
        If (min_y > Val(axialY.List(i))) Then
            min_y = axialY.List(i)
        End If
        If (max_x < Val(axialX.List(i))) Then
            max_x = axialX.List(i)
        End If
        If (max_y < Val(axialY.List(i))) Then
            max_y = axialY.List(i)
        End If
    Next i
    Picture1.ScaleLeft = min_x - 20
    Picture1.ScaleTop = min_y - 20
    Picture1.ScaleWidth = max_x - min_x + 40
    Picture1.ScaleHeight = max_y - min_y + 40
    Shape1.Left = -10
    Shape1.Top = -10
    Shape1.Width = 20
    Shape1.Height = 20
    Picture1.Cls
    For i = 0 To axialX.ListCount - 2
        Picture1.Line (axialX.List(i), axialY.List(i)) _
        -(axialX.List(i + 1), axialY.List(i + 1))
    Next i
End Sub

Private Sub Command1_Click()
    Option4.Visible = True
    Option5.Visible = True
    Option6.Visible = True
    Text1.Visible = True
    Label1.Visible = True
    Command2.Visible = True
    Command4.Visible = True
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control Robot.vbs

```
    Option4.SetFocus
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    Option4.Visible = False
    Option5.Visible = False
    Option6.Visible = False
    Text1.Visible = False
    Label1.Visible = False
    Command2.Visible = False
    Command4.Visible = False
    If Option4.Value Then
        List1.AddItem "G" & Text1.Text
    ElseIf Option5.Value Then
        List1.AddItem "L" & Text1.Text
    ElseIf Option6.Value Then
        List1.AddItem "B" & Text1.Text
    End If
    Text1.Text = ""
    Call RefreshPic
End Sub

Sub Delay()
    Timer1.Enabled = True
    While (Timer1.Enabled)
        DoEvents
    Wend
End Sub

Private Sub Command3_Click()
    Dim i, yy As Integer
    Dim dd As Long
    For i = 0 To axialX.ListCount - 2
        If (Val(axialX.List(i)) = Val(axialX.List(i + 1))) Then
            If (Val(axialY.List(i)) < Val(axialY.List(i + 1))) Then
                For yy = Val(axialY.List(i)) To Val(axialY.List(i + 1))
                    Shape1.Top = Shape1.Top + 1
                    Call Delay
                Next yy
            Else
                For yy = Val(axialY.List(i + 1)) To Val(axialY.List(i))
                    Shape1.Top = Shape1.Top - 1
                    Call Delay
                Next yy
            End If
        Else
            If (Val(axialX.List(i)) < Val(axialX.List(i + 1))) Then
                For yy = Val(axialX.List(i)) To Val(axialX.List(i + 1))
                    Shape1.Left = Shape1.Left + 1
                    Call Delay
                Next yy
            Else
                For yy = Val(axialX.List(i + 1)) To Val(axialX.List(i))
                    Shape1.Left = Shape1.Left - 1
                    Call Delay
                Next yy
            End If
        End If
    Next i
    Shape1.Left = -10
    Shape1.Top = -10
End Sub

Private Sub Command4_Click()
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control Robot.vbs

```
        Option4.Visible = False
        'Option5.Visible = False
        Option6.Visible = False
        Text1.Visible = False
        Label1.Visible = False
        Command2.Visible = False
        Command4.Visible = False
        Text1.Text = ""
    End Sub

    Private Sub Command5_Click()
        List1.Clear
        axialX.Clear
        axialY.Clear
        Picture1.Cls
        Picture1.ScaleHeight = 100
        Picture1.ScaleTop = 100
        Picture1.ScaleLeft = -10
        Picture1.ScaleTop = -10
        Shape1.Top = -5
        Shape1.Left = -5
        Shape1.Width = 10
        Shape1.Height = 10
    End Sub


    Private Sub Form_Resize()
    On Error Resume Next
        Picture1.Top = 500
        Picture1.Left = 500
        Picture1.Width = Form1.Width - Command3.Width - 1300
        Picture1.Height = (Form1.Height / 2) - 400
        Command3.Left = Picture1.Width + Picture1.Left + 300
        Command3.Top = Form1.Height / 3
        Command5.Top = Command3.Top + Command3.Height + 100
        Command5.Left = Command3.Left
        Frame2.Top = (Form1.Height / 3) + 1700
        Frame2.Left = 500
        Frame2.Width = Form1.Width - 1000
        Frame2.Height = Form1.Height / 3
    End Sub

    Private Sub Timer1_Timer()
        Timer1.Enabled = False
    End Sub
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINX TECHNOLOGIES
WIRELESS MADE SIMPLE

TXM-315-LC
TXM-418-LC
TXM-433-LC

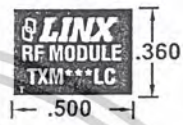
LC-SERIES TRANSMITTER MODULE DATA GUIDE

DESCRIPTION:

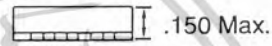
The LC Series is ideally suited for volume use in OEM applications such as remote control, security, identification, and periodic data transfer. Packaged in a compact SMD package, the LC transmitter utilizes a highly optimized SAW architecture to achieve an unmatched blend of performance, size, efficiency and cost. When paired with a matching LC-Series receiver, a highly reliable wireless link is formed, capable of transferring serial data at distances in excess of 300 feet. No external RF components, except an antenna, are required, making design integration straightforward, even for engineers lacking previous RF experience.

PHYSICAL DIMENSIONS

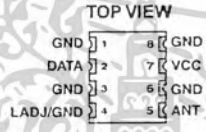
TOP VIEW



SIDE VIEW



TOP VIEW



FEATURES:

- Low Cost
- No External RF Components Required
- Ultra-low Power Consumption
- Compact Surface-Mount Package
- Stable SAW-based Architecture
- Supports Data Rates to 5,000 bps
- Wide Supply Range (2.7-5.2 VDC)
- Direct Serial Interface
- Low Harmonics
- No Production Tuning

PINOUTS

APPLICATIONS INCLUDE:

- Remote control
- Keyless entry
- Garage / Gate openers
- Lighting control
- Medical monitoring / Call systems
- Remote industrial monitoring
- Periodic data transfer
- Home / Industrial automation
- Fire / Security alarms
- Remote status / Position sensing
- Long-range RFID
- Wire Elimination

ORDERING INFORMATION

PART #	DESCRIPTION
EVAL-***-LC	Basic Evaluation Kit
MDEV-***-LC	Master Development Kit
TXM-315-LC	Transmitter 315 MHZ
TXM-418-LC	Transmitter 418 MHZ
TXM-433-LC	Transmitter 433 MHZ
RXM-315-LC	Receiver 315 MHZ
RXM-418-LC	Receiver 418 MHZ
RXM-433-LC	Receiver 433 MHZ

*** Insert Frequency

Not covered in this manual

LC Transmitters are supplied in tube packaging - 50 pcs. per tube.

Revised 10/3/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE DATA– TXM-***-LC

ABOUT THESE MEASUREMENTS

The performance parameters listed below are based on module operation at 25°C from a 3.3VDC supply unless otherwise noted. Figure 1 at the right illustrates the connections necessary for testing and operation. It is recommended that all ground pins be connected to the groundplane.

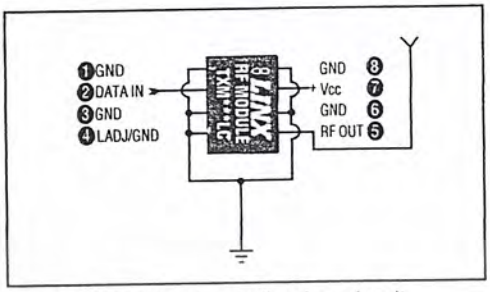


figure 1: Test/Basic application circuit

Parameters LCTX 433, 418, 315MHz	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Operating Voltage Range	V_{CC}	2.7	–	5.2	Volts	–
Current Continuous	I_{CC}	–	3.0	6.0	mA	1, 5
Current Average	I_{CA}	–	1.5	–	mA	2, 5
Current In Sleep	I_{SLP}	–	–	1.5	µA	3
Data Input Low	V_{IL}	0	–	0.4	Volts	–
Data Input High	V_{IH}	2.5	–	V_{CC}	Volts	–
Oscillator Start-up Time	T_{OSU}	–	–	80	µS	4
Oscillator Ring-down Time	T_{ORD}	–	–	100	nSec	4
Output Power	P_O	-4	0	+4	dBm	4

Parameter LCTX 315MHz	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Frequency of Carrier	F_C	314.925	315.0	315.075	MHz	–
Harmonic Emissions	P_H	–	–	-40	dBc	4

Parameter LCTX 418MHz	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Frequency of Carrier	F_C	417.925	418	418.075	MHz	–
Harmonic Emissions	P_H	–	–	-40	dBc	4

Parameter LCTX 433MHz	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Frequency of Carrier	F_C	433.845	433.92	433.995	MHz	–
Harmonic Emissions	P_H	–	–	-45	dBc	4

Notes:

1. Current draw with data pin held continuously high.
2. Current draw with 50% mark/space ratio.
3. Current draw with data pin low.
4. RF out connected to 50Ω load.
5. Ladj (pin 4) through 430Ω resistor..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHYSICAL PACKAGING

The transmitter is packaged as a hybrid SMD module with eight pads spaced 0.100" apart on center. The SMD package is equipped with castellations which allow for side introduction of solder. This simplifies prototyping or hand assembly while maintaining compatibility with automated pick-and-place equipment. Modules are available in tube or tape-and-reel packaging (see page 1 for ordering information).

PIN DESCRIPTIONS:

Pin 1 GROUND

Connect to groundplane.

Pin 2 DATA IN

Serial data input pin. TTL and CMOS compatible.

Pin 3 GROUND

Connect to groundplane.

Pin 4 LADJ/GND

Output power level adjustment. Connect to ground for 3V operation. Connect to ground through 430 Ohm resistor for 5V operation. (see graph on page 3 and page 10)

Pin 5 RF OUT

Connect to 50Ω matched antenna.

Pin 6 GROUND

Connect to groundplane.

Pin 7 POSITIVE SUPPLY (Vcc 2.7-6 VDC)

The supply must be clean (<20 mV pp), stable and free of high-frequency noise. A supply filter is recommended unless the module is operated from its own regulated supply or battery.

Pin 8 GROUND

Connect to groundplane.

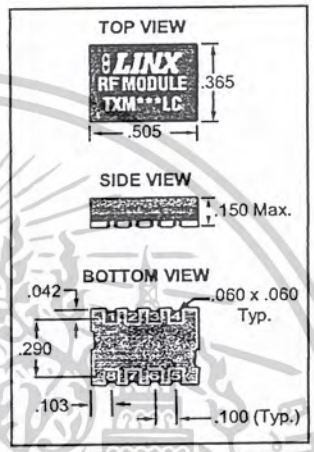


figure 9: LC-TXM Physical Package

POWER SUPPLY REQUIREMENTS

The transmitter module requires a clean, well-regulated power source. While it is preferable to power the unit from a battery, the unit can also be operated from a power supply as long as noise and 'hash' are kept to less than 20 mV. A 10Ω resistor in series with the supply followed by a 10µF tantalum capacitor from Vcc to ground as shown at the right will help in cases where the quality of supply power is poor.

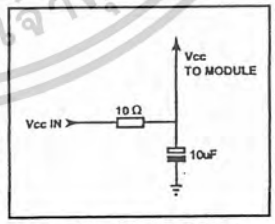


figure 10: Supply Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Depending on the type of antenna being used and duty cycle of incoming data, the output power of the LC module may be higher than FCC regulations allow. The output power of the module is intentionally set high since many designers pair the module with an inefficient antenna in order to realize cost or space savings. Since attenuation is often required it is generally wise to provide for its implementation.

   Two methods of attenuation are available using the LC module. First, a resistor may be placed in series with Pad 4 (LVL. ADJ.) to achieve up to a 7 dB reduction in output power. The resistor value is easily determined from the diagram below. Do not exceed the resistance values shown as transmitter instability may result. This method can also be used to reduce transmission range and power consumption.

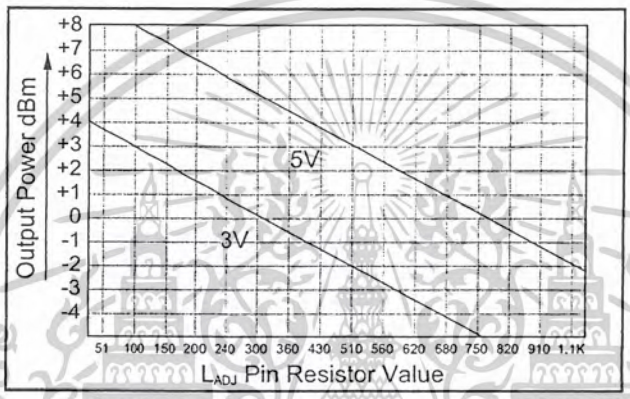


figure 15: Power Output vs. LADJ Pad Resistor Value

Another method commonly used to achieve attenuation, particularly at higher levels, is the use of a T-pad. A T-pad is a 3-resistor network that allows for variable attenuation while maintaining the quality of match to the antenna. It is usually prudent to allow space for the addition of a T-pad. For further details on T-pads please refer to Linx application note #00150.

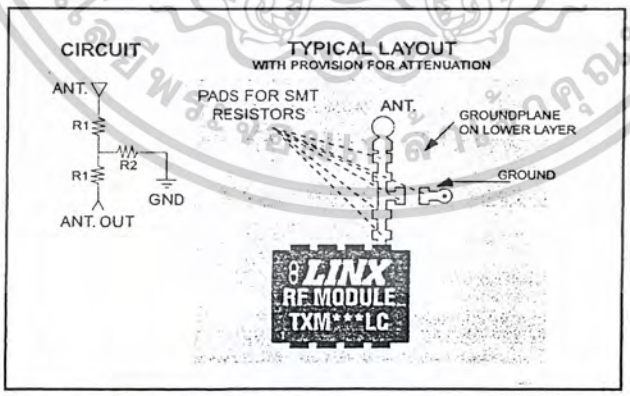


figure 16: Attenuation pad layout

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINX TECHNOLOGIES
WIRELESS MADE SIMPLE

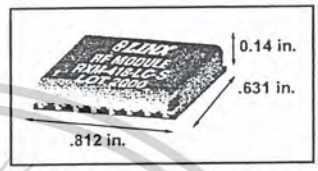
RXM-315-LC-S
RXM-418-LC-S
RXM-433-LC-S

LC SERIES RECEIVER MODULE DATA GUIDE

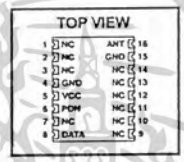
Covers Ultra-Compact S-Style (True SMD Version)

DESCRIPTION:

The LC Series is ideally suited for volume use in OEM applications such as remote control, security, identification, and periodic data transfer. Available in 2 styles of compact SMD packages, the LC-S receiver utilizes a highly optimized SAW architecture to achieve an unmatched blend of performance, size, efficiency and cost. When paired with a matching LC series transmitter, a highly reliable wireless link is formed, capable of transferring serial data at distances in excess of 300 Feet. No external RF components, except an antenna, are required, making design integration straightforward.



PHYSICAL DIMENSIONS



PINOUTS

FEATURES:

- Low Cost
- No External RF Components Required
- Low Power Consumption
- Compact True Surface-Mount Package
- Stable SAW-based Architecture
- Outstanding Sensitivity
- Supports Data Rates to 5,000 bps
- Direct Serial Interface
- No Production Tuning

APPLICATIONS INCLUDE:

- Remote control / Keyless entry
- Garage / Gate openers
- Lighting control
- Medical monitoring / Call systems
- Remote industrial monitoring
- Periodic data transfer
- Home / Industrial automation
- Fire / Security alarms
- Wire Elimination
- Long-range RFID

ORDERING INFORMATION

PART #	DESCRIPTION
EVAL-***-LC	Basic Evaluation Kit
MDEV-***-LC	Master Development Kit
RXM-315-LC-P	Receiver 315MHZ (Pinned SMD)
RXM-418-LC-P	Receiver 418MHZ (Pinned SMD)
RXM-433-LC-P	Receiver 433MHZ (Pinned SMD)
RXM-315-LC-S	Receiver 315MHZ (SMD)
RXM-418-LC-S	Receiver 418MHZ (SMD)
RXM-433-LC-S	Receiver 433MHZ (SMD)

*** Insert Frequency
Not covered in this manual

LC Receivers are supplied in tube packaging - 40 pcs. per tube.

Revised 12/20/01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE DATA–RXM-***-LC

ABOUT THESE MEASUREMENTS

The performance parameters listed below are based on module operation at 25°C from a 3VDC. Figure 1 at the right illustrates the connections necessary for testing and operation. It is recommended all ground pads be connected to the groundplane. The pads marked NC have no physical connection and are designed only to add support.

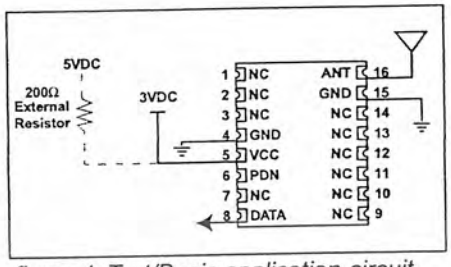


figure 1: Test/Basic application circuit

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply voltage V_{CC}	-0.3	to	+4.2	VDC
	-0.3	to	+5.2 (SEE NOTES 3,4)	VDC
Operating temperature	-30°C	to	+70°C	
Storage temperature	-45°C	to	+85°C	
Soldering temperature	+225°C for 10 sec.			
RF input, pin 16	0 dBm			
Any input or output pin	-0.3	to	Vcc	

***NOTE* Exceeding any of the limits of this section may lead to permanent damage to the device. Furthermore, extended operation at these maximum ratings may reduce the life of this device.**

Parameters RXM-315-LC-S	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Operating Voltage	V_{CC}	2.7	–	4.2	VDC	–
w/Dropping Resistor	V_{CC}	4.7	–	5.2	VDC	3
Current Continuous	I_{CC} (V_{CC}=3V)	4.0	5.0	7.0	mA	–
Current in Sleep	I_{SLP} (V_{CC}=3V)	–	700	930	µA	–
Data Out Voltage Logic Low	V_{OL}	0	–	.2	VDC	–
Data Out Voltage Logic High	V_{OH}	V_{CC}-0.3	–	V_{CC}	VDC	–
	V_{OH}	2.7	3.4	V_{CC} (Note 5)	VDC	4
Receive Frequency	F_C	314.925	315.0	315.075	MHz	–
Noise BW		–	280	–	KHz	–
Sensitivity @10^{-5} BER		-92	-95	-100	dBm	1
Baud Rate		100	–	5,000	bps	–
Settling Time		5	7	10	mSec	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters RXM-418-LC-S	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Operating Voltage	V_{CC}	2.7	–	4.2	VDC	–
w/Dropping Resistor	V_{CC}	4.7	–	5.2	VDC	3
Current Continuous	I_{CC} (V_{CC}=3V)	4.0	5.0	7.0	mA	–
Current in Sleep	I_{SLP} (V_{CC}=3V)	–	700	930	µA	–
Data Out Voltage Logic Low	V_{OL}	0	–	.2	VDC	–
Data Out Voltage Logic High	V_{OH}	V_{CC}-0.3	–	V_{CC}	VDC	–
	V_{OH}	2.7	3.4	V_{CC} (Note 5)	VDC	4
Receive Frequency	F_C	417.925	418	418.075	MHz	–
Noise BW		–	280	–	KHz	–
Sensitivity @10^{-5} BER		-92	-95	-100	dBm	1
Baud Rate		100	–	5,000	bps	–
Settling Time		5	7	10	mSec	2

Parameters RXM-433-LC-S	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Operating Voltage	V_{CC}	2.7	–	4.2	VDC	–
w/Dropping Resistor	V_{CC}	4.7	–	5.2	VDC	3
Current Continuous	I_{CC} (V_{CC}=3V)	4.0	5.0	7.0	mA	–
Current in Sleep	I_{SLP} (V_{CC}=3V)	–	700	930	µA	–
Data Out Voltage Logic Low	V_{OL}	0	–	.2	VDC	–
Data Out Voltage Logic High	V_{OH}	V_{CC}-0.3	–	V_{CC}	VDC	–
	V_{OH}	2.7	3.4	V_{CC} (Note 5)	VDC	4
Receive Frequency	F_C	433.845	433.92	433.995	MHz	–
Noise BW		–	280	–	KHz	–
Sensitivity @10^{-5} BER		-92	-95	-100	dBm	1
Baud Rate		100	–	5,000	bps	–
Settling Time		5	7	10	mSec	2

Notes:

1. For BER of 10^{-5} @ 4800 baud. Sensitivity is affected by antenna SWR. See figure 3.
2. Time to valid data output.
3. *CRITICAL* In order to operate the device over this range it is necessary for a 200Ω resistor to be placed in-line with VCC.
4. When operating from a 5 volt source it is important to consider that the output will swing to well less than 5 volts as a result of the required dropping resistor. Please verify that the minimum voltage will meet the high threshold requirment of the device to which data is being sent.
5. Maximum output voltage measured after in-line dropping resistor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHYSICAL PACKAGING

The receiver is packaged as a hybrid SMD module with sixteen pads spaced 0.100" on center. The castellated SMD package allows for easy prototyping or hand assembly while maintaining full compatibility with automated pick-and-place equipment. Modules are supplied in tube packaging.

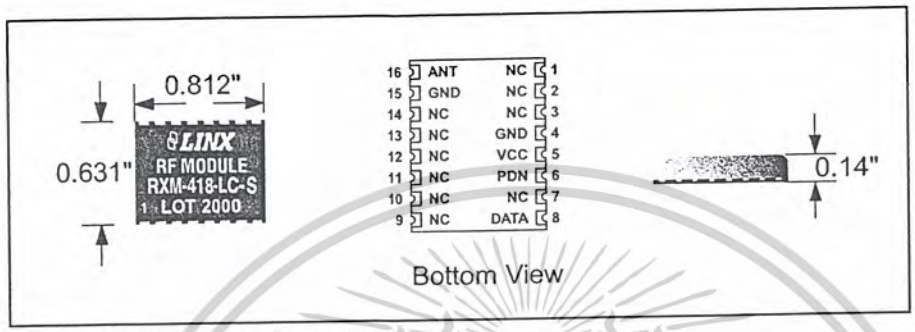


figure 2: LC-S Series Receiver Package Dimensions

PIN DESCRIPTIONS:

Pin 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14 - NO CONNECTION

Attach to an isolated pad to provide support for the module. Do not make electrical connection.

Pin 4, 15 - GROUND

Connect to quiet ground or groundplane. It is internally connected to pin 8.

Pin 5 - POSITIVE SUPPLY (VCC 2.7-4.2 VDC *4.7-5.2 w/ external dropping resistor)

The supply must be clean (<20 mV pp), stable and free of high-frequency noise. A supply filter is recommended unless the module is operated from its own regulated supply or battery. Please note that operation from 4.7 to 5.2 volts requires the use of an external 200Ω resistor placed in-line with VCC.

Pin 6 - POWER DOWN

Pull this line low to put the receiver in sleep mode (700 µA). Leave floating or pull high to enable the receiver.

Pin 8 - DATA OUT

Internally pulled to V_{cc}. Open collector data output w/internal pullup to V_{cc}. Recovered data is output on this pin. Output voltage during a high bit will average V_{cc}- 0.3V.

Pin 16 - RF IN

The receiver antenna connects to this input. It has nominal RF impedance of 50Ω and is capacitively isolated from the internal circuitry.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

intel®

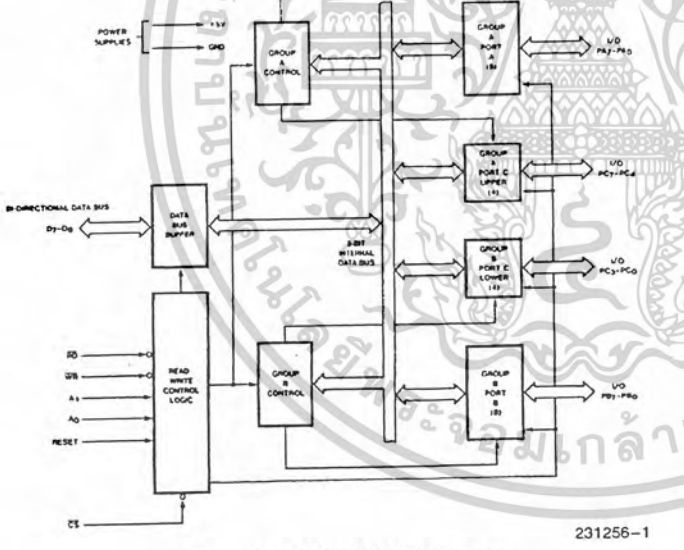
82C55A
CHMOS PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- Compatible with all Intel and Most Other Microprocessors
- High Speed, "Zero Wait State" Operation with 8 MHz 8086/88 and 80186/188
- 24 Programmable I/O Pins
- Low Power CHMOS
- Completely TTL Compatible
- Control Word Read-Back Capability
- Direct Bit Set/Reset Capability
- 2.5 mA DC Drive Capability on all I/O Port Outputs
- Available in 40-Pin DIP and 44-Pin PLCC
- Available in EXPRESS
  - Standard Temperature Range
  - Extended Temperature Range

The Intel 82C55A is a high-performance, CHMOS version of the industry standard 8255A general purpose programmable I/O device which is designed for use with all Intel and most other microprocessors. It provides 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. The 82C55A is pin compatible with the NMOS 8255A and 8255A-5.

In MODE 0, each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 and 8 to be inputs or outputs. In MODE 1, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. 3 of the remaining 4 pins are used for handshaking and interrupt control signals. MODE 2 is a strobed bi-directional bus configuration.

The 82C55A is fabricated on Intel's advanced CHMOS III technology which provides low power consumption with performance equal to or greater than the equivalent NMOS product. The 82C55A is available in 40-pin DIP and 44-pin plastic leaded chip carrier (PLCC) packages.



231256-1

Figure 1. 82C55A Block Diagram

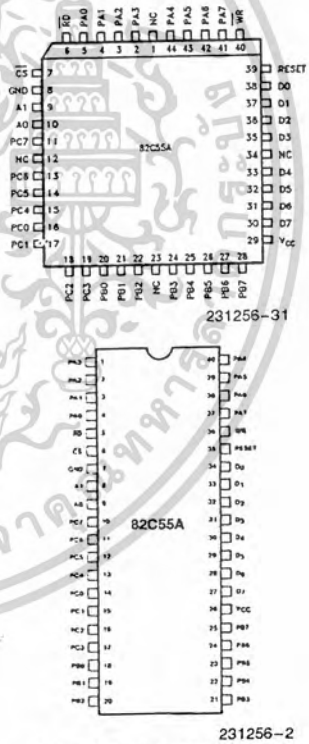


Figure 2. 82C55A Pinout
Diagrams are for pin reference only. Package sizes are not to scale.

October 1995

Order Number: 231256-004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Pin Description

Symbol	Pin Number Dip	Pin Number PLCC	Type	Name and Function
PA_{3-0}	1–4	2–5	I/O	**PORT A, PINS 0–3:** Lower nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input latch.
$\overline{RD}$	5	6	I	**READ CONTROL:** This input is low during CPU read operations.
$\overline{CS}$	6	7	I	**CHIP SELECT:** A low on this input enables the 82C55A to respond to $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ signals. $\overline{RD}$ and WR are ignored otherwise.
GND	7	8		**System Ground**
A_{1-0}	8–9	9–10	I	**ADDRESS:** These input signals, in conjunction $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$, control the selection of one of the three ports or the control word registers.

A_1	A_0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$	Input Operation (Read)
0	0	0	1	0	Port A - Data Bus
0	1	0	1	0	Port B - Data Bus
1	0	0	1	0	Port C - Data Bus
1	1	0	1	0	Control Word - Data Bus
					Output Operation (Write)
0	0	1	0	0	Data Bus - Port A
0	1	1	0	0	Data Bus - Port B
1	0	1	0	0	Data Bus - Port C
1	1	1	0	0	Data Bus - Control
					Disable Function
X	X	X	X	1	Data Bus - 3 - State
X	X	1	1	0	Data Bus - 3 - State

PC_{7-4}	10–13	11,13–15	I/O	**PORT C, PINS 4–7:** Upper nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B.
PC_{0-3}	14–17	16–19	I/O	**PORT C, PINS 0–3:** Lower nibble of Port C.
PB_{0-7}	18–25	20–22, 24–28	I/O	**PORT B, PINS 0–7:** An 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input buffer.
V_{CC}	26	29		**SYSTEM POWER:** + 5V Power Supply.
D_{7-0}	27–34	30–33, 35–38	I/O	**DATA BUS:** Bi-directional, tri-state data bus lines, connected to system data bus.
RESET	35	39	I	**RESET:** A high on this input clears the control register and all ports are set to the input mode.
$\overline{WR}$	36	40	I	**WRITE CONTROL:** This input is low during CPU write operations.
PA_{7-4}	37–40	41–44	I/O	**PORT A, PINS 4–7:** Upper nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input latch.
NC		1, 12, 23, 34		No Connect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82C55A OPERATIONAL DESCRIPTION

Mode Selection

There are three basic modes of operation that can be selected by the system software:

Mode 0 — Basic input/output
Mode 1 — Strobed Input/output
Mode 2 — Bi-directional Bus

When the reset input goes "high" all ports will be set to the input mode with all 24 port lines held at a logic "one" level by the internal bus hold devices (see Figure 4 Note). After the reset is removed the 82C55A can remain in the input mode with no additional initialization required. This eliminates the need for pullup or pulldown devices in "all CMOS" designs. During the execution of the system program, any of the other modes may be selected by using a single output instruction. This allows a single 82C55A to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine.

The modes for Port A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flops, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance; Group B can be programmed in Mode 0 to monitor simple switch closings or display computational results, Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or tape reader on an interrupt-driven basis.

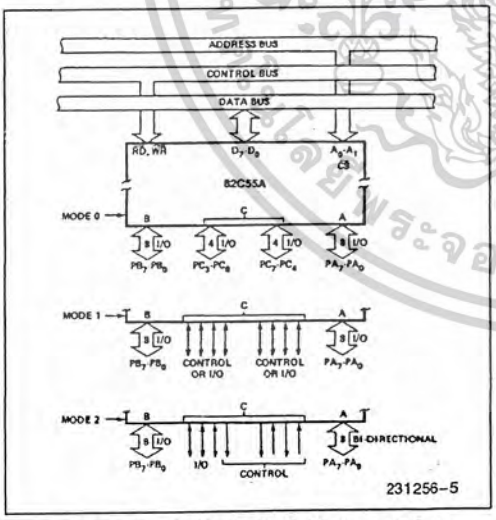


Figure 5. Basic Mode Definitions and Bus Interface

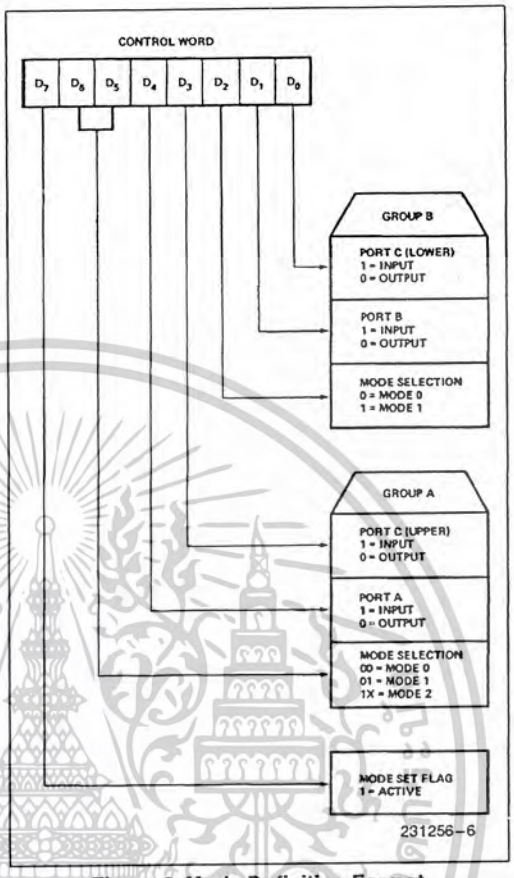


Figure 6. Mode Definition Format

The mode definitions and possible mode combinations may seem confusing at first but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the 82C55A has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design represents the maximum use of the available pins.

Single Bit Set/Reset Feature

Any of the eight bits of Port C can be Set or Reset using a single OUTput instruction. This feature reduces software requirements in Control-based applications.

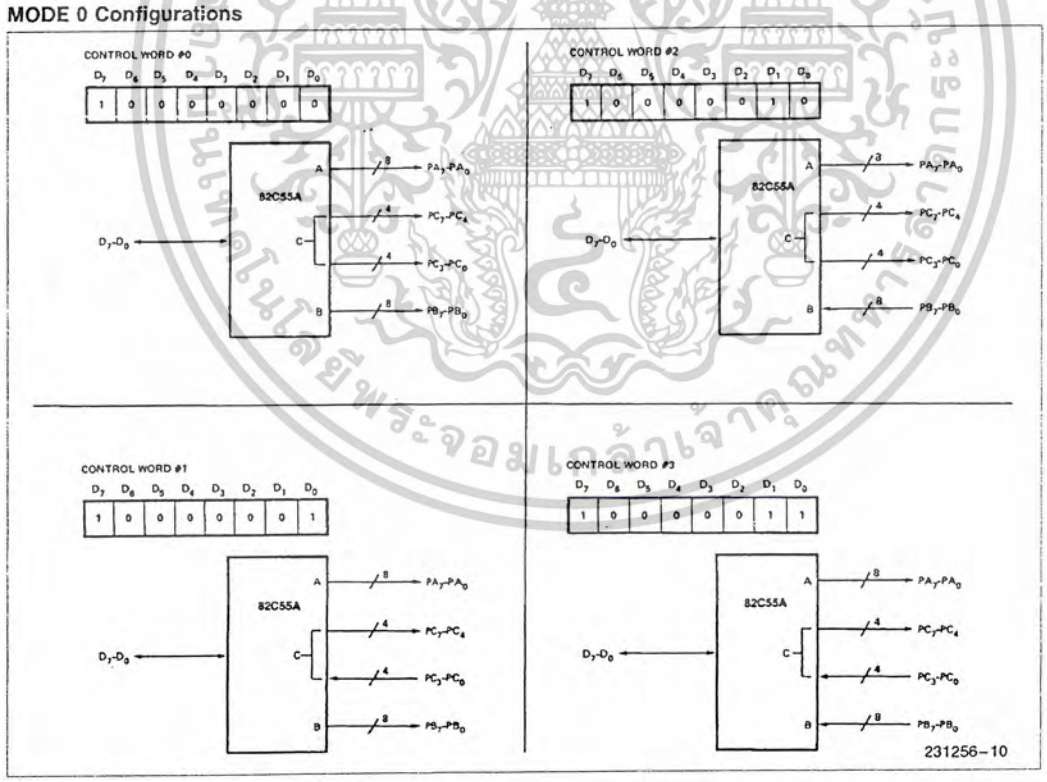
When Port C is being used as status/control for Port A or B, these bits can be set or reset by using the Bit Set/Reset operation just as if they were data output ports.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Port Definition

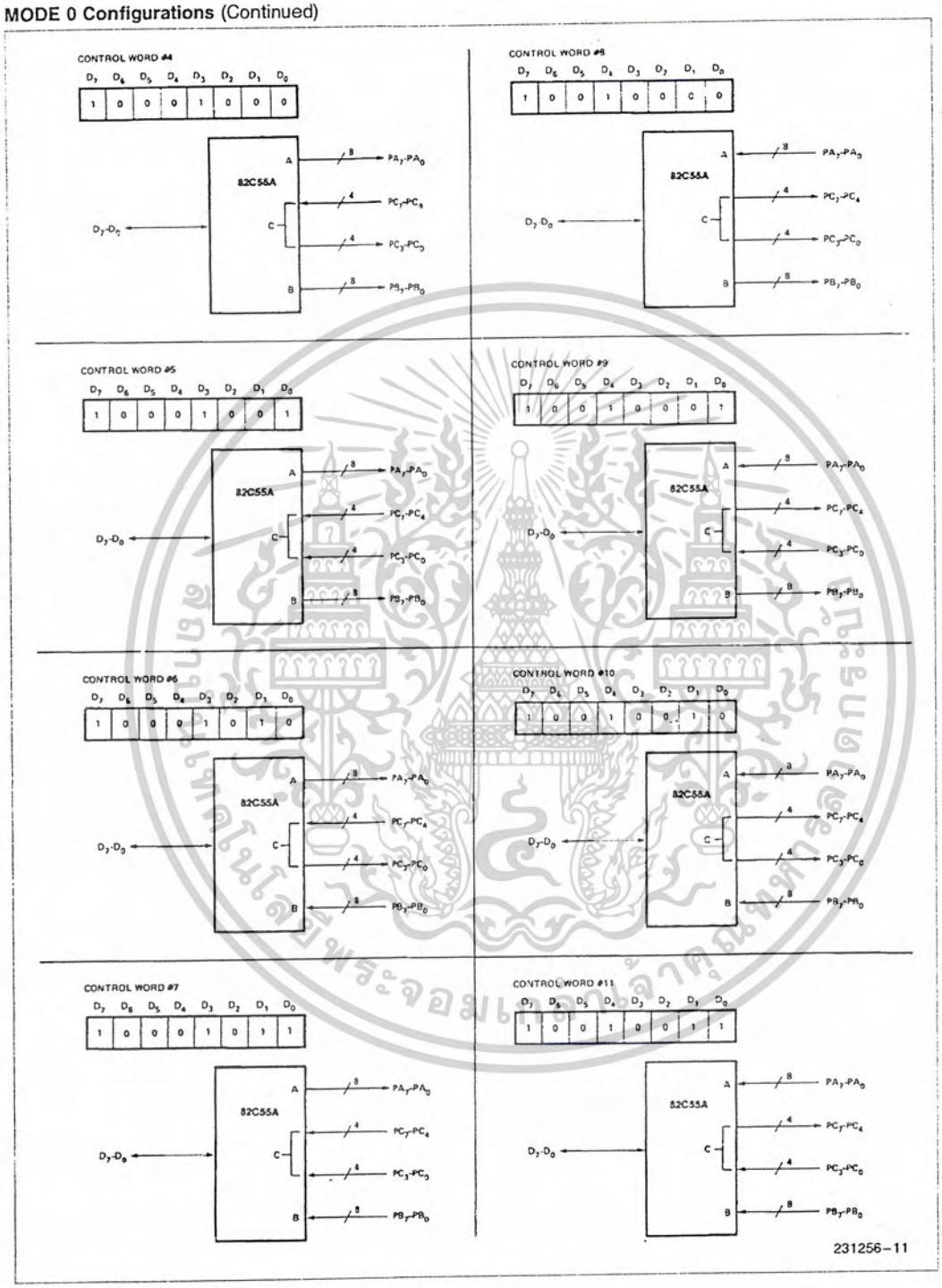
A		B		GROUP A			GROUP B	
D_4	D_3	D_1	D_0	PORT A	PORT C (UPPER)	#	PORT B	PORT C (LOWER)
0	0	0	0	OUTPUT	OUTPUT	0	OUTPUT	OUTPUT
0	0	0	1	OUTPUT	OUTPUT	1	OUTPUT	INPUT
0	0	1	0	OUTPUT	OUTPUT	2	INPUT	OUTPUT
0	0	1	1	OUTPUT	OUTPUT	3	INPUT	INPUT
0	1	0	0	OUTPUT	INPUT	4	OUTPUT	OUTPUT
0	1	0	1	OUTPUT	INPUT	5	OUTPUT	INPUT
0	1	1	0	OUTPUT	INPUT	6	INPUT	OUTPUT
0	1	1	1	OUTPUT	INPUT	7	INPUT	INPUT
1	0	0	0	INPUT	OUTPUT	8	OUTPUT	OUTPUT
1	0	0	1	INPUT	OUTPUT	9	OUTPUT	INPUT
1	0	1	0	INPUT	OUTPUT	10	INPUT	OUTPUT
1	0	1	1	INPUT	OUTPUT	11	INPUT	INPUT
1	1	0	0	INPUT	INPUT	12	OUTPUT	OUTPUT
1	1	0	1	INPUT	INPUT	13	OUTPUT	INPUT
1	1	1	0	INPUT	INPUT	14	INPUT	OUTPUT
1	1	1	1	INPUT	INPUT	15	INPUT	INPUT

MODE 0 Configurations



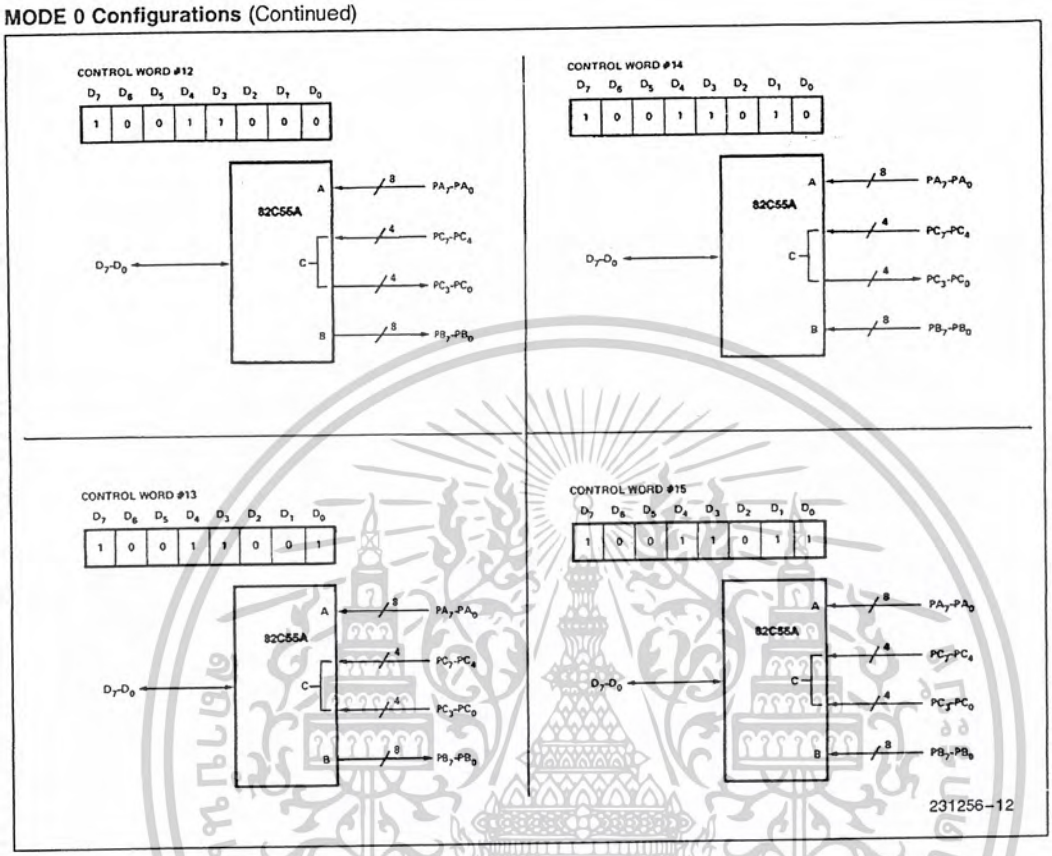
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Configurations (Continued)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Configurations (Continued)



Operating Modes

MODE 1 (Strobed Input/Output). This functional configuration provides a means for transferring I/O data to or from a specified port in conjunction with strobes or "handshaking" signals. In mode 1, Port A and Port B use the lines on Port C to generate or accept these "handshaking" signals.

Mode 1 Basic functional Definitions:

- Two Groups (Group A and Group B).
- Each group contains one 8-bit data port and one 4-bit control/data port.
- The 8-bit data port can be either input or output Both inputs and outputs are latched.
- The 4-bit port is used for control and status of the 8-bit data port.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานหุ่นโอโซนสารสนเทศ

ในการใช้งานหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. การทดสอบการผลิตโอโซน

   ใช้สำหรับการเปิด – ปิด การกำเนิดโอโซนจากตัวหุ่นยนต์

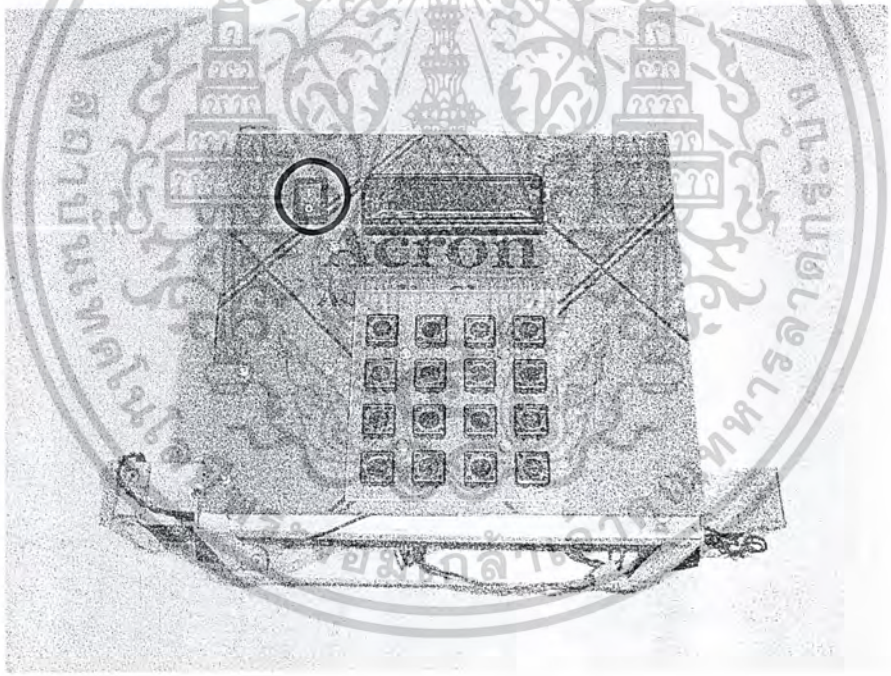
2. การทดสอบการเดินของหุ่น

   ใช้สำหรับการทดสอบการเดินของหุ่นยนต์

3. ส่วนรอรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์

   ใช้สำหรับรอรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์

โดยการใช้งานทุกครั้งต้องเปิดสวิตซ์ที่ตัวหุ่นก่อนทุกครั้ง แสดงดังรูปที่ ง.1



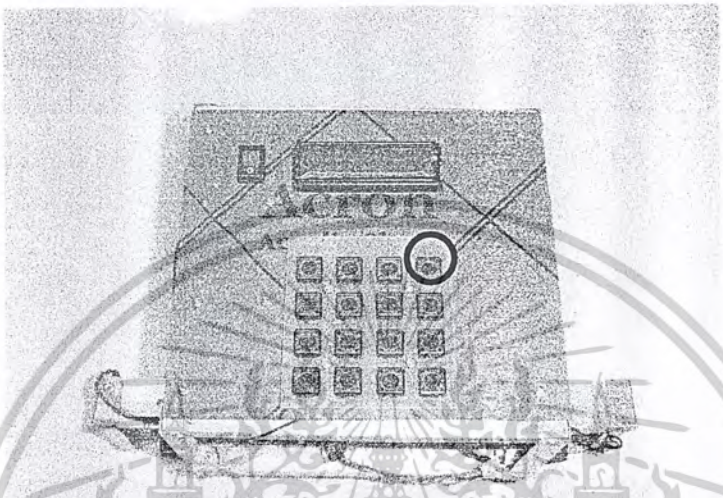
รูปที่ ง.1 สวิตซ์หุ่นยนต์

เมื่อกดสวิตซ์เปิดที่ตัวหุ่นยนต์ จะมีเสียง ปี๊บ ดังขึ้น 1 ครั้ง พร้อมกันกับตัวหนังสือที่แสดงบนจอ LCD “Ozone Robot ITE” โดยจอ LCD จะเป็นตัวบอกสถานการทำงานของหุ่นยนต์ให้ผู้ใช้ทราบ

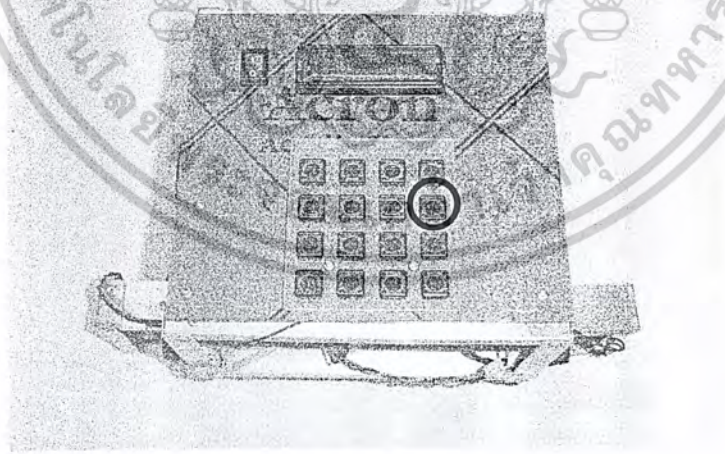
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดสอบโอโซนมีการใช้งานดังนี้

ปุ่มเปิดเครื่องกำเนิดโอโซนจากตัวหุ่นยนต์ แสดงดังรูปที่ ง.2 และเมื่อต้องการปิดการกำเนิดโอโซนให้กดปุ่มดังรูปที่ ง.3 โดยสามารถเปิดได้ประมาณ 12 ชม. ติดต่อกัน



รูปที่ ง.2 ปุ่มเปิดเครื่องกำเนิดโอโซน

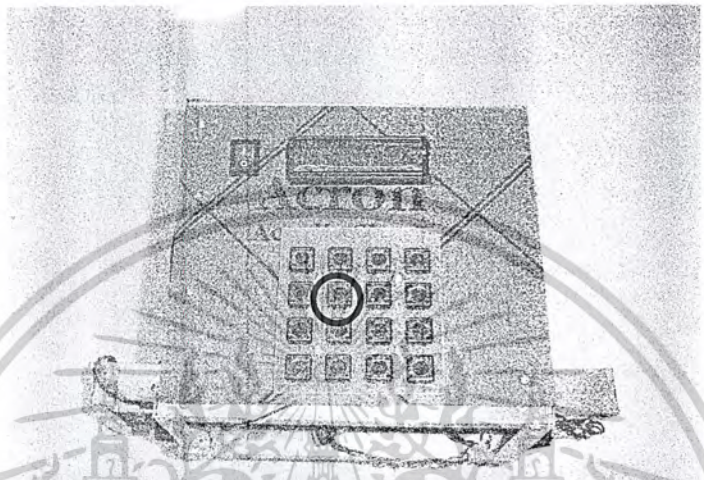


รูปที่ ง.3 ปุ่มปิดเครื่องกำเนิดโอโซน

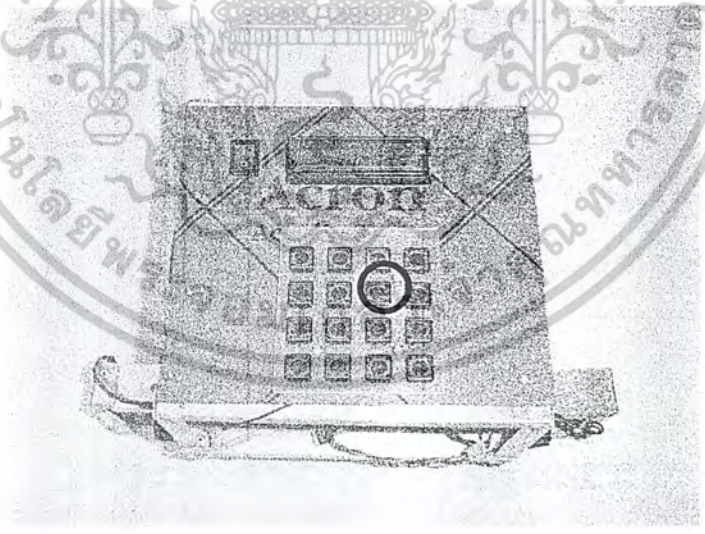
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบการเดินของหุ่นยนต์

2.1 การทดสอบการเดินไปข้างหน้า ให้กดปุ่มดังรูปที่ ง.4 โดยหุ่นจะเดินไปข้างหน้าเป็นระยะทางประมาณ 95 ซม.



รูปที่ ง.4 ปุ่มทดสอบการเดินไปข้างหน้า 95 ซม.

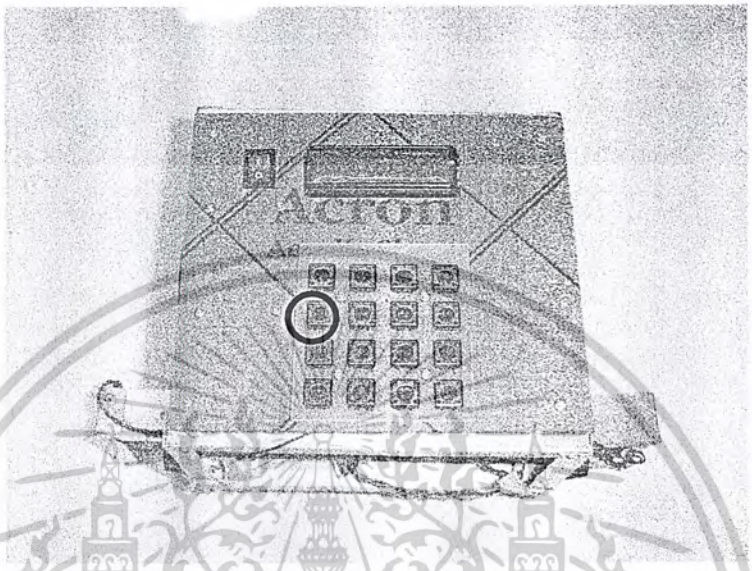


รูปที่ ง.5 ปุ่มทดสอบการเลี้ยวขวาเป็นมุม 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การทดสอบการเลี้ยวขวา ให้กดปุ่มดังรูปที่ ง.5 โดยหุ่นจะเลี้ยวขวาเป็นมุม 90 องศา

2.3 การทดสอบการเลี้ยวซ้าย ให้กดปุ่มดังรูปที่ ง.6 โดยหุ่นจะเลี้ยวซ้ายเป็นมุม 90 องศา

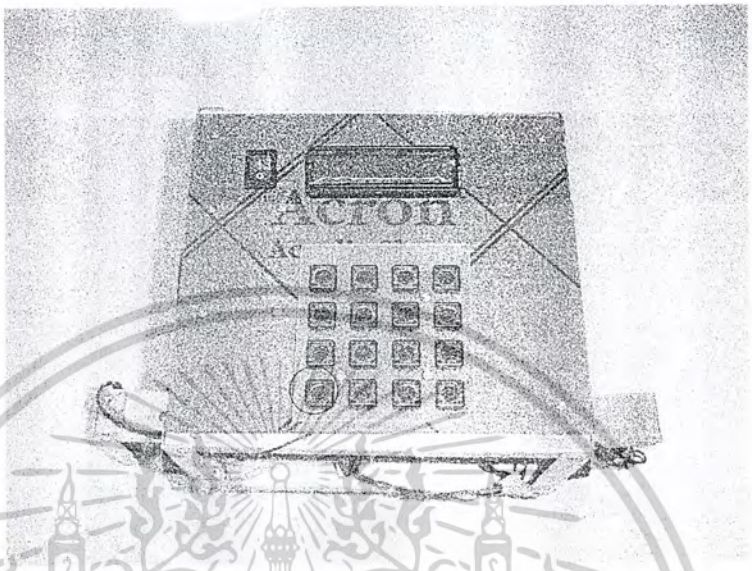


รูปที่ ง.6 ปุ่มทดสอบการเลี้ยวซ้ายเป็นมุม 90 องศา

โดยขณะทำการทดสอบตัวหุ่นนั้น เราสามารถเปิดให้หุ่นทำการผลิตโอโซนออกมาพร้อมกันกับการทดสอบการเดินก็ได้ และในการทดสอบการเดินไปข้างหน้าของหุ่น จะมีการแสดงระยะทางที่เดินไปได้ออกทางจอแสดงผล LCD ที่ตัวหุ่นยนต์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์



รูปที่ ง.7 ปุ่มรอรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์

เมื่อทำการกดปุ่มรอรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ ง.7 แล้ว ที่จอแสดงผล LCD ที่ตัวหุ่นยนต์จะขึ้นคำว่า "Ready RF… " เป็นการบอกว่าหุ่นยนต์พร้อมรับจากเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้