สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

ULTRASONIC SENSORS FOR CAR PARKING

กฤษดา สุนันต๊ะ

เกรียงศักดิ์ แท่นประเสริฐกุล

ทันตภณ ปานนาคทองเจริญ

เมธี ตั้งใจ

ปพ
ก 2845
2549

เลขหมู่.................................

เลขทะเบียน 75144

วัน,เดือน,ปี 24 ต.ค. 2550

b. 11816156

i.

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

Ultrasonic Sensors for Car Parking

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงาน ของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ชนิดอุลตราโซนิก และหลักการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อออกแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
3. เพื่อสร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
4. เพื่อการทดลอง บันทึกผล และปรับปรุงชุดวงจร ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
5. เพื่อการนำชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก ไปทดสอบการใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ชนิดอุลตราโซนิกและไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ได้ออกแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
3. ได้ต้นแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
4. ได้ผลการทดลองของชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
5. ได้ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิกสำหรับใช้ในการถอยรถ

พระจอมเกล้าเจ้าคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก	
นักศึกษา	นายกฤษดา	สุนันต๊ะ
	นายเกรียงศักดิ์	แท่นประเสริฐกุล
	นายทันตภณ	ปานนาคทองเจริญ
	นายเมธี	ตั้งใจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พิชญ์สินี	มะโน
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาทดลองและทำการสร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก ซึ่งประกอบไปด้วยชุดส่งและชุดรับสัญญาณคลื่นอุลตราโซนิก, จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน, ไมโครคอนโทรลเลอร์ และบัสเซอร์ โดยการนำคุณสมบัติของคลื่นที่มีการสะท้อนกลับเมื่อส่งไปกระทบเป้าหมายมาประยุกต์ใช้ แล้วนำสัญญาณไปต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อคำนวณหาระยะห่างจาก ท้ายรถยนต์ถึงวัตถุที่อยู่ทางด้านหลังของรถยนต์ และแสดงผลของการวัดระยะห่างออกทาง จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนหากระยะห่างดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าระยะปลอดภัยที่ตั้งไว้ ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถจะส่งสัญญาณเตือนออกทางบัสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Ultrasonic Sensors for Car Parking
Students	Mr.Krisada Sunanta
	Mr.Kriangsak Tanprasertkun
	Mr.Thantaphon Pannakthongcharoen
	Mr.Maytee Tungjai
Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Co-Advisor	Mrs.Pitsinee Mano
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Electronic Engineering
Academic Year	2006

ABSTRACT

This thesis is learn, test and constructs "Ultrasonic Sensors for Car Parking". It consist of transmitter, receiver, microcontroller, 7-segments and buzzer by using the property of reflection when signal against the object. After that transmit signal to microcontroller to calculates the range between back side of the car and object and display distance output on 7-segments. If distance is less than the point of safety, the "Ultrasonic Sensors for Car Parking" will alert on buzzer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี อาจารย์พิชญ์สินี มะโน อาจารย์กิติพงค์ มะโน อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์โกศล ตราชู คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ปัญหาในการจัดทำ ปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำนักหอสมุดกลาง และเจ้าหน้าที่ห้อง ปริญญานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่สำคัญควรแก่การระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา มารดา และผู้มีพระคุณที่เป็นผู้ให้การสนับสนุนด้าน การศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจเมื่อยามรู้สึกท้อแท้ ให้กลับรู้สึกดีขึ้นอีกครั้ง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F87X	3
2.2.1 ความรู้เบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F87X	3
2.2.2 สถาปัตยกรรมของ PIC16F87X	3
2.2.3 การจัดการขาของ PIC16F87X	4
2.2.4 การจัดหน่วยความจำของ PIC16F87X	4
2.2.5 หน่วยความจำโปรแกรม	4
2.2.6 รีจิสเตอร์โปรแกรมเคาน์เตอร์ PCL และ PCLATH	6
2.2.7 การใช้งานตัวรับตัวส่งสัญญาณ	7
2.2.8 การใช้งาน EEPROM ภายใน	9
2.3 คลื่นอุลตราโซนิก	14
2.3.1 ตัวส่งและตัวรับ	16
2.3.2 อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์และหน้าที่การทำงาน	18
2.4 จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	20
2.4.1 โครงสร้าง	20
2.4.2 การหาตำแหน่งขาของจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	20
2.4.3 การนำ LED ไปใช้แสดงผล	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5 บัสเซอร์	21
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	22
3.1 กล่าวนำ	22
3.2 การออกแบบและการสร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับอุลตราโซนิก	23
3.3 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรภาครับคลื่น	23
3.3.1 วงจร PIC16F876	23
3.3.2 วงจรรับคลื่น	25
3.4 วงจรสวิตซ์	25
3.5 ชุดส่งคลื่นอุลตราโซนิก	26
3.6 จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	26
3.7 บัสเซอร์	27
3.8 การคำนวณระยะทาง	27
3.9 การเตรียมกล่องอุปกรณ์	28
3.9.1 ขั้นตอนการเจาะรู	29
3.9.2 ขั้นตอนติดตั้งวงจรจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน, วงจรสวิตซ์ และ LED แสดงสถานะ	29
3.9.3 ขั้นตอนติดตั้งวงจร PIC16F876, วงจรรับคลื่นอุลตราโซนิก และบัสเซอร์	29
3.9.4 ขั้นตอนติดตั้งสวิตซ์ปิด/เปิดชุดอุปกรณ์	30
3.9.5 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ	30
3.10 ไดอะแกรมการทำงานที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	34
4.1 กล่าวนำ	34
4.2 การทดลองการทำงานของชุดอุปกรณ์	34
4.2.1 การทดลองสร้างคลื่นอุลตราโซนิกความถี่ 40 kHz	34
4.2.2 การทดลองสร้างคลื่นอุลตราโซนิกความถี่ 40 kHz เป็นช่วงๆ ส่งไปในอากาศ	35
4.2.3 การทดลองรับสัญญาณที่รับได้จากวงจรภาครับ	35
4.2.4 การทดลองวัดระยะทางจริงกับระยะทางที่ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถ	36
4.2.5 การทดลองการเตือนเมื่อระยะที่วัดได้น้อยกว่าระยะปลอดภัย	37
บทที่ 5 บทสรุป	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.1 สรุป	39
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	39
5.3 แนวทางการพัฒนา	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	42
ภาคผนวก ข แผ่นวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	46
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	52
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	55
ภาคผนวก จ ผังงาน	66
ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม	70
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งาน	78
ประวัติผู้แต่ง	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การจัดหน่วยความจำของ PIC16F87X 3

2.2 รายละเอียดของบิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ STATUS 5

2.3 รายละเอียดของบิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ OPTION 6

2.4 การกำหนดอัตราส่วนของปรีสเกลเลอร์ 6

2.5 รายละเอียดของบิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ INTCON 6

2.6 รายละเอียดของรีจิสเตอร์ EECON1 9

2.7 หน้าที่การทำงานของขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876 11

4.1 การวัดค่าระยะทางจากเครื่องวัดระยะทางอัลตราโซนิกที่ระยะทางต่างกันพร้อมทั้งแสดงค่าความแตกต่างและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 36

4.2 การเตือนเมื่อสภาวะต่างๆ 38

ค.1 รายการอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876 และวงจรภาครับคลื่น 53

ค.2 รายการอุปกรณ์ส่งอุลตราโซนิก 54

ค.3 รายการอุปกรณ์อื่นๆ 54

ช.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น 82

ช.2 ข้อมูลจำเพาะ 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F87X	5
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876 และการจัดวางตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ	11
2.3 โครงสร้างภายในตัวอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริคที่ใช้สารเซรามิค	15
2.4 ตัวอย่างการเขียนสัญลักษณ์ของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบต่างๆ กัน	17
2.5 หลักการทำงานของอุลตราโซนิก	18
2.6 อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ วงจรส่งผ่าน/รับ	18
2.7 จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	20
2.8 โครงสร้างของตัวเลข 7 ส่วน	20
2.9 จอแสดงผลแบบ Common Cathode	21
2.10 จอแสดงผลแบบ Common Anode	21
3.1 แผนผังการทำงานของ PIC16F876	22
3.2 วงจร PIC16F876 และอุปกรณ์เชื่อมต่อ	24
3.3 วงจรสวิตช์	25
3.4 วงจรส่งคลื่นอุลตราโซนิก	26
3.5 วงจรจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	27
3.6 กล่องที่ใส่วงจรอุลตราโซนิก และอุปกรณ์อื่นๆ	28
3.7 การลงอุปกรณ์ต่างๆ	29
3.8 การวางอุปกรณ์ต่างๆ	29
3.9 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ	30
3.10 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก	30
3.11 ผังงานการทำงานของสวิตช์	31
3.12 ผังงานการคำนวณหาระยะห่างและการแสดงผล	32
3.13 ผังงานการทำงานของโปรแกรมหลัก	33
4.1 ความถี่ 40 kHz ที่ถูกสร้างจากภาคสร้างความถี่	34
4.2 คลื่นอุลตราโซนิกความถี่ 40 KHz เป็นช่วงๆ ส่งไปในอากาศ	35
4.3 สัญญาณที่รับได้จากวงจรภาครับ	36
ก.1 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านหน้า)	43
ก.2 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านบน)	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.3 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านล่าง)	44
ก.4 แผ่นวงจร PIC16F876 และวงจรภาครับคลื่น	44
ก.5 แผ่นวงจรภาคส่งคลื่น	45
ข.1 วงจรส่งคลื่นอุลตราโซนิก	47
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรส่งอุลตราโซนิก	47
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรรับส่งอุลตราโซนิก	47
ข.4 วงจรสวิตช์	48
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์สวิตช์	48
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์สวิตช์	48
ข.7 วงจร PIC16F876 และวงจรรับคลื่น	49
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์ PIC16F876 และวงจรรับคลื่น	50
ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ PIC16F876 และวงจรรับคลื่น	51
จ.1 ผังงานของโปรแกรมสวิตช์	67
จ.2 ผังงานของโปรแกรมคำนวณระยะทางและแสดงผล	68
จ.3 ผังงานของโปรแกรมหลัก	69
ช.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านหน้าและด้านบน)	80
ช.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านล่างและด้านหน้า)	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการจอดรถตามสถานที่ต่างๆมักจะเจอกับปัญหาพื้นที่ในการจอดรถที่มีขนาดแคบ ในการถอยรถเพื่อที่จะจอดอาจจะมีสิ่งกีดขวางอยู่ทางด้านหลังของรถยนต์ที่จะถอย บางครั้งอาจจะเป็นสิ่งของหรือสิ่งกีดขวางที่สังเกตเห็นได้ยากจึงมักทำให้เกิดอุบัติเหตุหรือเกิดความเสียหายกับตัวรถยนต์ ในการจอดรถยนต์ซ้อนกันหลายๆ คันในลักษณะที่ด้านหน้าของตัวรถยนต์ติดกับด้านหลังของตัวรถยนต์อาจจะทำให้เกิดปัญหาเวลารถยนต์คันที่อยู่ด้านหลังต้องการที่จะขับออกจากที่จอดรถอาจจะไปเฉี่ยวหรือชนรถยนต์คันข้างหน้าหรืออาจจะไม่สามารถขับออกไปจากที่จอดรถได้ ในการถอยรถยนต์ในที่ที่มีแสงสว่างน้อยหรือในที่มืดไฟที่ใช้ในการถอยรถยนต์จากทางด้านท้ายของ ตัวรถยนต์อาจจะไม่เพียงพอที่จะใช้สำหรับการถอยรถทำให้ผู้ที่ถอยรถอาจจะไม่ทันสังเกตเห็นสิ่งกีดขวางได้ ในการถอยรถถ้าผู้ขับมองกระจกเพียงอย่างเดียวอาจจะทำให้การคาดคะเนระยะทางในการจอดรถผิดพลาดไปได้

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถบอกระยะทางจากการสะท้อนของเซ็นเซอร์ชนิดอุลตราโซนิก ในช่วงระยะทาง 50 ถึง 100 เซนติเมตร
2. สามารถกำหนดระยะการเตือนของเซ็นเซอร์ชนิดอุลตราโซนิกได้
3. สามารถแสดงผลบอกระยะทาง 3 หลัก บนจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน
4. กำหนดระยะความผิดพลาดไม่เกิน ±5 เปอร์เซ็นต์
5. ใช้เซ็นเซอร์ชนิดอุลตราโซนิก 2 พอร์ต

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไมโครคอนโทรลเลอร์ บัสเซอร์ สวิตซ์ จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน คลื่นอุลตราโซนิก ตัวส่งและตัวรับคลื่นอุลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรแสดงผลแบบเจ็ดส่วน วงจรกำเนิดเสียงสัญญาณเตือน ภาคจ่ายไฟ ภาครับและภาคส่งคลื่นอุลตราโซนิก โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของระบบวัดระยะทาง เช่น การทดลองแสดงผลระยะห่างที่จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน การทดลองการส่งสัญญาณเตือนในกรณีที่ค่าระยะห่างมีค่าต่ำกว่าค่าอ้างอิง

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพต้นแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

ภาคผนวก จ แสดงแผนผังการทำงาน

ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก ช เป็นคู่มือการใช้ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F87X, คลื่นอุลตราโซนิก, จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน และบัสเซอร์ ซึ่งเนื้อหาต่างๆ จะได้กล่าวดังต่อไปนี้

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F87X

2.2.1 ความรู้เบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F87X

PIC16F87X เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC (Peripheral Interface Controller) ของบริษัทไมโครชิปเทคโนโลยี ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC มีด้วยกันหลายเบอร์ แต่ละเบอร์ก็มีความสามารถแตกต่างกันออกไป ภายใน PIC16F87X หน่วยความจำโปรแกรม แบบ Flash ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้า

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87X เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่จัดอยู่ในกลุ่มไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) คือไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้จะมีชุดคำสั่งน้อยเพียง 33-35 คำสั่งพื้นฐานเท่านั้นและทุกคำสั่งสามารถทำงานให้เสร็จได้ด้วยการใช้สัญญาณเพียงลูกเดียว ยกเว้นคำสั่งที่ใช้ในการกระโดด ทั้งยังทำงานในลักษณะ Pipeline เหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ ความเร็วในการทำงานจึงสูงมากเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ ที่ความถี่สัญญาณนาฬิกาเท่ากัน

2.2.2 สถาปัตยกรรมของ PIC16F87X

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87X ได้รับการบรรจุหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และหน่วยอินพุตเอาต์พุตไว้พร้อมทั้งยังมีไทม์เมอร์และวอตช์ด็อกครบถ้วนสมบูรณ์

ตารางที่ 2.1 การจัดหน่วยความจำของ PIC16F87X

การจัดหน่วยความจำของ PIC 16F87X	
ความถี่	DC 4 หรือ 20 MHz
รับค่า	POR, BOR, PWRT, OST
โปรแกรมแฟลช	4 หรือ 8 K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การจัดหน่วยความจำของ PIC16F87X

การจัดหน่วยความจำของ PIC 16F87X	
หน่วยความจำข้อมูล	192 หรือ 368 ไบต์
ขัดจังหวะ	13 หรือ 14 แหล่ง
อินพุตเอาต์พุตพอร์ต	พอร์ต A, B, C, D และ E
หน่วยความจำ EEROM	128/256 ไบต์

2.2.3 การจัดการขาของ PIC16F87X

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876 สามารถจัดขาต่อใช้งานได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มขาสัญญาณนาฬิกา มี 2 ขา คือ OSC1/CLKIN (ขา 9) และ OSC2/CLKOUT (ขา 10)
2. กลุ่มขาควบคุม มี 1 ขา คือ MCLR (ขา1)
3. กลุ่มขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตมี 22 ขา แบ่งเป็นขาพอร์ต A 6 ขา ได้แก่ RA0-RA5 (ขา2 ถึงขา7) ขาพอร์ต B ได้แก่ขา RB0-RB7 (ขา 11 ถึงขา 18) ขาพอร์ต C ได้แก่ขา RC0-RC7 (ขา 21 ถึงขา 28)
4. กลุ่มขาไฟเลี้ยง มี 4 ขา คือ ขา V_{ss}(ขา 1 และขา 20) หรือขาต่อกราวด์ และขา V_{DD} (ขา 8 และขา 19) หรือ ขาไฟเลี้ยง ปกติใช้ +5 โวลต์

2.2.4 การจัดหน่วยความจำของ PIC16F87X

การจัดหน่วยความจำของ PIC16F78X แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูลและหน่วยความจำส่วนของ EEPROM

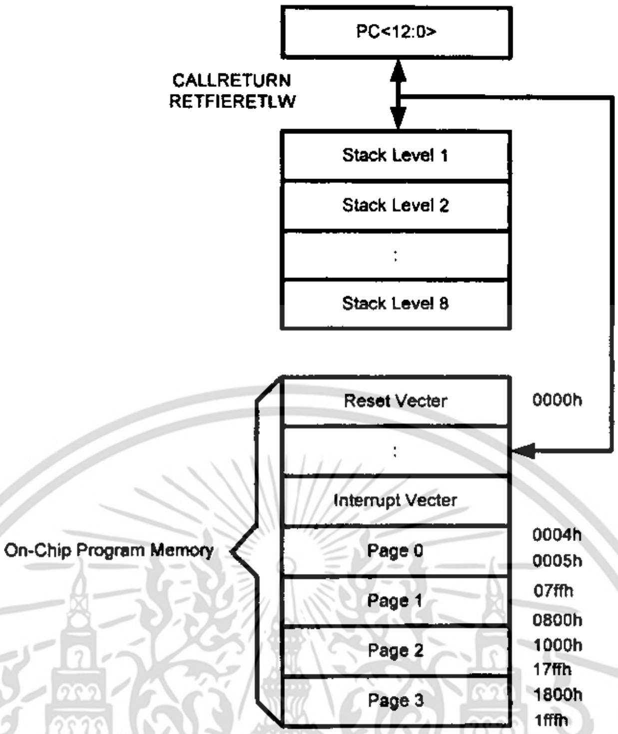
2.2.5 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F87X เป็นหน่วยความจำแบบ Flash ซึ่งสามารถที่จะโปรแกรมลงบนหน่วยความจำนี้ได้ทั้งหมดโปรแกรม และในขณะทำงานตามปกติ PIC16F87X มีโปรแกรมเคาน์เตอร์ขนาด 13 บิต ที่สามารถอ้างตำแหน่งหน่วยความจำได้ 8 K หรือ 14 ตำแหน่ง โดยมีตำแหน่งรีเซตเวคเตอร์อยู่ที่ตำแหน่ง 0000h และที่ตำแหน่งอินเตอร์รัพต์เวคเตอร์ อยู่ที่ตำแหน่ง 0004h และมีความลึกของสแต็ก 8 ระดับ

2.2.5.1 รีจิสเตอร์ควบคุมของ PIC16F87X

ใน PIC16F87X มีรีจิสเตอร์ควบคุมที่มีบทบาทสำคัญอยู่ 9 ตัว คือ STATUS, OPTION, INTCON, PCL, PCLATH, PIE1, PIR1, PIR1, PIE2, PCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F87X

2.2.5.2 รีจิสเตอร์ STATUS

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้แสดงสถานะทางคณิตศาสตร์ของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์ สถานะการทำงานของ PIC16F87X และใช้เป็นตัวกำหนดการเลือกแบงค์ของหน่วยความจำข้อมูลการเข้าถึงรีจิสเตอร์ STATUS เพื่ออ่านและเขียนข้อมูลสามารถกระทำได้ด้วยวิธีการเดียวกับการอ่านและเขียนรีจิสเตอร์ตัวอื่นๆ

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของบิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ STATUS

บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 0
R-1	R/W-X	R/W-X	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-1	R/W-X
PD	Z	DC	IRP	RP1	RP0	TO	C

หมายเหตุ R : อ่านค่าได้, W : เขียนค่าได้, U : ไม่ใช้งาน "0", -n : ค่าที่เกิดหลังเพาเวอร์ออนรีเซต

2.2.5.3 รีจิสเตอร์ OPTION

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการอินเตอร์รัพต์จากสัญญาณจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดของบิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ OPTION

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
RBPU	INTEG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0

หมายเหตุ R : อ่านค่าได้, W : เขียนค่าได้, U : ไม่ใช้งาน "0", -n : ค่าที่เกิดหลังเพาเวอร์ออนรีเซต

ตารางที่ 2.4 การกำหนดอัตราส่วนของปรีสเกลเลอร์

PS2	PS1	PS0	อัตราส่วนเมื่อทำงานกับ WDT	อัตราส่วนเมื่อทำงานกับ TMRO
0	0	0	1:1	1:2
0	0	1	1:2	1:4
0	1	0	1:4	1:8
0	1	1	1:8	1:16
1	0	0	1:16	1:32
1	0	1	1:32	1:64
1	1	0	1:64	1:128
1	1	1	1:128	1:256

2.2.5.4 รีจิสเตอร์ INTCON

เป็นรีจิสเตอร์ที่เก็บค่าบิตของการอีนาเบิลสัญญาณอินเตอร์รัพต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x0B มีบทบาทสำคัญมากในเรื่องของการอินเตอร์รัพต์

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดของบิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ INTCON

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-X
GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF

2.2.6 รีจิสเตอร์โปรแกรมเคาน์เตอร์ PCL และ PCLATH

โปรแกรมเคาน์เตอร์ เป็นรีจิสเตอร์ที่มีหน้าที่ชี้ตำแหน่งแอดเดรสต่อไปของหน่วยความจำโปรแกรมที่ชี้พียูจะต้องไปทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเคาน์เตอร์หรือ PC ใน PIC16F87X มีขนาด 13 บิต แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ รีจิสเตอร์โปรแกรมเคาน์เตอร์ไบต์ต่ำ หรือ PCL (Program Counter Low Byte) ซึ่งในส่วนนี้มีขนาด 8 บิต สามารถอ่านและเขียนค่าได้โดยตรง ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งมีขนาด 5 บิต ไม่สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลได้โดยตรงต้องอาศัยการเขียนและอ่านค่าผ่านรีจิสเตอร์ PCLATH โดยที่รีจิสเตอร์ PCLATH จะทำการเก็บค่าของ 5 บิตบนโปรแกรมเคาน์เตอร์ไว้และถ่ายทอดลงสู่ 5 บิตบนของโปรแกรมเคาน์เตอร์ไบต์สูง (PCH) ก็ต่อเมื่อโปรแกรมเคาน์เตอร์มีการไหลค่าใหม่เข้ามา ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อกระทำคำสั่ง CALL หรือ GOTO

2.2.6.1 สแต็ก

ในไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F87X ได้จัดสรรสแต็กหรือพื้นที่ในหน่วยความจำ เพื่อใช้ในการเก็บค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์ชั่วคราวไว้ 8 ระดับ หากมีการพุชอัพเป็นครั้งที่ 9 ซีพียูจะนำค่าของ PC ในครั้งที่ 9 นี้เก็บลงในสแต็กที่เก็บค่าใน PC ในครั้งที่ 1

2.2.6.2 รีจิสเตอร์ W

ในตัวไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F87X มีรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการทำงานหลักคือ รีจิสเตอร์ W หากเปรียบเทียบไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ รีจิสเตอร์ W เทียบได้กับแอกคิวมูเลเตอร์ เมื่อ PIC16F87X การกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์รีจิสเตอร์ W จะเป็นรีจิสเตอร์ที่ซีพียูติดต่อด้วยการโอนข้อมูลหรือการตรวจสอบข้อมูลจะกระทำที่รีจิสเตอร์ W

2.2.6.3 รีจิสเตอร์ไฟล์

เนื่องจาก PIC16F87X มีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องอยู่หลายตัว จึงมีการจัดรวบรวมรีจิสเตอร์ทั้งหมดที่ต้องใช้การเข้าถึงแบบโดยอ้อมไว้ในลักษณะแฟ้มข้อมูล

รีจิสเตอร์ได้รับการนำมารวมไว้มีชื่อว่า รีจิสเตอร์ไฟล์ มีขนาด 8 บิต และมีรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ ที่ถูกกำหนดหน้าที่และตำแหน่งไว้แล้วและมี 68 ตัวจะได้รับการกำหนดให้ใช้งานอย่างอิสระ

2.2.7 การใช้งานตัวรับตัวส่งสัญญาณ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F87X มีพอร์ตสำหรับติดต่ออุปกรณ์ภายนอก 3 พอร์ต คือ พอร์ต A มีขนาด 6 บิต และพอร์ต B กับพอร์ต C มีขนาด 8 บิต ขาแต่ละขาของ PIC16F87X สามารถจ่ายกระแสออกได้สูงสุด 25 มิลลิแอมป์และสามารถรับกระแสสูงสุดต่อขาได้ 20 มิลลิแอมป์ เมื่อใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ แต่ถ้าจะนำไปขับ LED จะต้องจำกัดกระแสโดยต่อความต้านทานเข้าไป แต่ถ้าใช้ไฟเลี้ยง +3 โวลต์ ก็สามารถที่จะขับ LED ได้โดยตรง

2.2.7.1 พอร์ต A และรีจิสเตอร์ TRISA

พอร์ต A เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง มีขนาด 6 บิต มีรีจิสเตอร์กำหนดทิศทางการถ่ายทอดข้อมูลของพอร์ต A คือ TRISA เมื่อต้องการใช้งานเป็นอินพุตต้องเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตที่ต้องการกำหนดให้เป็นอินพุตและถ้าหากต้องการใช้งานเป็นเอาต์พุตก็ต้องเขียนข้อมูล "0" ไปยังบิตที่ต้องการให้เป็นเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขาของพอร์ต A บิตที่ 4 หรือ RA/TOCKI มีความแตกต่างจากขาอื่นๆตรงที่ว่าขานี้จะมีวงจรชมิตทริกเกอร์ ต่อเข้าที่ขาอินพุต เพราะขานี้ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณนาฬิกาภายนอกสำหรับขาไทม์เมอร์เคาน์เตอร์ TMRO ภายใน

ขาของพอร์ต A ยังมัลติเพล็กซ์กับแอนะลอกอินพุต และแอนะลอก Vref อินพุต เมื่อต้องการใช้งานก็จะทำการกำหนดโดยเลือกเคลียร์หรือเซตที่บิตคอนโทรล ในรีจิสเตอร์ ADCON1 (A/D Control Register)

ขณะที่เพาเวอร์ออนรีเซตขาของพอร์ต A จะถูกกำหนดให้เป็นแอนะลอกอินพุตและกำหนดลอจิกเป็น "0"

2.2.7.2 พอร์ต B และรีจิสเตอร์ TRISB

พอร์ต B เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง มีขนาด 8 บิต มีรีจิสเตอร์กำหนดทิศทางการถ่ายทอดข้อมูลของพอร์ต B คือ TRISB การกำหนดทิศทางจะกำหนดเช่นเดียวกับ TRISA

แต่ละขาของพอร์ต สามารถเลือกให้พูลอัพโดยทำการเคลียร์บิต RBPU ในรีจิสเตอร์ OPTION และการพูลอัพจะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติเมื่อกำหนดให้พอร์ต B เป็นเอาต์พุตและนอกจากนี้การพูลอัพจะถูกยกเลิกเมื่อเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต

ในส่วนของขาอีก 4 ขา คือ (RB4-RB7) ยังใช้เป็นขาเพื่อทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือระดับสัญญาณของพอร์ต B เพื่อกระตุ้นให้เกิดการอินเตอร์รัพต์ กล่าวคือ จะสามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้เฉพาะขาที่เป็นอินพุต (ถ้าบิต RB4-RB7 บิตใดบิตหนึ่งเป็นเอาต์พุตจะไม่สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้)

ขณะที่อยู่ในโหมดสลีปสามารถทำให้อุปกรณ์เกิดการอินเตอร์รัพต์ได้โดยผู้ใช้ สู่การบริการอินเตอร์รัพต์ย่อยสามารถทำการเคลียร์อินเตอร์รัพต์ได้ดังนี้

1. อ่านหรือเขียนจากพอร์ต B อย่างใดอย่างหนึ่งจะทำให้หยุดการทำงาน
2. เคลียร์บิต RBIF

2.2.7.3 พอร์ต C และรีจิสเตอร์ TRISC

พอร์ต C เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง มีขนาด 8 บิต มีรีจิสเตอร์กำหนดทิศทางการถ่ายทอดข้อมูลของพอร์ต C หรือ TRISC

พอร์ต C จะมัลติเพล็กซ์กับฟังก์ชั่นอุปกรณ์เสริมมากมายและพอร์ต C นี้ยังมีบัฟเฟอร์ทางอินพุตแบบชมิตทริกเกอร์ เมื่อทำการอีนาเบิลฟังก์ชั่นอุปกรณ์เสริม ควรระวังในการกำหนดค่าของบิต TRISC และในบางอุปกรณ์จะทำการโอเวอร์ไรด์บิต TRISC เพื่อกำหนดให้ขานี้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตและควรหลีกเลี่ยงตำแหน่งปลายทาง ผู้ใช้ควรจะอ้างอิงถึงส่วนอุปกรณ์เสริมที่คล้ายคลึงสำหรับการตั้งค่าบิต TRISC ให้ถูกต้อง

2.2.7.4. พอร์ต D และพอร์ต E

สำหรับพอร์ต D และพอร์ต E จะไม่มีอยู่ใน PIC ในตระกูลที่มีขนาดขา 28 ขา ก่อนอื่นมาพูดถึงพอร์ต D ก่อน พอร์ต D จะเป็นพอร์ตขนาด 8 บิต ซึ่งจะมี ชมิตทริกเกอร์แบบ Input Buffer อยู่ในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่เราสามารถกำหนดแต่ละบิตของพอร์ตให้เป็น อินพุตหรือเอาต์พุตได้โดยอิสระจากกัน พอร์ต D สามารถที่จะทำตัวเป็น Parallel Slave Port ได้อีกด้วย ทำได้โดยการ Set PSP Mode Bit ซึ่งในโหมดนี้บัฟเฟอร์ภายในจะกลายเป็นแบบ TTL

สำหรับพอร์ต E จะมีทั้งหมด 3 ขา คือ RE0/(RD\)/AN5, RE1/(WR\)/AN6 และ RE5/(CS\)/AN7 ซึ่งจะมี ชมิตทริกเกอร์แบบ Input Buffer อยู่ในตัวโดยที่เราสามารถกำหนดแต่ละบิตของพอร์ตให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต พอร์ตสามารถกลายเป็น Control Input สำหรับ Microprocessor Port เมื่อทำการ Set PSP Mode Bit ข้อควรระวังเมื่ออยู่ในโหมดนี้ก็คือ ต้องตรวจดูให้ดี TRISC ตั้งแต่บิตที่ 0-2 ถูก Set และต้องแน่ใจว่า ADCON1 ถูก Set ให้อยู่ในโหมด Digital I/O ซึ่งในโหมดนี้ Input Buffer จะเป็น TTL

2.2.8 การใช้งาน EEPROM ภายใน

PIC16F87X มีหน่วยความจำแบบ EEPROM โดยสามารถอ่านและเขียนในขณะทำงานปกติได้ แต่ต้องทำโดยการเข้าถึงนั้นจะต้องทำผ่านรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษซึ่งต้องใช้ถึง 4 ตัวดังนี้

2.2.8.1 EECON1 และ EECON2

EECON1 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำ (Sequence) ของการเขียนเท่านั้นไม่สามารถอ่านและเขียนในขณะทำงาน

บิต EEPGO เป็นบิตที่ใช้กำหนดว่าจะเข้าถึง EEPROM หรือหน่วยความจำ คือ ถ้าเป็น "0" จะเป็นการเข้าถึง EEPROM ถ้าเป็น "1" เป็นการเข้าถึงหน่วยความจำแบบ Flash

บิต RD และ WR เป็นบิตที่ใช้กำหนดว่าเป็นการอ่านหรือเขียน โดยทั้งสองบิตนี้สามารถเซตได้โดยซอฟต์แวร์อย่างเดียวแล้วจะถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ เมื่ออ่านหรือเขียนเสร็จเรียบร้อย

บิต WREN เป็นบิตที่ใช้อีนาเบิลการเขียนและปกติจะถูกดิสอีนาเบิล หรือเป็น "0"

บิต WRERR ใช้บอกว่าการเขียนเกิดขัดจังหวะจากการรีเซต หรือวอตซ์ด็อกทำงาน ซึ่งบิตนี้จะเซต "1" ถ้าเกิดกรณีทั้งสองขณะเขียนข้อมูลลง EEPROM และถ้าไม่เกิดกรณีทั้งสองขณะเขียนข้อมูลจะเป็น "1"

ตารางที่ 2.6 รายละเอียดของรีจิสเตอร์ EECON1

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
U	U	U	R/W-0	R/W-X	R/W-0	R/S-0	R/S-X
-	-	-	EEIF	WRERR	WREN	WR	RD

หมายเหตุ R : อ่านค่าได้, W : เขียนค่าได้, U : ไม่ใช้งาน "0", -n : ค่าที่เกิดหลังเพาเวอร์ออนรีเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.8.2 EEDATA

EEDATA ใช้เป็นที่พักข้อมูลขนาด 8 บิต ที่ต้องการอ่านหรือเขียนมีจำนวน 64 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x00-0x3F การเขียนและอ่านข้อมูลจะกระทำในระดับไบต์หรือครั้งละ 8 บิตเท่านั้น การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ EEPROM ทุกครั้งต้องทำการลบข้อมูลออกก่อนเสมอ ซึ่งอัตราเร็วในการลบข้อมูลจะสูงในขณะที่อัตราเร็วในการเขียนข้อมูลจะขึ้นอยู่กับไทม์เมอร์ในตัว PIC16F87X ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงแรงดันและอุณหภูมิในขณะที่ทำการเขียนข้อมูลนั้น

เมื่อทำการป้องกันข้อมูลในหน่วยความจำ EEPROM แล้ว ซีพียูสามารถอ่านและเขียนข้อมูลในหน่วยความจำได้เป็นปกติ แต่เครื่องโปรแกรมภายนอกจะไม่สามารถเข้าถึงหน่วยความจำส่วนนี้

คุณสมบัติต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F87X สามารถสรุปอย่างคร่าวๆ ได้ดังนี้

1. 35 Instruction คำสั่ง
2. ในการปฏิบัติงานคำสั่งต่างๆ จะใช้ Cycle เดียว และ 2 Cycle ในคำสั่งที่เป็นการกระโดด
3. ความถี่สูงสุดที่ทำงานได้ คือ 20 MHz (16F87X-20/P)
4. การทำงานจะเป็นลักษณะ Pipeline ทำให้มีการทำงานที่เร็วขึ้น
5. หน่วยความจำโปรแกรม FLASH Program Memory มีขนาด 8k (14-Bit Words)
6. หน่วยความจำข้อมูล (RAM) 368 Bytes
7. หน่วยความจำข้อมูล (EEPROM) 256 Bytes
8. สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัพได้ถึง 14 แหล่ง
9. STACK 8 ระดับ
10. เพาเวอร์ออนรีเซต (POR), เพาเวอร์ไทม์เมอร์ (PWRT) และ Oscillator Start-Up Time
11. Watchdog Timer
12. สามารถเลือกการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection)
13. โหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
14. เลือกโหมดของสัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด
15. สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5V ได้
16. ฟังก์ชันการโปรแกรมแบ ICSP (In-Circuit Serial Programming)
17. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2.0 V ถึง 5.5 V
18. กระแสทั้งซิงค์และซอร์สของพอร์ตคือ 25 mA
19. Timer/Counter จำนวน 3 ตัว คือ Timer 0, Timer 1 และ Timer 2
20. โมดูล Capture/Compare/PWM จำนวน 2 ชุด
21. Analog to Digital Converter ความละเอียด 10 บิต 8 แชนแนล ภายในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. มีโมดูลการสื่อสาร USART

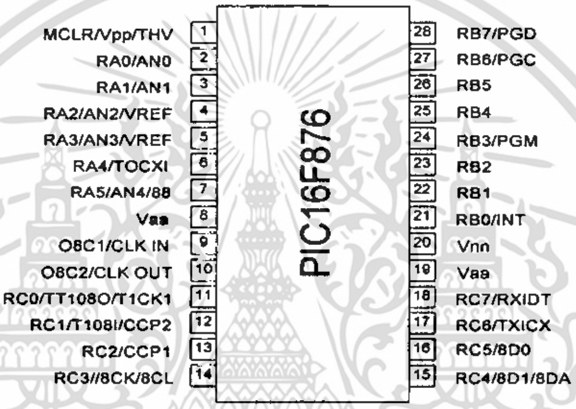
23 มีโมดูลตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง Brown-out reset (BOR)

24. มีพอร์ต I/O พอร์ตประกอบด้วย A, B, C, D และ E แต่ละพอร์ตจะมีจำนวนบิตไม่เท่ากัน ซึ่งรวมแล้วจะมี I/O จำนวน 33 บิต

1. PORTA=RA5-RA0 จำนวน 6 บิต

2. PORTB=RB7-RB0 จำนวน 8 บิต

3. PORTC=RC7-RC0 จำนวน 8 บิต



รูปที่ 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876 และการจัดวางตำแหน่งขาสัญญาณต่างๆ

ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 16F87x นี้จะมีทั้งหมด 40 ขา จะประกอบไปด้วยขาที่ทำหน้าที่ต่างๆ โดยจะมีขาสัญญาณ I/O Ports ทั้งหมดจำนวน 33 ขา โดยสามารถนำไปใช้เป็นอินพุต/เอาต์พุตได้ทั้งหมดทุกขา ยกเว้นขา RA4 ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบ Open Drain ดังนั้น หากต้องการนำไปใช้เป็นขาสัญญาณเอาต์พุต จะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพไว้ด้วย ส่วนขาที่เหลือสามารถใช้งานได้ตามปกติ นอกจากขาสัญญาณ I/O แล้ว ยังประกอบไปด้วยขาสัญญาณอื่นๆ อีก คือ ขาไฟเลี้ยง, กราวด์, ขารีเซ็ท และขาออสซิลเลเตอร์ ซึ่งสามารถสรุปหน้าที่การทำงานของขาสัญญาณในแต่ละขาได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.7 หน้าที่การทำงานของขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	ชนิดของบัฟเฟอร์	รายละเอียด
OSCI/CLKIN	9	I	ST/CMOS	ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณนาฬิกาของ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) หน้าที่การทำงานของขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC2/CLKOUT	14	O	-	เป็นขาเอาต์พุตของสัญญาณนาฬิกา (1/4 ของ CLKIN) ใช้ต่อร่วมกับขาสัญญาณ OSC I เพื่อกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในกรณีที่ใช้คริสตอลแบบเรโซเนเตอร์ หรือวงจร RC ภายนอก
MCLR/VPP	1	I/P	ST	ขาสัญญาณรีเซ็ตแอคทีฟ "0", ขารับแรงดันสำหรับการโปรแกรมขาสัญญาณอินพุท/เอาต์พุต PORTA
RA0/AN1	2	I/O	TTL	ขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาลอก AN1
RA1/AN1	3	I/O	TTL	ขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาลอก AN1
RA2/AN2/VREF-	4	I/O	TTL	ขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาลอก AN2 และขาสัญญาณอ้างอิงลบ (-)
RA3/ANA3/VREF	5	I/O	TTL	ขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาลอก AN3 และขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงบวก (+)
RA4/T0CKI	6	I/O	TTL	ขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทม์เมอร์ 0
RA5/SS/AN4	7	I/O	TTL	ขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณอนาลอก AN4 และขาสัญญาณ Slave Select ในโหมดการสื่อสารแบบ Synchronous Serial Port ขาสัญญาณอินพุตเอาต์พุต PORTB
RBO/INT	33	I/O	TTL/ST	ขาสัญญาณ อินพุต/เอาต์พุต, ขาอินพุตสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอก
RB1	34	I/O	TTL	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต
RB2	35	I/O	TTL	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต
RB3/PGM	24	I/O	TTL	ขาสัญญาณอินพุตเอาต์พุต, ขาสัญญาณการโปรแกรมแบบแรงดันต่ำ
RB4	25	I/O	TTL	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) หน้าที่การทำงานของขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876

ขาสัญญาณ	DIP PIN	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC7/RX/DT	18	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาอินพุตสัญญาณด้านรับของการสื่อสาร USART, ขาสัญญาณข้อมูลในโหมดการสื่อสาร Synchronous ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต PORTD สามารถใช้เป็น Slave Port กรณีติดต่อกับระบบบัสของไมโครโพรเซสเซอร์
Vss	8,19	I	-	ขาสัญญากราวด์
VDD	20	I	-	ขาแรงดันไฟเลี้ยง
RB7/PGD	28	I/O	TTL/ST (2)	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณ และเป็นขาสัญญาณข้อมูลในโหมดการโปรแกรมขาสัญญาณอินพุท/เอาต์พุต PORTC
RC0/T1OSO/T1CKI	11	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณออสซิลเลเตอร์เอาต์พุต และขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทม์เมอร์ 1
RC1/T1OSI/CCP2	12	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณออสซิลเลเตอร์ไทม์เมอร์ 1 และเป็นขาสัญญาณ Capture 2 input/Compare 2 output/PWM2 output
RC2/CCP1	13	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต และขาสัญญาณ Capture 1 input/Compare 1 output/PWM1 output
RC3/SCK/SCL	14	I/O	ST	- ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาสัญญาณอินพุตสัญญาณนาฬิกาในการสื่อสาร Synchronous, ขาสัญญาณนาฬิกาในโหมด I2C และ SPI
RC4/SDI/SDA	12	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาอินพุตสัญญาณข้อมูลในโหมด SPI, ขาอินพุต/เอาต์พุตสัญญาณข้อมูลในโหมด I2C
RC5/SDO	16	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาเอาต์พุตสัญญาณข้อมูลในโหมด SPI
RC6/TX/CK	17	I/O	ST	ขาสัญญาณอินพุต/เอาต์พุต, ขาเอาต์พุตสัญญาณด้านส่งของการสื่อสาร USART, ขาสัญญาณนาฬิกาในโหมดการสื่อสาร Synchronous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

I = อินพุต

O = เอาต์พุต

I/O = อินพุต/เอาต์พุต

P = Power

\- = ไม่มี

TTL = ระดับสัญญาณ TTL

ST = วงจรชมิตทริกเกอร์ อินพุต

2.3 คลื่นอุลตราโซนิก

คลื่นอุลตราโซนิก หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงสุดเพียงแค่ประมาณ 15 KHz เท่านั้น แต่คนที่อายุน้อยๆ อาจจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่านี้ได้ ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอุลตราโซนิกจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอุลตราโซนิคมาใช้ก็เพราะว่าเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวกำเนิดเสียงความถี่นั้น เช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมายคลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นแต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอุลตราโซนิก อย่างเช่น 40 KHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 มม. เท่านั้นซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มาก คลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียกว่า มีทิศทาง

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิคทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้น้ำสั่นที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยสังเกตระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น คลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 KHz เพราะที่ความถี่สูงขึ้นกว่านี้อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้นๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz (109 Hz) ก็มีใช้กันในหลายๆ การใช้งานที่ตัวกลางคลื่นเสียงเดินทางผ่านตัวกลางที่ไม่ใช่อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

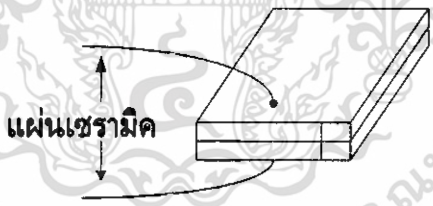
อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิกกระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นได้นั้น มีชื่อเรียกว่า อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ในปัจจุบันอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมากได้แก่

แบบเปียโซอิเลคทริก (Piezo-electric Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทางกล โดยมีความถี่เรโซแนนซ์คงที่อยู่ค่าหนึ่ง

แบบแมกนีโตสตริคทีฟ (Magnetostrictive Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่

แบบอิเลคโตรสตริคทีฟ (Electrostrictive Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกล

ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริค ภายในตัวอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริคแบบที่มีใช้กันในปัจจุบันซึ่งได้รับการพัฒนากันมาในระดับหนึ่งแล้วจะประกอบด้วยชิ้นสารเซรามิคสี่เหลี่ยมซึ่งมีผิวโลหะเงินฉาบอยู่ทั้ง 2 หน้าเพื่อให้ต่อสายไฟออกมาเป็นขา 2 ขา ชิ้นสารเซรามิคนี้ประกอบขึ้นจากสารเซรามิค 2 ชิ้น ประกบกันอยู่โดยวางให้ขั้วไดโพลทางไฟฟ้าภายในอะตอมของมันมีทิศทางตรงข้ามกันดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.3 โครงสร้างภายในตัวอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริคที่ใช้สารเซรามิค

ชิ้นสารเซรามิคถูกยึดติดภายในตัวถังอย่างดีเพื่อไม่ให้การสั่นขณะที่มันทำงานอยู่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากภายนอกตัวถังมักจะเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางและมีความสูงประมาณ 1 ถึง 2.5 ซม.ด้านหน้าทำเป็นช่องเปิดมีตะแกรงติดอยู่เพื่อให้คลื่นอุลตราโซนิคเข้ามาหรือออกจากช่องเปิดได้โดยสะดวก ถ้าตัวถังทำมาจากโลหะก็ควรต่อตัวถังลงกราวด์เพื่อทำหน้าที่ชีลด์ สำหรับบางยี่ห้อเขาจะต่อขาหนึ่งติดกับตัวถังมาให้เลย เมื่อพลิกดูขา 2 ขาที่โผล่ออกมาจากตัวถังจะเห็นมีขาหนึ่งติดกับตัวถัง

เมื่อมีสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมขั้วทั้งสองของชิ้นสารเซรามิคดังรูป จะทำให้ชิ้นสารโก่งงอมากหรือน้อยหรือในทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณนั้นๆ ทำให้เกิดการกดอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เดียวกับสัญญาณนั้นออกไป โดยทั่วๆ ไปกำลังเอาท์พุตที่ออกมาจะตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป แต่กำลังเอาท์พุตจะสูงสุดที่ค่าประมาณนี้ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ซึ่งเป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิคนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆ กำลังเอาท์พุตจะลดลงกว่านี้มาก

ในทำนองกลับกันเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ของชิ้นสารเซรามิคเข้ามาจะทำให้ชิ้นสารโก่งงอไปมาและเกิดสัญญาณแรงดันซึ่งมีขนาดเล็กขึ้นมาคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมันเองได้ คุณสมบัติโดยทั่วไปของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคตริคก็คือมีค่าความต้านทานไฟตรงสูงมากอาจสูงถึง 100 MW เรียกว่าถ้าเอามัลติมิเตอร์ธรรมดามาตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูงๆ เข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ในขณะที่มันทำงานความต้านทานทางด้านไฟสลับจะลดลง

2.3.1 ตัวส่งและตัวรับ

ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริคที่ใช้สารเซรามิค (หรือที่ผู้ผลิตบางรายเรียกว่าอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเซรามิค) จะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่งหรือ Transmitter และตัวรับ (เสียง) หรือReceiver

ตัวส่ง ก็คืออุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่ตัวมันให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิก หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้ายๆ กับเป็นลำโพง

ตัวรับ ก็คืออุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิกที่มาตกกระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ของตัวรับจึงคล้ายๆ กับเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้เวลาเขียนสัญลักษณ์ของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของมันคือถ้าเป็นตัวส่งก็เขียนสัญลัษณ์เป็นลำโพง ถ้าเป็นตัวรับก็เขียนสัญลักษณ์เป็นไมโครโฟน ดังรูป 2.8

อุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเซรามิคที่มีจำหน่ายกันจะมีค่าความถี่เรโซแนนซ์ให้เลือกตั้งแต่ 23 KHz ขึ้นไปจนถึง 40 KHz แต่ที่พบเห็นกันบ่อยก็มี 23 KHz, 25 KHz, และ 40 KHz โดยความถี่ 40 KHz เป็นรุ่นที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะมีทิศทางดีกว่า

ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับ เนื่องจากสเปคตลอดจนรายละเอียดต่างๆ ของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์หาได้ยาก ดังนั้นจึงสามารถที่จะสรุปสิ่งที่ควรรู้ในขั้นต้นของอุปกรณ์อุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานดังนี้

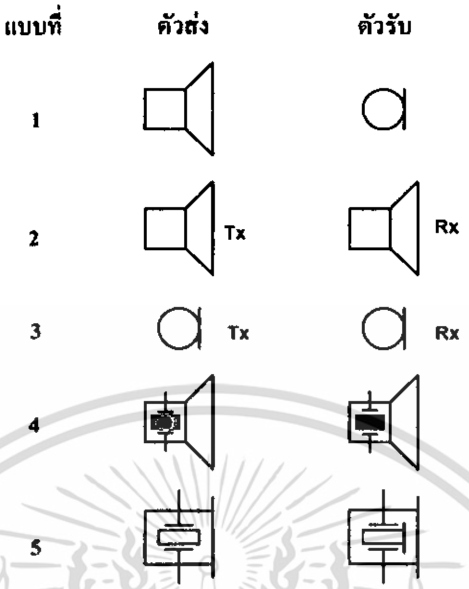
1. ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูง เพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เสียหาย

2. ทรานสดิวเซอร์ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกินกว่า 20 Vrms ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่จะป้อนให้กับทรานสดิวเซอร์ก็ควรจะอยู่ภายในขีดจำกัดอันนี้

3. อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ภายในช่วง -20 $^{\circ}$ C ถึง +60° C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการเขียนสัญลักษณ์ของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบต่างๆ กัน

4. ความถี่เรโซแนนซ์ (ความถี่ที่ตัวมันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของทรานสดิวเซอร์ 40 KHz ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะผิดพลาดไปไม่เกิน ±1 KHz และมีแถบความถี่ (Bandwidth) ประมาณ 4.5 KHz สำหรับตัวส่ง และมีแถบความถี่ประมาณ 5.0 KHz สำหรับตัวรับ จะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าของตัวส่งอยู่เล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกมาจากตัวส่งได้

5. ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมากกล่าวคือ ที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30° ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10dB ในทำนองเดียวกันถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงเบนไปจากแนวแกนขอตัวรับไปประมาณ 30° ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกมาก็ลดลงไปประมาณ 10dB ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่งแจ้งจึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้มากหน่อย เพราะคลื่นเสียงอุลตราโซนิกสามารถสะท้อนกับกำแพง พื้น และวัตถุที่อยู่ภายในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง

6. ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด ตามปกติแล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วงจาก 10 kW ถึง 100 kW จากการทดลองพบว่าถ้าเปลี่ยนโหลดจาก 100 kW มาเป็น 10 kW ความไวจะลดลงประมาณ 10 ถึง 20 dB แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ค่าความต้านทานต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนซ์ (ความถี่กลาง) จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงสักหน่อย เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีแถบความถี่แคบ ตัวอย่างการทดสอบแสดงไว้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
75144

7. ตามปกติแล้วเราสามารถนำเอาตัวส่งและรับมาใช้งานแทนกันได้ในการใช้งานส่วนใหญ่ และตัวส่งหรือตัวรับของยี่ห้อใด รุ่นใด ก็สามารถที่จะนำมาใช้แทนกันได้ในงานส่วนใหญ่ ขอเพียงแต่ให้มีความถี่เรโซแนนซ์เดียวกันเท่านั้นเอง อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจต้องเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสมมูลย์ทางด้านไฟสลับเพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

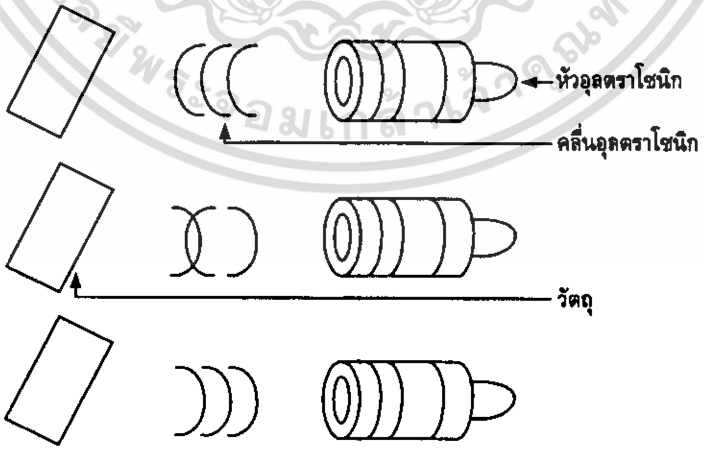
2.3.2 อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์และหน้าที่การทำงาน

รูปแบบต่างๆ ของอุลตราโซนิคเซ็นเซอร์ประกอบด้วย ตัวตรวจจับด้วยคลื่นอุลตราโซนิก ชุดส่งสัญญาณ, ชุดประมวลผล และชุดเอาท์พุต

รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของอุลตราโซนิก

มักจะใช้เป็นภาครับ และ ภาคส่ง อาจมีระบบซึ่งประกอบด้วยส่วนหลักๆ แยกกันอยู่ 2 ส่วน ในระหว่างการทำงาน เซ็นเซอร์จะทำการส่งสัญญาณเสียงซึ่งเรียกว่า "ซาวด์พาร์เซลส์" (Sound parcels) ให้ขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ของเวลาทำงานไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการ รับการสะท้อนครั้งแรกเกิดขึ้น

วงจรส่งผ่าน/รับ สำหรับการทำงานเป็นวงจรของอุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ จะส่งผ่านคลื่นพัลซ์เสียงที่ช่วงเวลาสม่ำเสมอ หรือช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลง คลื่นเสียงที่ปล่อยออกไปจะถูกสะท้อนได้โดยวัตถุที่เหมาะสมโดยเซ็นเซอร์ และระบบการทำงานจะรับการสะท้อนของคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมา (ดังแสดงในรูป) ความกว้างของคลื่นพัลซ์ของเสียงอยู่ในช่วง 2-200 ไมโครเซค



รูปที่ 2.6 อุลตราโซนิกเซ็นเซอร์ วงจรส่งผ่าน/รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

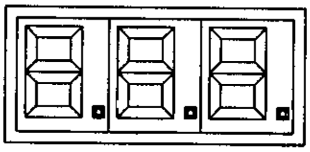
เวลาในการเดินทางของคลื่นพัลซ์ของคลื่นเสียงเป็นการวัดระยะห่างจากวัตถุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเซ็นเซอร์ ระยะห่างนี้นำไปแสดงในรูปของ สัญญาอนาล็อก (Analague Signal เช่น 0-20 mA) สัญญาณลอจิก (Logic Signal เช่น สัญญาณลอจิก 8 big) ตลอดทั้ง ซีเรียลอินเตอร์เฟส (Serial Interface) (RS232) หรือการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในรูปของสวิสซ์พัลซ์ที่เรียกว่า ไทม์เฟรม (Time Frame) เนื่องจากขบวนการดำเนินไปตามเวลาที่คลื่นสะท้อนเดินทาง ไม่ใช่เป็นไปตามความเข้มของคลื่นสะท้อน จึงจัดได้ว่าอุลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ มีข้อดีเหนือกว่าเซ็นเซอร์แบบออปติคอล (Optical Sensor) เวลาที่คลื่นสะท้อนการเดินทางจะ ทำให้ขบวนการดำเนินโดยไม่ขึ้นกับความเข้มของคลื่นสะท้อน ตราบเท่าที่วัตถุยังคงสะท้อนคลื่นที่สามารถตรวจจับได้ออกมา ดังนั้นคุณลักษณะการสวิทซ์ไม่เปลี่ยนไป แม้ในสภาวะที่การสะท้อนเป็นไปอย่างไม่ดีคลื่นสะท้อนที่อ่อนจะมีผลต่อความถูกต้องในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถทำการตรวจจับวัตถุได้เลย ความเร็วที่เปลี่ยนไปของคลื่นพัลซ์ของเสียง มีผลกระทบต่อพิสัย การทำงานของสวิทซ์ (ระยะทาง) โดยตรงเซ็นเซอร์ทำงานด้วยวงจรเวลาที่คงที่ (เช่น t = 20 ms) จะส่งคลื่นเสียงออกมาอย่างสม่ำเสมอ (ดังแสดงในรูป)ดังนั้นวงจรเวลาจะเป็นตัวกำหนดช่วงและวงจรการทำงานของสวิทซ์ของเซ็นเซอร์

ยกตัวอย่าง เช่นคลื่นเสียงที่มีความเร็ว v = 340 m/s (20°c) ในช่วงเวลา t = 20 ms (50 Hz) จะดินทาง S = V x t = 6.8 m เนื่องจากระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ และวัตถุที่ได้จากการทำงานของเซ็นเซอร์คิดที่ไปและกลับจึงได้ระยะทางจริงสูงสุดสำหรับวงจรเวลานี้เป็น 3.4 m แอมปลิจูดของส่วนของคลื่นเสียงและซิทิวิตี้ (Sensitivity) ของตัวรับต้องมีการพิจารณาเลือกใช้ เพื่อให้คลื่นสะท้อนที่เดินทางมาถึงหลังจากเลยเวลาของวงจรเวลาที่กำหนดไปแล้วจะไม่ได้รับการตรวจจับเนื่องจากคลื่นสะท้อนนั้นอ่อนมากซึ่งสัญญาณคลื่นนี้จะทำให้เซ็นเซอร์สวิตซ์ มีการทำงานผิดพลาดหรือให้ข้อมูลที่ผิด เซ็นเซอร์แบบอนาลอก เพื่อให้การตรวจจับวัตถุเป็นไปอย่างถูกต้อง วัตถุต้องอยู่นิ่งเป็นเวลาที่พอเพียงสำหรับสำหรับสะท้อนอย่างน้อย 1 ส่วน ของคลื่นเสียงภายในขอบเขตที่เซ็นเซอร์จะทำงานได้รอบมากที่สุดของการสวิทซ์ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงกับอัตราส่วนของวัตถุต่อที่ว่าง และจะพิจารณาให้มีค่าน้อยกว่ารอบของความถี่ที่จุดนี้ เวลาที่ขยายจะสิ้นสุดระหว่างการส่งผ่านของพัลซ์ และการรับคลื่นสะท้อนแรกจะถูกนำไปใช้วัดสำหรับวงจรเวลา เมื่อเวลาดำเนินไปเท่ากับเวลาที่คลื่นสะท้อนเดินทางไป และกลับสิ้นสุด ส่วนของคลื่นสะท้อนต่อไปจะถูกส่งออก การหยุดลงชั่วขณะของเวลาพิเศษที่คลื่นเดินทางทำขึ้นเพื่อลดสัญญาณรบกวน (Noise) ที่ดำเนินมาจากตรวจจับวัตถุมากกว่าหนึ่งระยะ โดยเซ็นเซอร์สามารถถูกปรับให้เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมซึ่งหมายถึง สำหรับการตรวจจับวัตถุที่อยู่ไกลเวลาการเดินทางจะนานเป็นผลให้ต้องการความถี่ต่ำในทางตรงกันข้าม ความถี่ของวงจรจะเพิ่มขึ้นเมื่อวัตถุเข้าใกล้เซ็นเซอร์ทำงานให้วงจรเวลาสั้นลง และพลังงานที่ส่งออกไปสามารถปรับในช่วงเวลาของคลื่นเสียงที่ปล่อยไปเวลาที่เพิ่มขึ้นของแอมปลิจูดเมื่อมีการสวิตซ์

ทรานสดิวเซอร์จะถูกใช้สำหรับพลังงานที่ส่งออกไป (ดังแสดงในรูป) ดังนั้นคลื่นสะท้อนเบื้องหลังสามารถควบคุมได้ด้วย การลดพลังงานในการส่งผ่านวัตถุที่อยู่ใกล้เซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

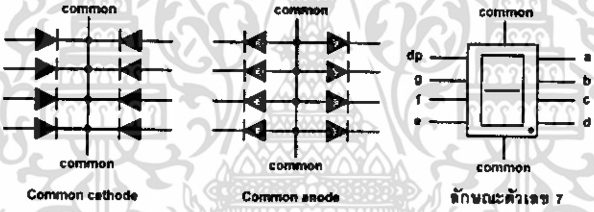


รูปที่ 2.7 จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

2.4.1 โครงสร้าง

จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน เป็นอุปกรณ์ที่นำ LED ดวงเดียวมาจัดเป็นรูปแบบการแสดงผลเป็นตัวเลข ปกติจะแสดงตัวเลข 0-9 พร้อมทั้งมีจุดที่จะแสดงเป็นทศนิยม (Decimal Point)

จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนมี 2 ลักษณะ คือ แบบ Cathode ร่วม (Common Cathode) และ แบบ Anode ร่วม (Common Anode) ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของตัวเลข 7 ส่วน

2.4.2 การหาตำแหน่งขาของจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

การหาตำแหน่งขาของจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน จะวัดได้โดยใช้โอห์มมิเตอร์โดยถือหลักว่า หากให้กระแสไฟฟ้าไหลจาก Anode ไป Cathode ของ Segment ใด ได้แล้ว Segment นั้นจะสว่าง

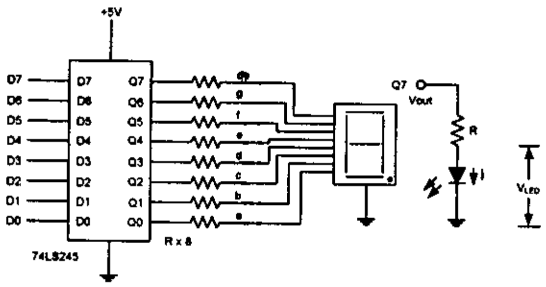
2.4.3 การนำ LED ไปใช้แสดงผล

2.4.3.1 แบบ Common Cathode

ในแต่ละ Segment จะต้องมีตัวต้านทานจำกัดกระแส โดยผู้ออกแบบจะต้องกำหนดว่าในแต่ละ Segment จะให้กระแสไฟฟ้าไหลได้เท่าใด และเอาท์พุตที่ขับจะต้องให้ลอจิก "1" และ Vout ของไอซีที่ขับขณะเป็นลอจิก "1" จะต้องเป็นเท่าใด

$$R = (Vout - Vled) / i$$

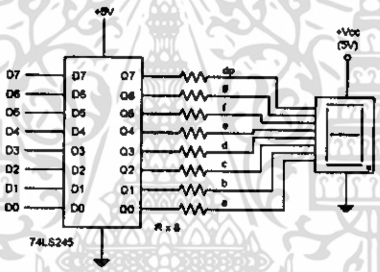
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 จอแสดงผลแบบ Common Cathode

2.4.3.2 แบบ Common Anode

LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบ Common Anode จะต้องขับด้วยการให้ลอจิก "0" แก่ Anode โดยมีตัวต้านทาน จำกัดกระแส



รูปที่ 2.10 จอแสดงผลแบบ Common Anode

การขับ LED แต่ละ Segment ให้ติด เอาท์พุตของ Segment นั้นจะต้องเป็นลอจิก "0" โดย Anode ของ LED ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 5 V

อย่างไรก็ตาม การหาค่า R ไม่ว่าจะจำกัดกระแสให้แก่ LED แบบ Common Anode หรือ Common Cathode ก็ตาม จะใช้หลักการเดียวกับการจำกัดกระแส LED แบบดวงเดี่ยว

2.5 Buzzer

คือลำโพงแบบแม่เหล็ก หรือแบบเปียโซที่มีวงจรกำเนิดความถี่ (oscillator) อยู่ภายในตัวเลือกรุ่นที่ใช้กับความต่างศักย์ไฟฟ้า 12 โวลต์ การนำไปใช้หรือการประยุกต์ใช้งาน มีดังนี้

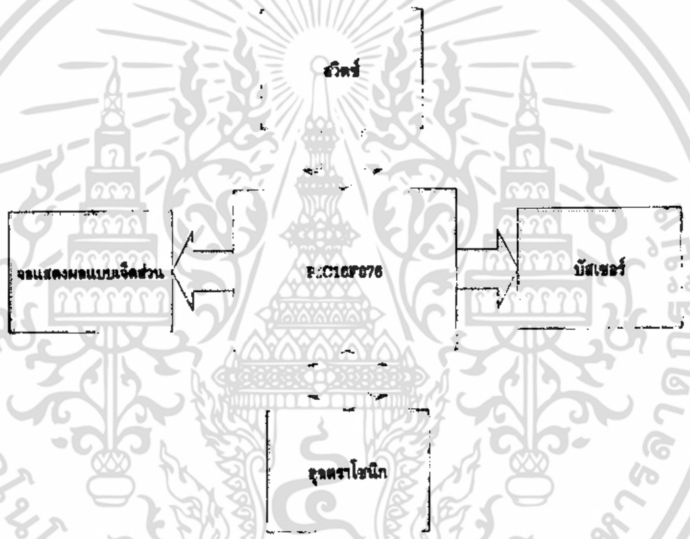
1. เป็นออดไฟฟ้า
2. เป็นส่วนเตือนของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ทางอิเล็กทรอนิกส์
3. ทำเป็นเครื่องทดสอบความต่อเนื่องของวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบและการสร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก ได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ชุดแสดงผล ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876 ชุดรับส่งอุลตราโซนิก และส่วนของโปรแกรม ซึ่งในส่วนของชุดแสดงผลจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน ซึ่งเป็นส่วนแสดงระยะทางและแสดงโหมดการทำงาน และอีกส่วนคือบัสเซอร์



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของ PIC16F876

จากรูปที่ 3.1 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876 จะเริ่มจากการที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งสัญญาณให้กับวงจรสร้างความถี่ 40 kHz ทำงานส่งคลื่นออกไปในอากาศ และเมื่อหัวอุลตราโซนิกรับคลื่นที่สะท้อนกลับเข้ามา จะส่งสัญญาณกลับไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์คำนวณระยะทาง และแสดงผลออกทางจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน แต่เมื่อมีการกดสวิตช์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะรับสัญญาณและประมวลผลแสดงออกทางจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนเช่นกัน หากเมื่อระยะทางที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าระยะปลอดภัยที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณให้บัสเซอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบและการสร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

การออกแบบและการสร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิกนั้น ได้คำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน 3 ประการด้วยกันคือ

1. เพื่อใช้ในการศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ เซ็นเซอร์ ชนิด อุลตราโซนิก และหลักการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2. เพื่อให้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876 สามารถทำงานตามที่โปรแกรมไว้ โดยสามารถทำงานร่วมกับแผงวงจรเชื่อมต่ออื่นๆ ได้

3. สามารถนำชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก ไปทดสอบการใช้งานได้

3.3 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรภาครับคลื่น

การออกแบบและการสร้างแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นได้ถูกนำมาใช้งานในชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิกหลายประการด้วยกันคือ

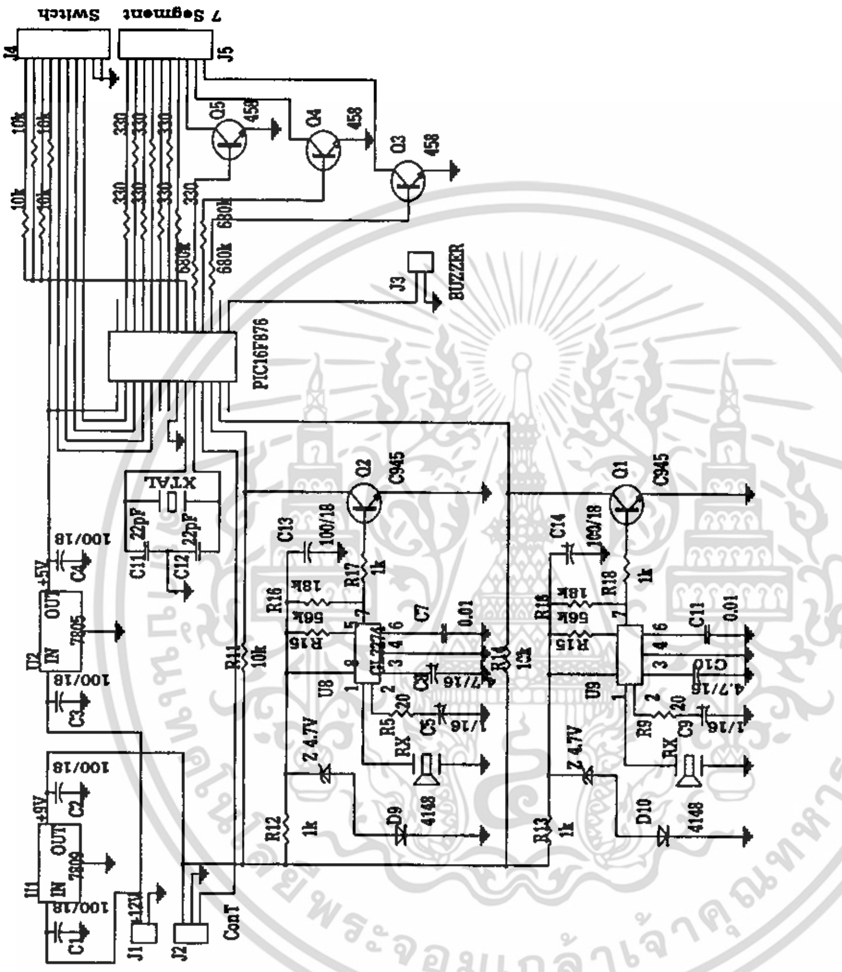
1. รับสัญญาณจากสวิตซ์และรับสัญญาณจากชุดรับคลื่นอุลตราโซนิก
2. ส่งสัญญาณแก่บัสเซอร์, จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน และชุดส่งคลื่นอุลตราโซนิก
3. คำนวณระยะทาง

ส่วนของคอนโทรลเลอร์จะเป็นส่วนที่สำคัญมาก เพราะส่วนนี้จะต้องทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของส่วนฮาร์ดแวร์ โดยรวมเอาวงจรภาครับคลื่นเอาไว้ด้วยกัน การออกแบบของโครงงานนี้ ดังรูปที่3.2

3.3.1 วงจร PIC16F876

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC จะสามารถทำงานได้ จะต้องต่อออสซิลเลเตอร์ให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเบอร์ 16F876 นั้นจะต่อเข้ากับขา 9 และขา 10 และจะต้องต่อไฟเลี้ยงวงจรไว้ที่ขา 1 และขา 20 และต่อ GND เข้ากับขาที่ 8 และขา 19 ในโครงงานนี้ใช้พอร์ต RA0 ถึง RA3 ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากสวิตซ์ พอร์ต RB0 ถึง RB3 ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์สร้างและรับคลื่นอุลตราโซนิก พอร์ต RB4 ถึง RB7 ใช้ควบคุมการติดดับของจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนและควบคุมการติดดับของบัสเซอร์ และพอร์ต RC0 ถึง RC6 ใช้ในการควบคุมการติดดับของ LED ในจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจร PIC16F876 และอุปกรณ์เชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

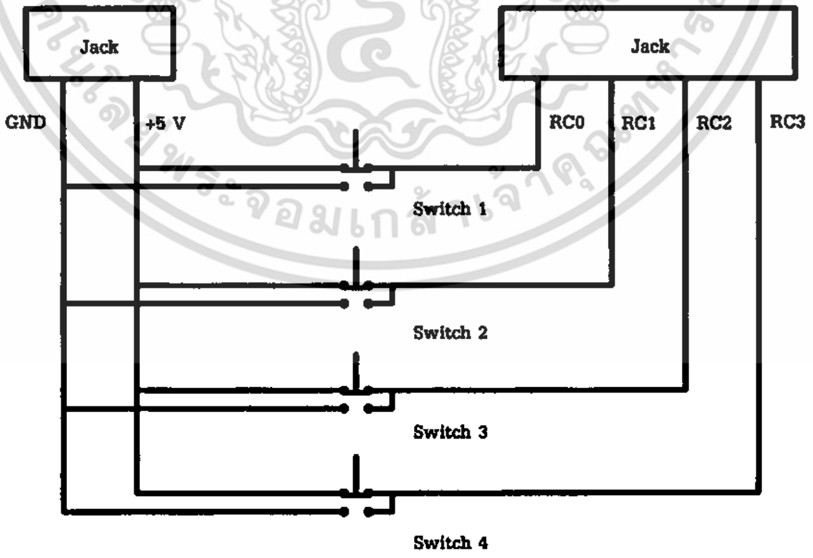
3.3.2 วงจรรับคลื่น

จากวงจรในรูปที่ 3.2 ตัวรับคลื่นอัลตราโซนิกเมื่อรับสัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากตัวส่งได้ จะถูกขยาย โดย IC GL3274 สัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะส่งมายังขา 7 ของ IC GL3274 ผ่าน R 1k ไปเข้าทรานซิสเตอร์ C945 เพื่อทำการรับสัญญาณที่ออกมาจากขา 7 ของ IC GL3274 เมื่อกลับสัญญาณแล้วจะถูกส่งเข้าไปขา 2 ของ IC 4093 จะทำการเปรียบเทียบสัญญาณระหว่างขา 1 และขา 2 ถ้าสัญญาณตรงกัน จะทำให้มีสัญญาณออกมาทางขา 3 ของ IC 4093 สัญญาณจากขา 3 จะถูกส่งไปยังทรานซิสเตอร์ C945 เมื่อทรานซิสเตอร์ ได้รับสัญญาณพัลส์ในซีกลบ ทรานซิสเตอร์ C945 ก็จะทำงาน ออกเอาท์พุตที่ขา C ของทรานซิสเตอร์ ต่อกลับไปยังบอร์ดของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.4 วงจรสวิตซ์

สวิตซ์ที่ใช้ในอุปกรณ์นี้จะมีอยู่ด้วยกัน 4 ตัว โดยสวิตซ์แต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้ ตัวที่ 1 ทำหน้าที่เลือกโหมดเมื่อกดซ้ำอีกครั้งจะเปลี่ยนไปสู่โหมดสองเมื่อกดอีกครั้งเป็นครั้งที่สามจะเข้าสู่การทำงานปกติ สวิตซ์ที่สองเมื่อกดจะเป็นการเข้าไปเซ็ตค่าในโหมดต่างๆ สวิตซ์ที่สามและสี่เป็นเพิ่มและลดหรือออน/อ๊อฟบัสเซอร์ โดยสถานะต่างๆ จะแสดงออกทางจอแสดงผลเจ็ดส่วน

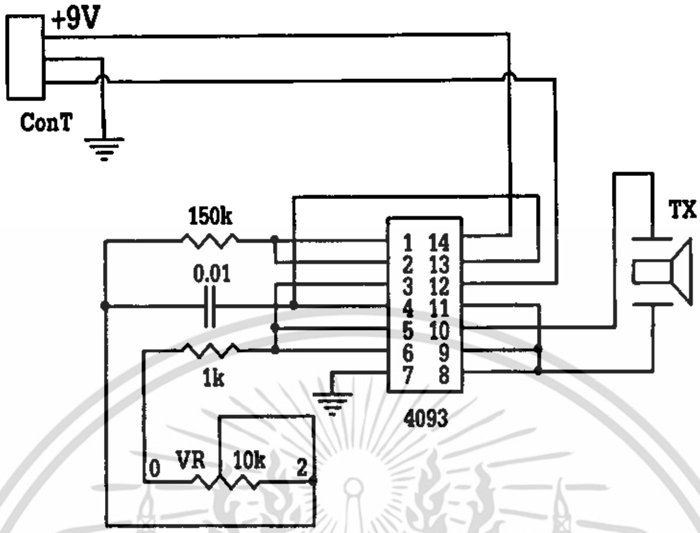
ลักษณะสวิตซ์เป็นชนิดกดติดปล่อยดับ เมื่อไม่กดสวิตซ์ไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้รับสัญญาณลอจิก '1' แต่เมื่อกดสวิตซ์จะส่งสัญญาณ '0' ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ การต่อสวิตซ์มีลักษณะดังรูป 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ชุดส่งคลื่นอุลตราโซนิก



รูปที่ 3.4 วงจรส่งคลื่นอุลตราโซนิก

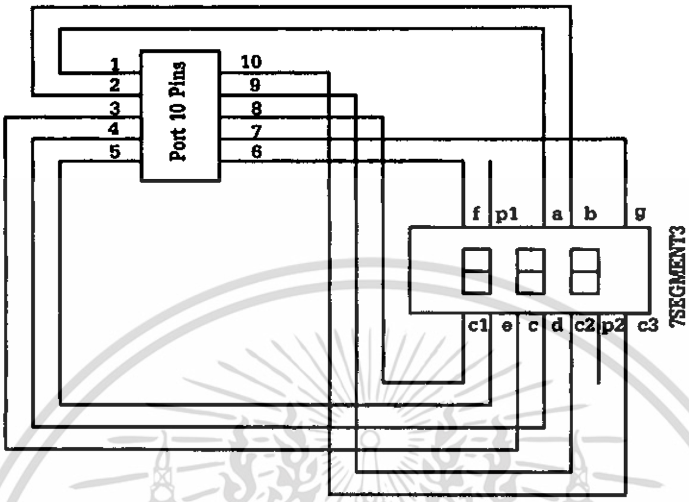
หลักการทำงานชุดสร้างคลื่นความถี่ จากวงจรในรูปที่ 3.4 วงจรภาคส่งสัญญาณอัลตราโซนิก โดยสร้างจาก IC4093 ซึ่งเป็นไอซีแนนด์เกต โดยสามารถปรับความถี่ที่สร้างได้โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10k ในการปรับจนได้ความถี่ 40 kHz และใช้ขา 12 ในการควบคุมการสร้างความถี่และหยุดสร้างความถี่ โดยส่ง 5 โวลต์เพื่อสร้างความถี่ และส่ง 0 โวลต์เพื่อหยุดสร้างความถี่

3.6 จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน คือตัวแสดงผลตัวเลขและตัวอักษร ประกอบด้วย LED 7 ตัว ชนิดคอมมอนแคโธดหรือคอมมอนแอโนด ในโครงงานนี้ใช้ จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนชนิดคอมม่อนแคโธด จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน 3 ชุด เพื่อแสดงระยะทางจากชุดรับส่งอุลตราโซนิกกับวัตถุที่ถูกคลื่นอุลตราโซนิกตกกระทบในหน่วยเซนติเมตร 3 หลัก พร้อมทั้งเป็นตัวแสดงโหมดเมื่อกดสวิตซ์เลือกโหมด วงจรสามารถต่อได้ดังรูปที่ 3.4 โดยพอร์ต B จะเป็นเลือกส่วนย่อยของ จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย a, b, c, d, e, f และ g ว่าส่วนใดจะติด โดย PIC16F873A จะส่ง '1' ออกไปเมื่อต้องการให้หลอด LED ดวงนั้นๆ ติด แต่เมื่อไม่ต้องการให้ LED ดวงใดติดจะส่ง '0' ออก ส่วนพอร์ต C จะเป็นตัวเลือกว่าจะให้ จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนชุดใดติด ก็จะส่ง '1' ออกไปยังทรานซิสเตอร์ให้นำกระแส โดยทรานซิสเตอร์จะทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ และทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนตัวนั้นติด แต่ถ้าต้องการให้จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนเห็นติดพร้อมกัน ก็จะต้องทำการวนแสกนด้วยความเร็ว จึงจะเห็นติดพร้อมกัน 3 ชุด



รูปที่ 3.5 วงจรแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

3.7 บัสเซอร์

เป็นตัวแสดงผลออกเป็นเสียงเตือนเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์คำนวณระยะทางได้ต่ำกว่าค่าปลอดภัยที่ตั้งไว้ โดยจ่ายลอจิก '0' ออกไป เมื่อสภาวะปกติจะส่ง '1' คือไม่มีเสียงเตือนออกทางบัสเซอร์ โดยปกติระยะปลอดภัยจะตั้งไว้ที่ 50 เซนติเมตร แต่สามารถปรับเปลี่ยนได้ในช่วง 50 เซนติเมตรถึง 80 เซนติเมตร ในโครงงานนี้จะใช้พอร์ต RC4 เป็นตัวควบคุม

3.8 การคำนวณระยะทาง

ในการคำนวณระยะทางจะขอยกตัวอย่างการวัดระยะห่าง 1 เมตร ดังนั้น เวลาที่คลื่นอุลตราโซนิกจะถูกส่งไปและกลับมาจะเท่ากับ (2 x 1 เมตร) / (346 เมตรต่อวินาที) หรือ 5.8 มิลลิวินาที

โดยที่ความเร็วเสียงในอากาศมีค่าเท่ากับ 346 เมตรต่อวินาที ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และระยะทางที่เกิดขึ้นเป็นสองเท่าของระยะทางจริง

หลังจากทำการเก็บข้อมูลเวลาที่ได้จากการส่งและรับคลื่นอุลตราโซนิกมาได้แล้ว ก็จะทำการเขียนโปรแกรมที่จะใช้คำนวณระยะทางโดยผังแสดงการทำงานของโปรแกรมและมีหน้าจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน ซึ่งหลังจากที่โปรแกรมส่งคลื่นอุลตราโซนิกไปในอากาศเป็นช่วงๆ เมื่อเริ่มส่งคลื่นไปในอากาศเวลาจะเริ่มนับจาก 0 จนเมื่อวงจรภาครับ รับสัญญาณได้ จะทำการเก็บค่าที่นับได้ก็คือเวลาที่คลื่นเดินทางไปในอากาศนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อมีการเริ่มส่งคลื่นใหม่ เวลาจะเริ่มนับที่ 0 อีกครั้ง เป็นอย่างนี้ไปเรื่อย จากนั้นจึงให้โปรแกรมคำนวณระยะทางดังสมการ

ระยะทาง = (อัตราเร็วเสียง x เวลาที่เสียงเดินทาง)/2

= (346(m/s) x จำนวนการเกิด Over Flow x 12.4 μs)/2

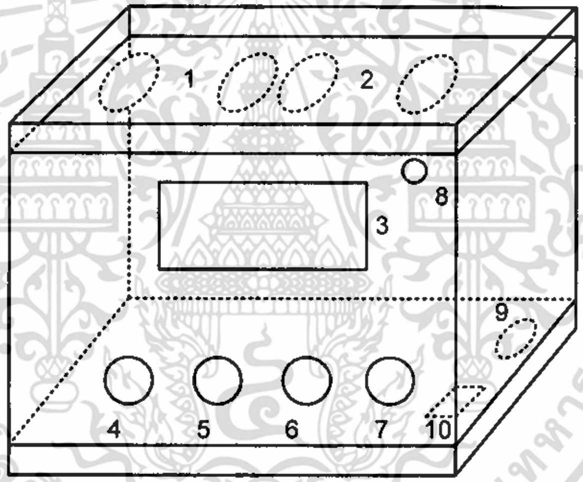
= จำนวนการเกิด Over Flow x 0.002145 เมตร

= จำนวนการเกิด Over Flow x 0.2145 เซนติเมตร

3.9 การเตรียมกล่องอุปกรณ์

3.9.1 ขั้นตอนการเจาะรู

เตรียมกล่องพลาสติกขนาด 8 นิ้ว x 6 นิ้ว x 3 นิ้ว นำมาเจอะรูดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 กล่องที่ใส่วงจรอุลตราโซนิก และอุปกรณ์อื่นๆ

ตำแหน่งที่ 1 คือ หัวอุลตราโซนิก (TX1 และ RX1)

ตำแหน่งที่ 2 คือ หัวอุลตราโซนิก (TX2 และ RX2)

ตำแหน่งที่ 3 คือ จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

ตำแหน่งที่ 4 ถึงตำแหน่งที่ 7 คือ สวิตซ์

ตำแหน่งที่ 8 คือ LED แสดงสถานะ

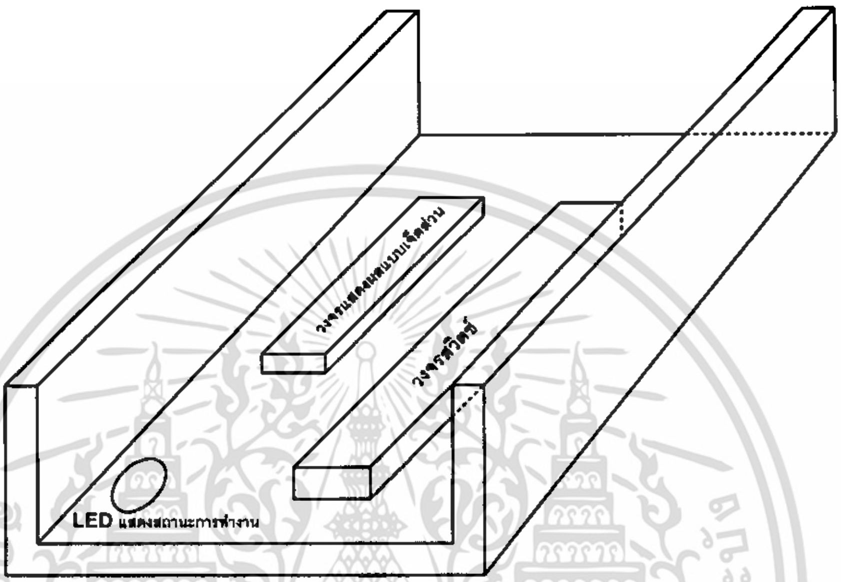
ตำแหน่งที่ 9 สายพาวเวอร์ซัพพลาย

ตำแหน่งที่ 10 สวิตซ์ปิด/เปิดชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 ขั้นตอนติดตั้งวงจรจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน, วงจรสวิตช์ และ LED แสดงสถานะ

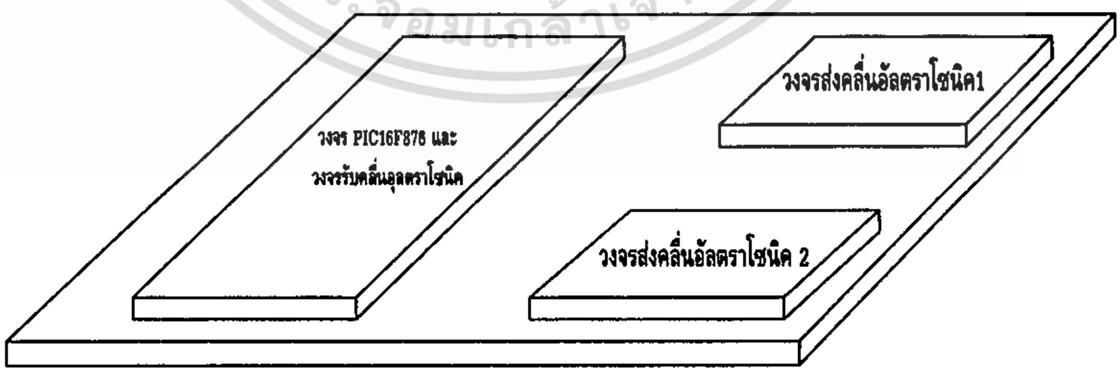
นำฝากล่องหงายหน้าขึ้น จากนั้นวางวงจรจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนตรงตำแหน่งที่ 3 วางวงจรสวิตช์ที่ตำแหน่งที่ 4 ถึงตำแหน่งที่ 7 จากนั้น นำ LED แสดงสถานะวาง ณ ตำแหน่งที่ 8 แล้วติดกาวร้อน ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การลงอุปกรณ์ต่างๆ

3.9.3 ขั้นตอนติดตั้งวงจร PIC16F876, วงจรรับคลื่นอุลตราโซนิก และบัสเซอร์

วางวงจร PIC16F876, วงจรรับคลื่นอุลตราโซนิก และบัสเซอร์ ตรงแผ่นพลาสติกด้านล่าง แล้วปิดด้วยกาวร้อน ดังรูปที่ 3.8

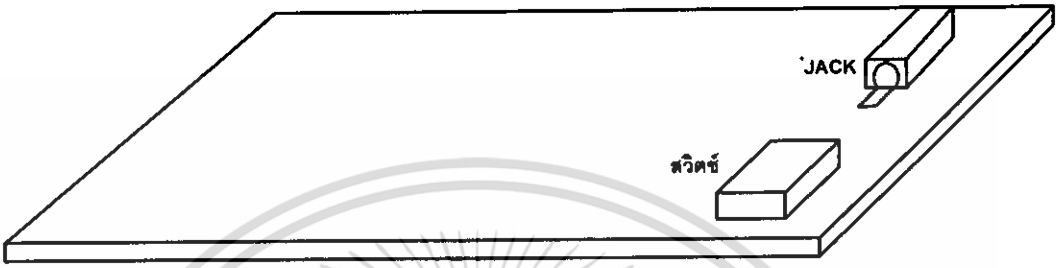


รูปที่ 3.8 การวางอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.4 ขั้นตอนติดตั้งสวิตซ์ปิด/เปิดชุดอุปกรณ์

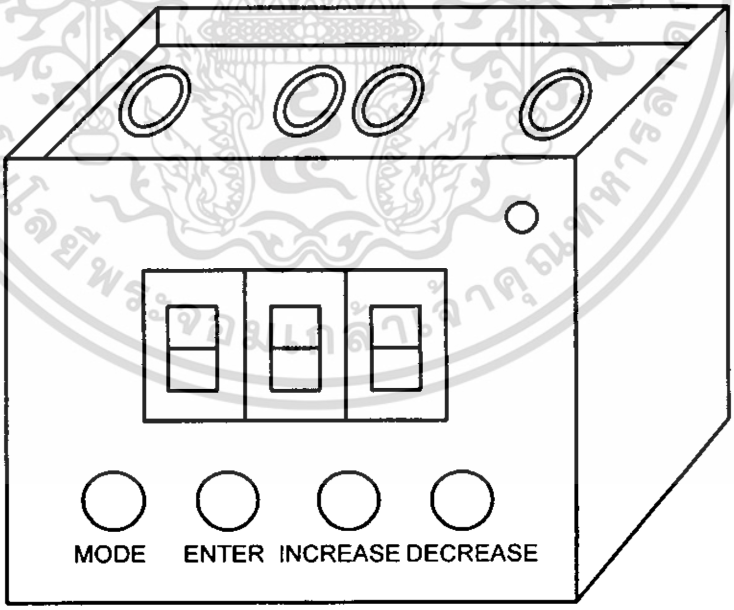
วางสวิตซ์ปิด/เปิด และแจ็คพาวเวอร์ซัพพลายที่ฝาครอบด้านข้าง ณ ตำแหน่งที่ 9 และ 10 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

3.9.5 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ

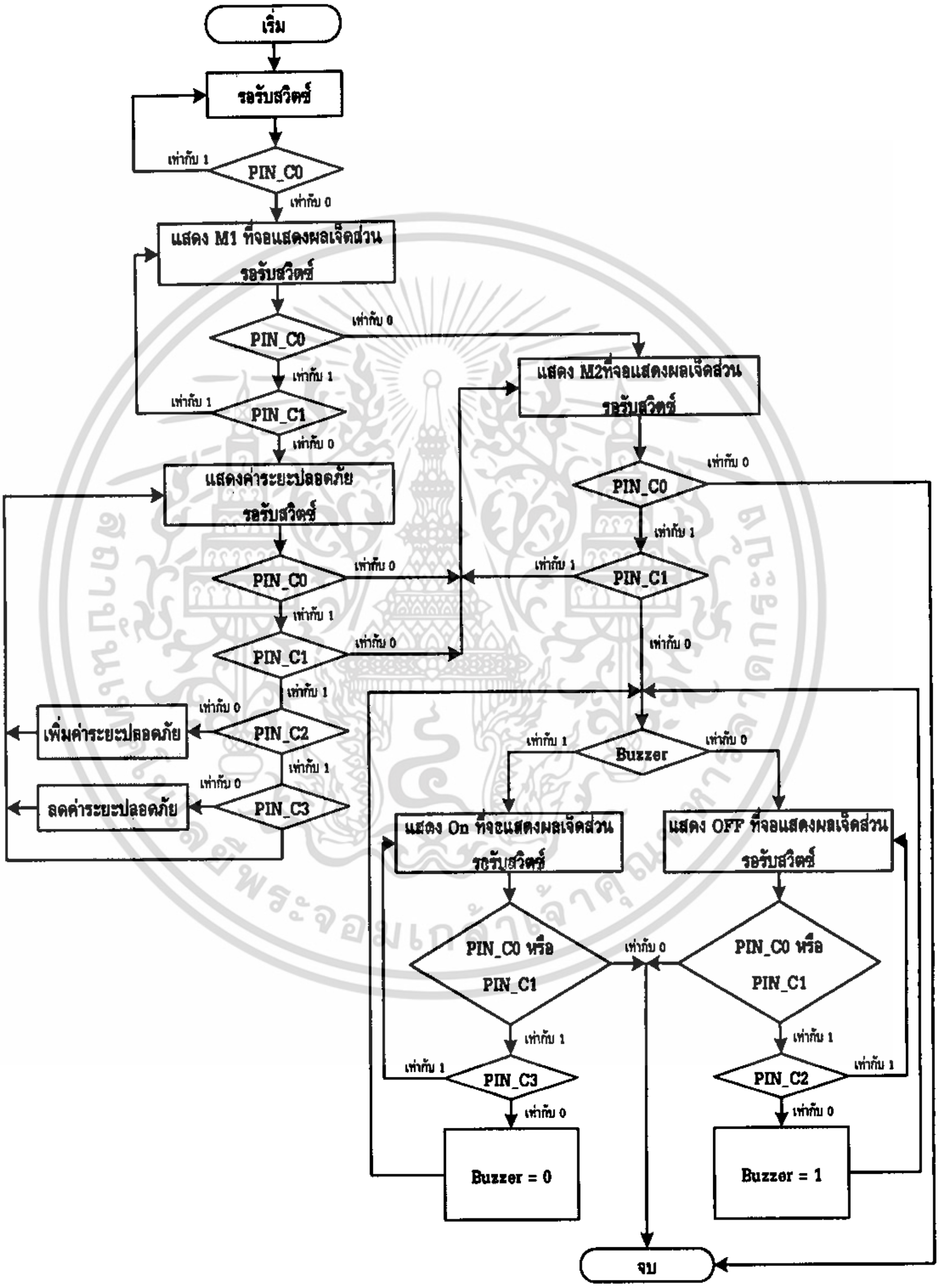
นำส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ตั้งแต่ข้อ 3.8.1 จนถึง ข้อ 3.8.3 มารวมกันเป็นชิ้นเดียวกัน เชื่อมวงจรภายในต่างๆ และยึดด้วยน๊อต ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

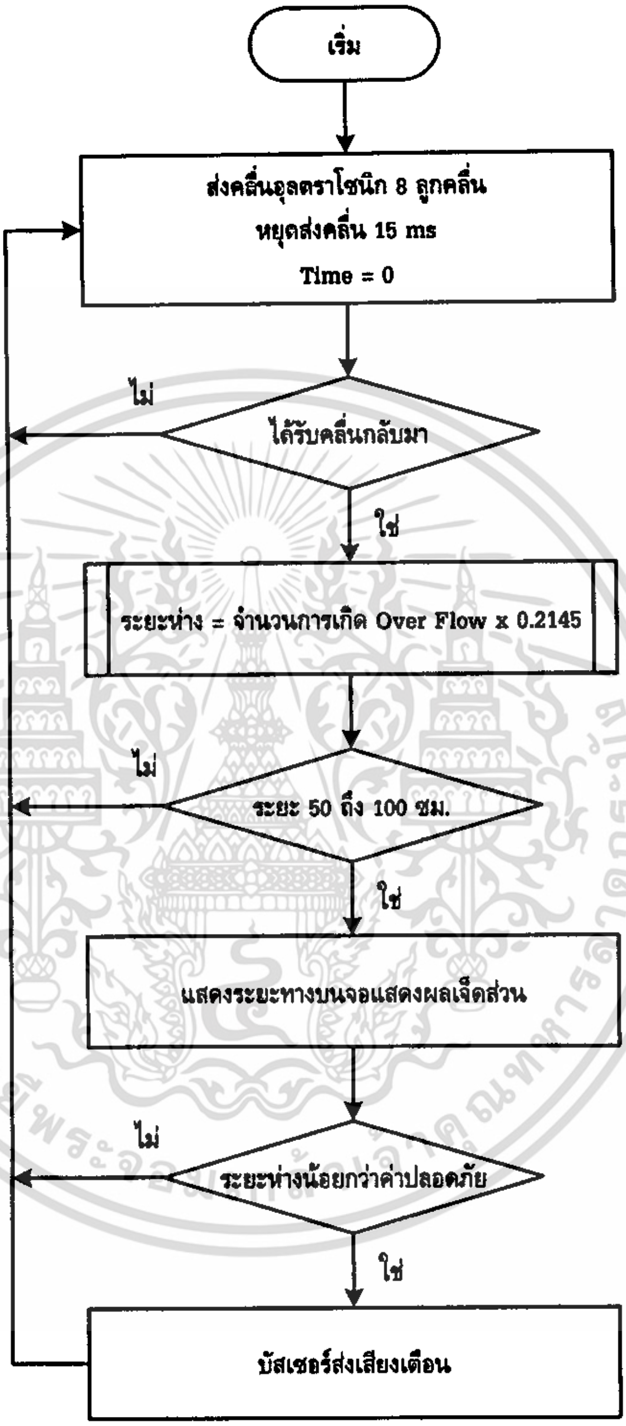
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ไดอะแกรมการทำงานที่เกี่ยวข้อง



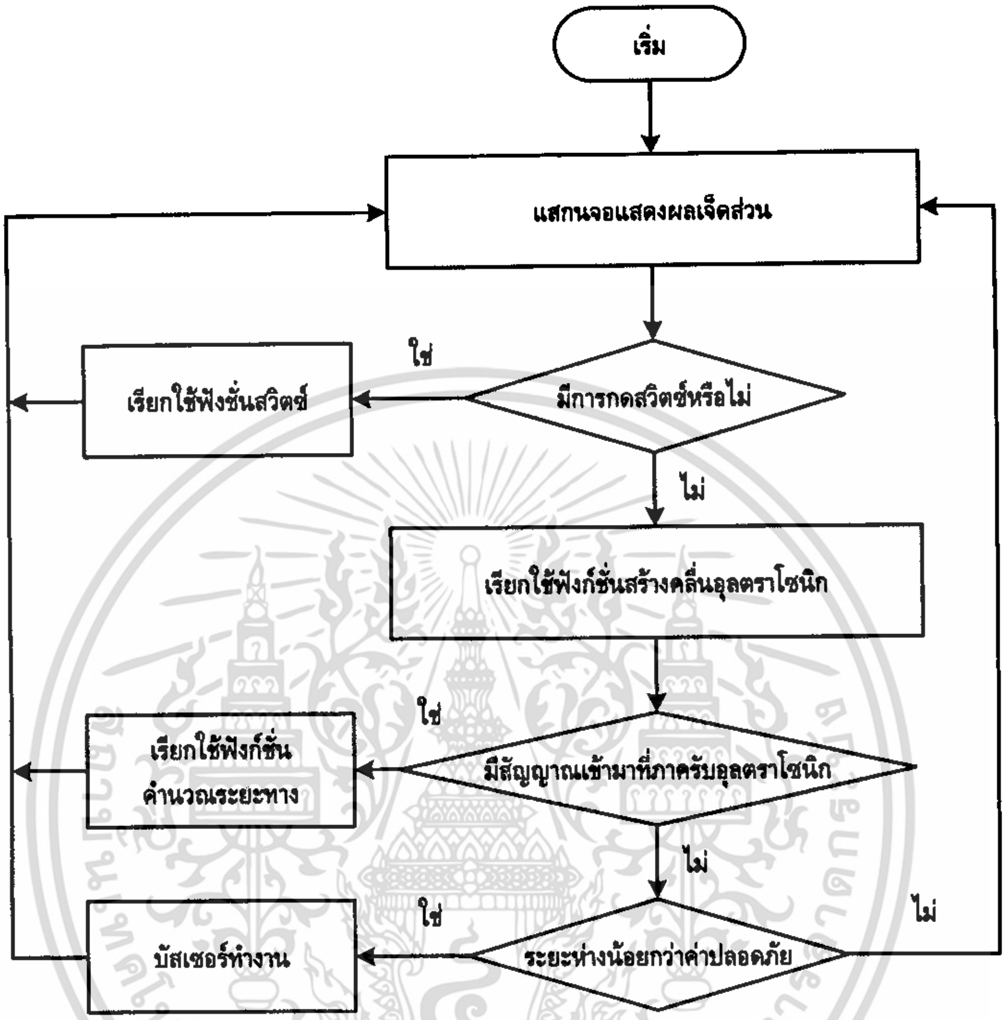
รูปที่ 3.11 ผังงานการทำงานของสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ผังงานการคำนวณหาระยะห่างและการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ผังงานการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของชุดส่งคลื่นอุลตราโซนิกความถี่ 40 kHz, คลื่นอุลตราโซนิกที่ส่งไปในอากาศ, สัญญาณที่รับได้จากวงจรภาครับ และผลของการวัดระยะทางจริงกับระยะทางที่ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

4.2 การทดลองการทำงานของชุดอุปกรณ์

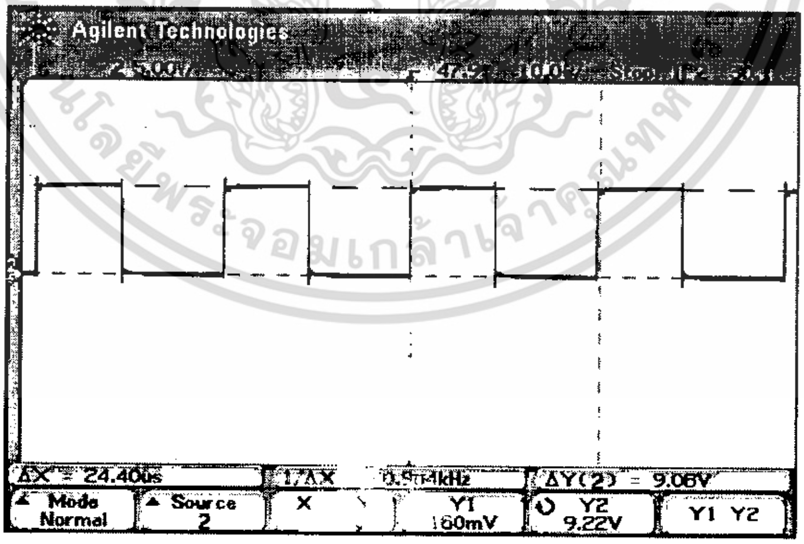
4.2.1 การทดลองสร้างคลื่นอุลตราโซนิกความถี่ 40 kHz

4.2.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. จ่ายไฟเลี้ยงให้แก่วงจรภาคสร้างความถี่
2. ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 kΩ ในวงจรภาคสร้างความถี่

4.2.1.2 ผลการทดลอง

1. หากวงจรภาคสร้างความถี่ สามารถสร้างความถี่ได้ 40 kHz ได้ จะปรากฏผลที่หน้าจอเครื่องออสซิลโลสโคปดังรูปที่ 4.1 โดยวัดสัญญาณจากไอซี 4093 (NAND Gate) ที่ขา 4 หรือขา 13



รูปที่ 4.1 ความถี่ 40 kHz ที่ถูกสร้างจากภาคสร้างความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

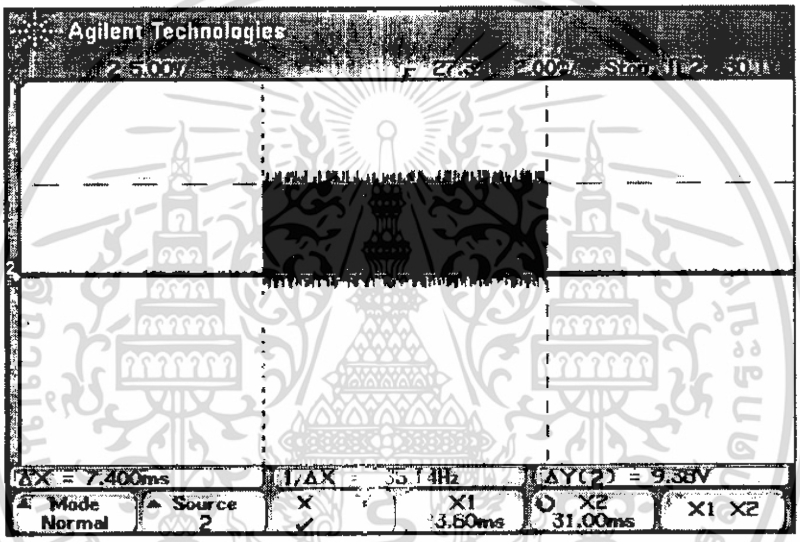
4.2.2 การทดลองสร้างคลื่นอุลตราโซนิกความถี่ 40 kHz เป็นช่วงๆ ส่งไปในอากาศ

4.2.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. จ่ายไฟเลี้ยงให้แก่วงจรภาคสร้างความถี่
2. ส่งสัญญาณควบคุมการสร้างคลื่นความถี่ให้กับวงจรภาคสร้างความถี่ โดยสัญญาณควบคุมนี้ถูกสร้างมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2.2.2 ผลการทดลอง

1. หากวงจรสามารถสร้างคลื่นอุลตราโซนิกความถี่ 40 kHz เป็นช่วงๆ ได้ จะปรากฏที่หน้าจอเครื่องออสซิลโลสโคปดังรูปที่ 4.2 โดยวัดสัญญาณจากไอซี 4093 (NAND Gate) ที่ขา 11, 8 หรือขา 9



รูปที่ 4.2 คลื่นอุลตราโซนิกความถี่ 40 kHz เป็นช่วงๆ ส่งไปในอากาศ

4.2.3 การทดลองรับสัญญาณที่รับได้จากวงจรภาครับ

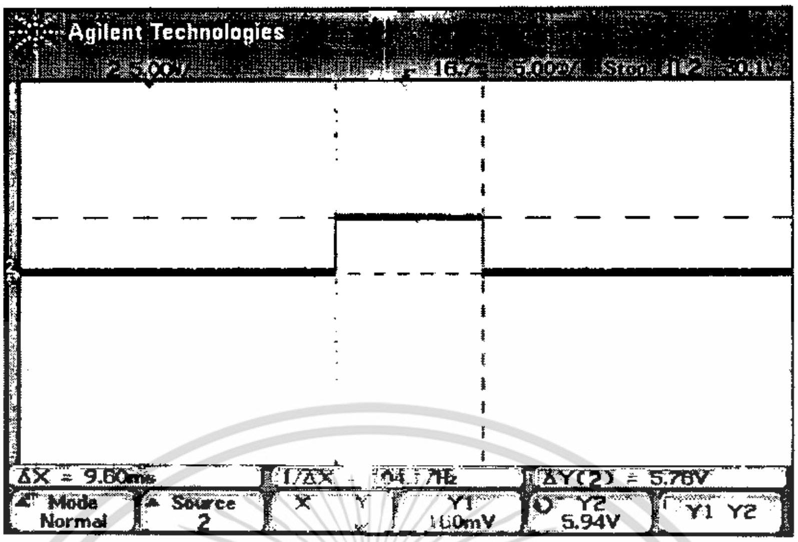
4.2.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. จ่ายไฟเลี้ยงให้แก่วงจรภาครับสัญญาณ
2. ตั้งวัตถุไว้ด้านหน้าของหัวอุลตราโซนิก
3. ใช้เครื่องอุลตราโซนิกจับสัญญาณที่ขา C ของทรานซิสเตอร์เบอร์ 945

4.2.3.2 ผลการทดลอง

1. หากวงจรภาครับสัญญาณสามารถรับสัญญาณที่กระทบวัตถุได้ จะปรากฏรูปสัญญาณที่หน้าจอเครื่องออสซิลโลสโคปดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่รับได้จากวงจรภาครับ

4.2.4 การทดลองวัดระยะทางจริงกับระยะทางที่ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถ

4.2.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. จ่ายไฟเลี้ยงให้กับชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
2. ตั้งวัตถุไว้ด้านหน้าหัวอุลตราโซนิกตามระยะทางต่างๆ ตั้งแต่ 50 จนถึง 100 เซนติเมตร

4.2.4.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 การวัดค่าระยะทางจากเครื่องวัดระยะทางอัลตราโซนิกที่ระยะทางต่างกันพร้อมทั้งแสดงค่าความแตกต่างและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ระยะทางจริง (ซม.)	**ระยะทางที่วัดได้ (ซม.)**						**เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)**
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	
50	50	50	54	50	54	51.6	3.20
52	52	50	54	50	54	52.0	0.00
54	54	54	56	54	56	54.8	1.48
56	56	56	58	56	58	56.8	1.43
58	58	58	58	62	60	59.2	2.07
60	64	60	58	60	64	61.2	2.00
62	60	62	62	62	64	62.0	0.00
64	64	66	64	70	70	66.8	4.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การวัดค่าระยะทางจากเครื่องวัดระยะทางอัลตราโซนิกที่ระยะทางต่างกันพร้อมทั้งแสดงค่าความแตกต่างและเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ระยะทางจริง (ซม.)	**ระยะทางที่วัดได้ (ซม.)**						**เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)**
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	**ค่าเฉลี่ย**	
66	70	70	66	64	66	67.2	1.82
68	68	66	64	70	66	66.8	1.76
70	70	68	74	68	68	69.2	1.14
72	76	72	70	72	72	72.4	0.56
74	80	72	78	72	74	75.2	1.62
76	74	72	72	72	78	73.6	3.18
78	80	74	74	80	74	76.4	2.05
80	82	78	82	86	80	81.6	2.00
82	84	80	92	80	86	84.4	2.93
84	80	80	94	82	94	86.0	2.38
86	86	82	92	94	90	88.8	3.26
88	92	82	84	86	82	85.2	3.18
90	90	100	84	84	84	88.4	1.78
92	90	92	92	90	92	91.2	0.87
94	98	94	88	96	96	94.4	0.42
96	94	94	92	94	94	93.6	2.5
98	94	100	100	100	98	98.4	0.40
100	94	100	94	100	100	97.6	2.40

4.2.5 การทดลองการเตือนเมื่อระยะที่วัดได้น้อยกว่าระยะปลอดภัย

4.2.5.1 การทดลอง

1. จ่ายไฟเลี้ยงให้กับชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
2. ปรับระยะปลอดภัยที่ปุ่มเลือกเมนู เลือกปรับเมนูที่ 1
3. ปิดหรือเปิดการเตือนที่ปุ่มเลือกเมนู เลือกปรับเมนูที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 การเตือนเมื่อสภาวะต่างๆ

ระยะที่วัดได้	**การปิด/เปิด การเตือน**	**ผลการเตือน**
มากกว่าระยะปลอดภัย	เปิด	บัสเซอร์ไม่ทำงาน
น้อยกว่าระยะปลอดภัย	เปิด	บัสเซอร์ทำงาน
มากกว่าระยะปลอดภัย	ปิด	บัสเซอร์ไม่ทำงาน
น้อยกว่าระยะปลอดภัย	ปิด	บัสเซอร์ไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

จากการทดลองใช้งานรับส่งคลื่นอุลตราโซนิก สามารถรับส่งได้ในระยะช่วงที่ต้องการ ในโครงงานนี้กำหนดไว้ที่ 50 เซนติเมตรถึง 100 เซนติเมตร แต่ค่อนข้างเกิดความผิดพลาดหลายประการ คือ คลื่นอุลตราโซนิกที่รับได้จากชุดรับอุลตราโซนิกมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้การตรวจสอบไม่เจอ ยิ่งวัตถุที่ตกกระทบมีระยะไกลเท่าใด ระดับแอมปลิจูดที่รับได้ยิ่งน้อยลงไป

ในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่งแจ้งจึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้มากหน่อย เพราะคลื่นเสียงอุลตราโซนิกสามารถสะท้อนกับกำแพง พื้น และวัตถุที่อยู่ภายในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง จึงอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการแสดงระยะทางออกมา

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานปรากฏว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. รูปคลื่นที่รับได้จากวงจรภาครับ มักไม่เรียบและไม่สม่ำเสมอ แอมปลิจูดของคลื่นต่ำ และเกิดคลื่นรบกวนหรือ Noise เมื่อนำสัญญาณมาขยาย ทำให้เกิดปัญหาอื่นตามมา คือโปรแกรมคำนวณระยะทางได้ไม่คงที่และผิดพลาด

วิธีการแก้ไข ใช้ IC ขยายทดแทนวงจรขยาย เพื่อลดการเกิดคลื่นรบกวน IC ที่ใช้ในโครงงานนี้ คือ IC GL3274 แล้วนำมาขยายผ่านทรานซิสเตอร์อีกที รูปคลื่นที่รับได้มีลักษณะเป็นพัลส์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณระยะทางได้

2. การคำนวณระยะทางมีความผิดพลาด ในการคำนวณระยะทาง อาศัยความเร็วของคลื่นเสียงในอากาศ จากสูตร ระยะทางเท่ากับความเร็วเสียงในอากาศคูณกับเวลาที่คลื่นเสียงใช้ในการเดินทาง พบว่าค่าที่ได้ไม่ตรงกับความเป็นจริง อาจเป็นเพราะเวลาที่ได้มาจากการคำนวณอาจมีข้อผิดพลาด

วิธีการแก้ไข ใช้การแม็พค่าเวลาที่ได้กับระยะทางจริง แล้วจึงนำค่าที่แม็พได้ แสดงเป็นระยะทางแทน

3. การแสดงผลออกทางจอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนมีค่าไม่แน่นอน อาจเกิดจากสัญญาณรบกวนที่อยู่ในอากาศ หรืออาจเกิดจากการวางอุปกรณ์ภาคส่งและภาครับใกล้กันเกินไป สัญญาณรบกวนเหล่านี้จะถูกวงจรภาครับสัญญาณขยายสัญญาณ เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงทำให้การคำนวณระยะทางผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการแก้ไข เพื่อกันสัญญาณรบกวนที่เกิดจากภายนอก ในวงจรจึงวางกราวด์ขนาดใหญ่ไว้ล้อมรอบวงจรทั้งภาครับและวงจรภาคส่ง และแยกภาคส่งและภาครับสัญญาณออกจากกัน และในการที่ระยะทางที่แสดงผลออกมีความคลาดเคลื่อนมาก สามารถลดการคลาดเคลื่อนโดยการนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยกัน

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. คลื่นอุลตราโซนิกส่งไปได้ไม่ไกล เนื่องจากโดยคุณสมบัติของตัวมันเอง จะมีคุณสมบัติที่คลื่นเดินทางเป็นเส้นตรงหรือสะท้อนเป้าหมายได้ อุลตราโซนิกมีอัตราเร็วในอากาศเพียง 346 เมตรต่อวินาที ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งเทียบเท่าความเร็วของเสียงนั่นเอง สำหรับเครื่องวัดระยะทางโดยใช้คลื่นอุลตราโซนิกสามารถทำให้วัดระยะทางได้ไกลขึ้น จะต้องหาทางบีบลำคลื่นให้แคบๆ และเพิ่มกำลังส่งให้มากขึ้น

2. ในการช่วยให้รถยนต์ถอยหลังได้ปลอดภัยยิ่งขึ้น ควรเพิ่มกล้องเอาไว้ที่หัวอุลตราโซนิกและส่งสัญญาณภาพมายังที่นั่งคนขับ จะทำให้ผู้ขับถอยรถได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ฐิรพงษ์ นามแถ่ง. 2542. **ตลับเมตรไร้สาย**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ณัฐพล วงศ์สุนทรชัย และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2521. **PIC16F877.** กรุงเทพฯ : อินโนเวตีป เอ็กเพอร์ริเมนต์.

นิรันดร์ มาสาวิภูษิต. [ม.ป.ป.]. **ระบบอุลตร้าโซนิคเซนเซอร์**. [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.]

ประจิน พลังสันติกุล. 2537. **PIC WORK**. กรุงเทพฯ : แอพซอฟต์เทค.

รักธรรม อุตตโรทัย. [ม.ป.ป.]. **อัลตราโซนิก**. [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.]

ลลิตา ศิริสมบูรณ์. [ม.ป.ป.]. **เครื่องวัดระยะทางอัลตราโซนิก**. [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.]

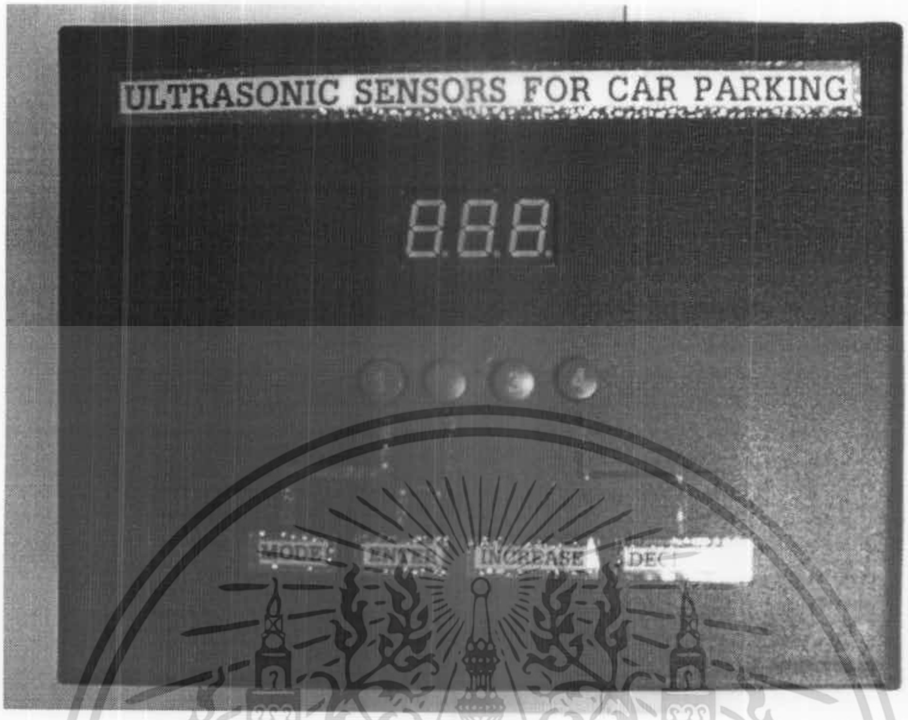
สมบูรณ์ เนียมกล่ำ. 2545. **PIC BASIC PRO COMPILER.** กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่องต้นแบบ

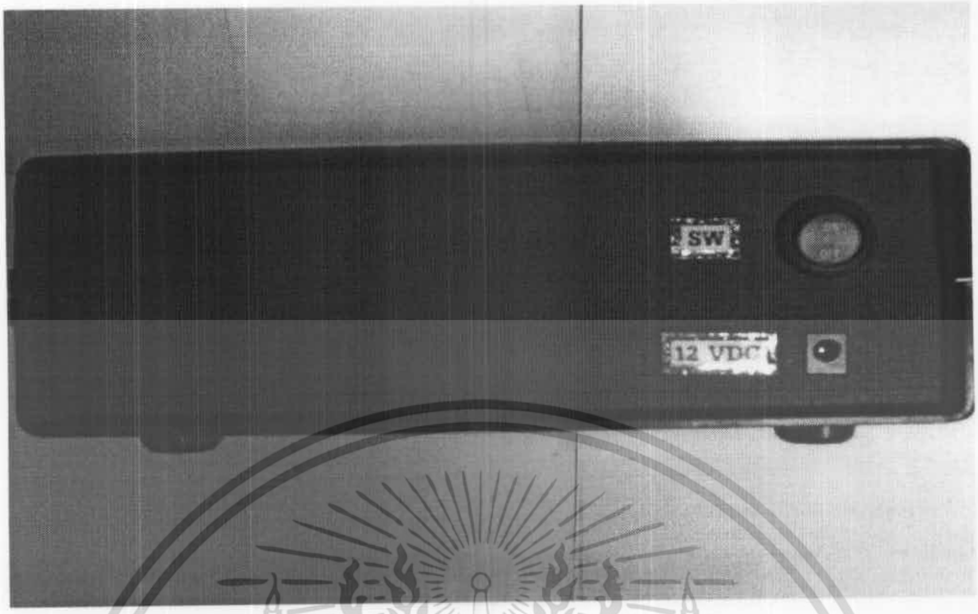
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



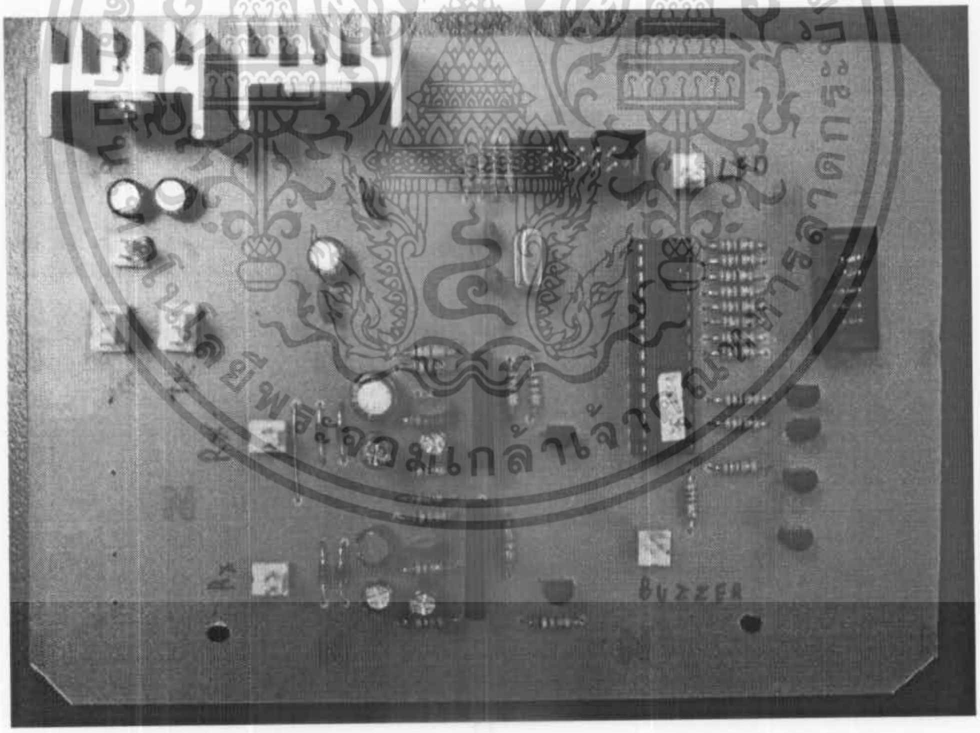
รูปที่ ก.1 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านหน้า)

รูปที่ ก.2 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

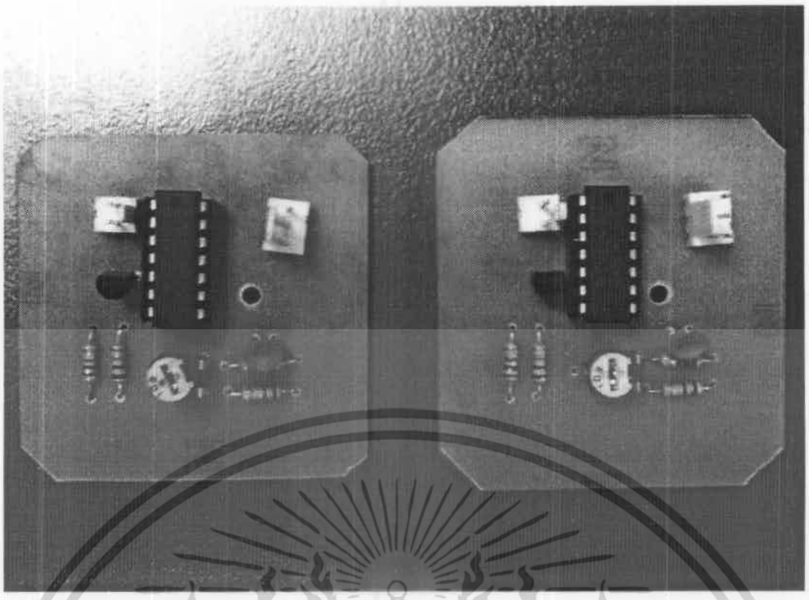


รูปที่ ก.3 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านล่าง)



รูปที่ ก.4 แผ่นวงจร PIC16F876 และวงจรภาครับคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



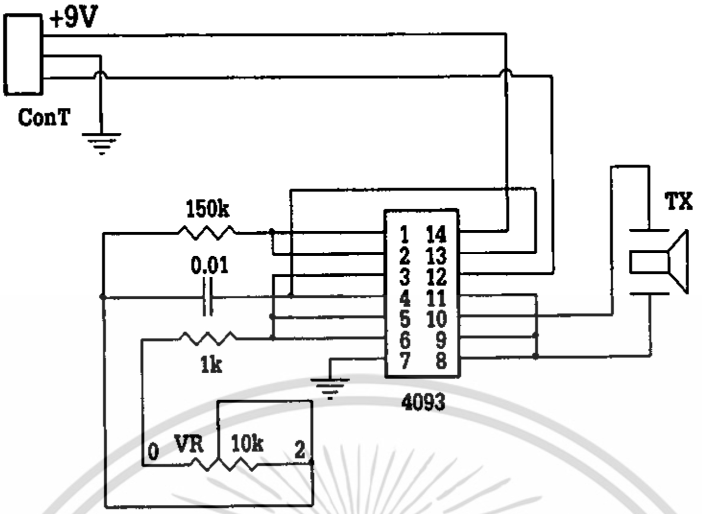
รูปที่ ก.5 แผ่นวงจรภาคส่งคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

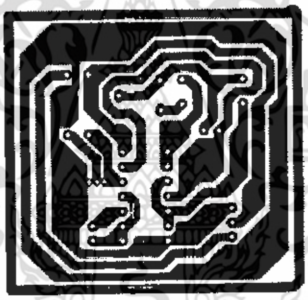
ภาคผนวก ข

แผ่นวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

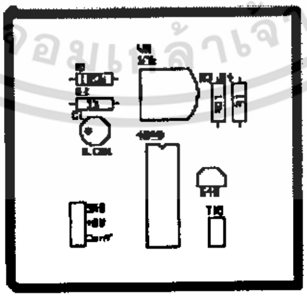
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรส่งคลื่นอุลตราโซนิก

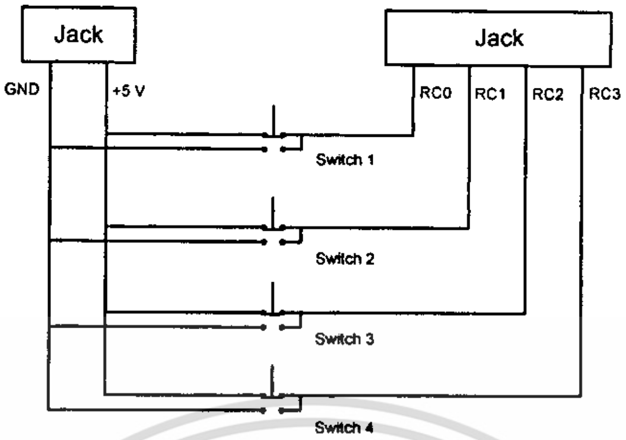


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรส่งอุลตราโซนิก

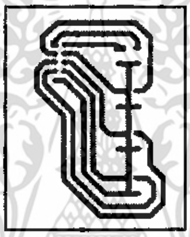


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรส่งอุลตราโซนิก

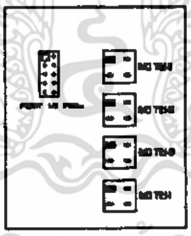
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 วงจรสวิตช์

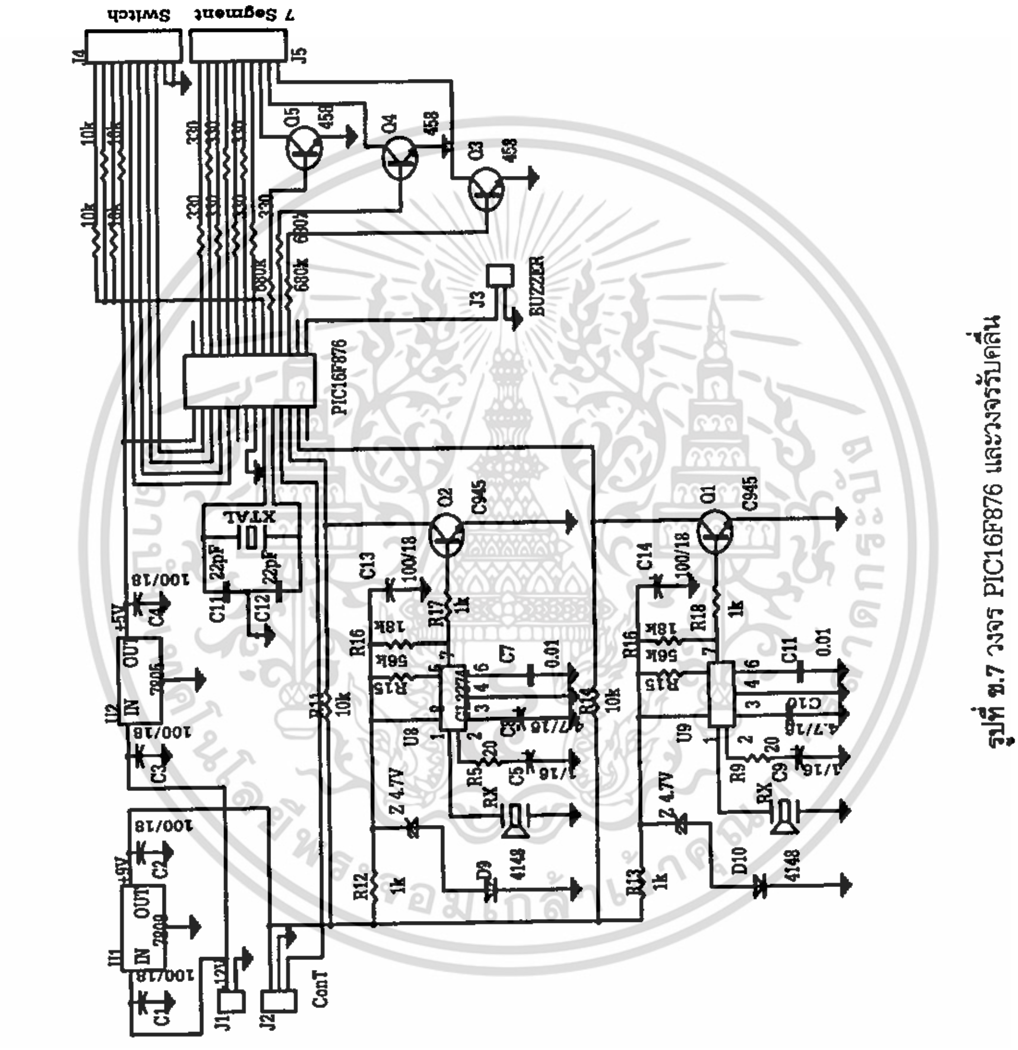


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์สวิตช์



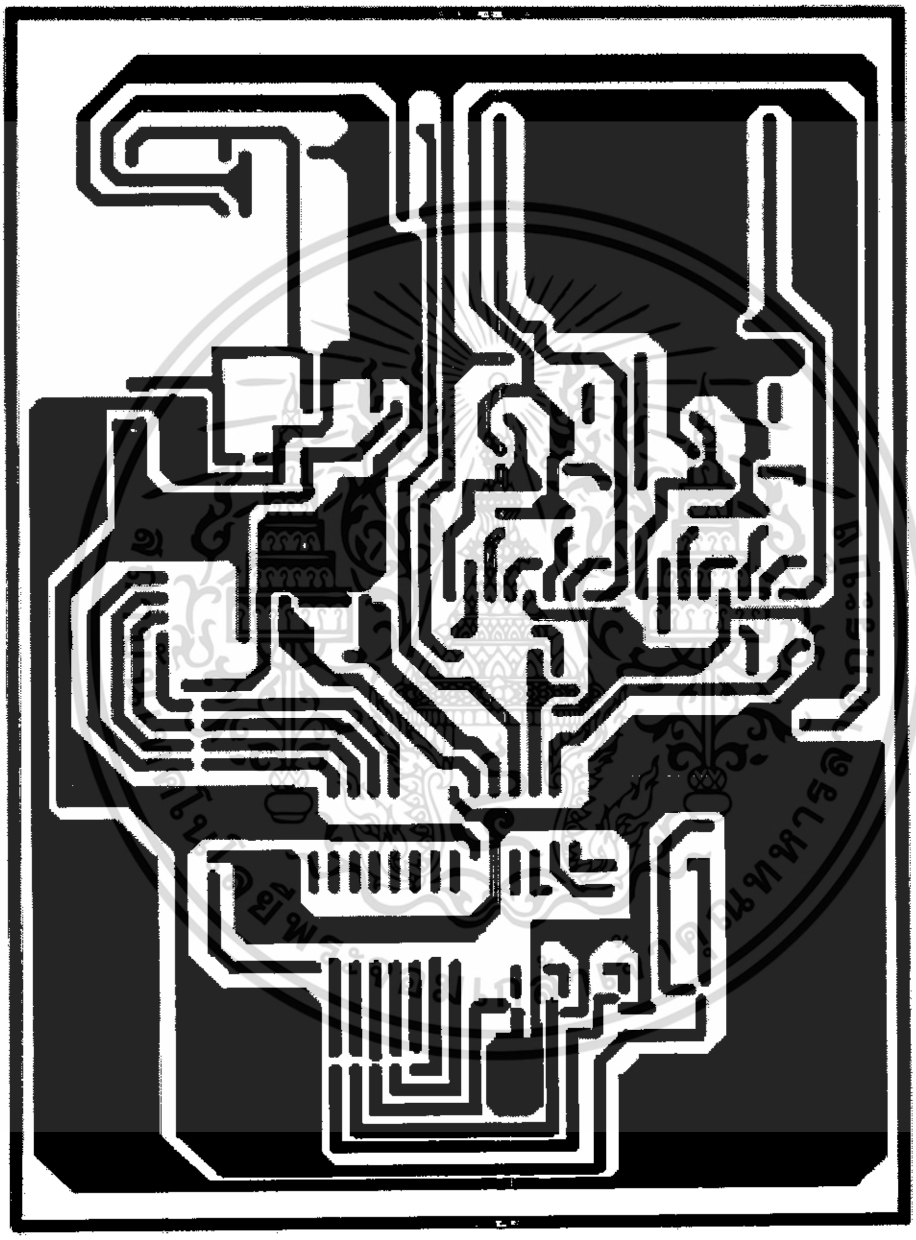
รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



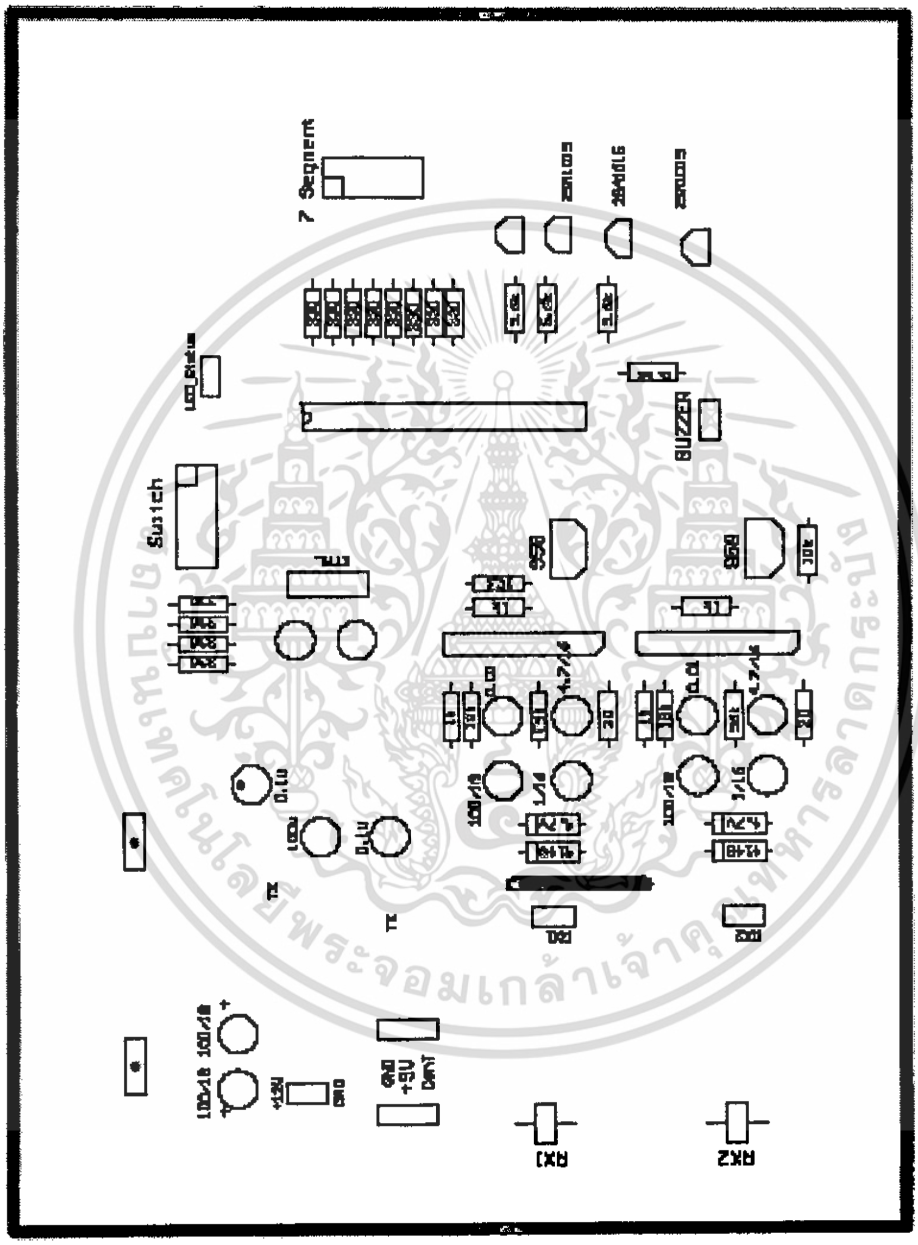
รูปที่ ข.7 วงจร PIC16F876 และวงจรรับคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์ PIC16F876 และวงจรรับคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ PIC16F876 และวงจรรับคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F876 และวงจรภาครับคลื่น

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	PIC16F876	1 ตัว
IC2- IC3	GL3274	2 ตัว
IC4	IC7805	1 ตัว
IC5	IC7809	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1-C2	22 pF	2 ตัว
C3-C4	0.1 uF	2 ตัว
C5-C6	100 uF	3 ตัว
C7-C8	100/18	2 ตัว
C5-C6	0.01 uF	2 ตัว
C7-C8	1/16	2 ตัว
C9-C10	4.7/16	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TR1 - TR3	C458	3 ตัว
TR4	2SA1015	1 ตัว
TR5	C945	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1 - R3	5.6 k	3 ตัว
R4 – R11	330	8 ตัว
R12 – R17	10 k	6 ตัว
R18 – R21	1 k	4 ตัว
R22 – R23	56 k	2 ตัว
R24 – R25	56 k	2 ตัว
R26 – R27	20	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
คริสตอล	20 MHz	1 ตัว
หัวรับอุลตราโซนิก	40 kHz	1 ตัว
คอนเน็คเตอร์ 1 - คอนเน็คเตอร์ 3	2 ขา	3 ตัว
คอนเน็คเตอร์ 4 - คอนเน็คเตอร์ 5	3 ขา	2 ตัว
คอนเน็คเตอร์ 6 - คอนเน็คเตอร์ 7	10 ขา	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ส่งอุลตราโซนิก

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC6- IC7	4093	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ C11- C12	0.001 uF	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ TR6 - TR7	C945	2 ตัว
ตัวต้านทาน R28 - R29 R30 - R31 VR1-VR2	150 k 1 k 10 k	2 ตัว 2 ตัว 2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ หัวส่งอุลตราโซนิก คอนเน็คเตอร์ 1 - คอนเน็คเตอร์ 3 คอนเน็คเตอร์ 4 - คอนเน็คเตอร์ 5	40 kHz 2 ขา 3 ขา	2 ตัว 2 ตัว 2 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์อื่นๆ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ Buzzer 7-Segment สวิตช์	- - -	1 ตัว 1 ตัว 4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F87X

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

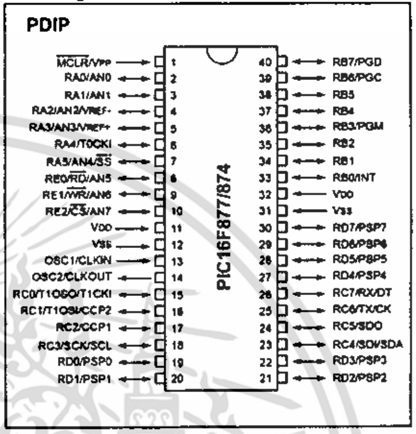
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F874
- PIC16F876
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

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

Pin Diagram



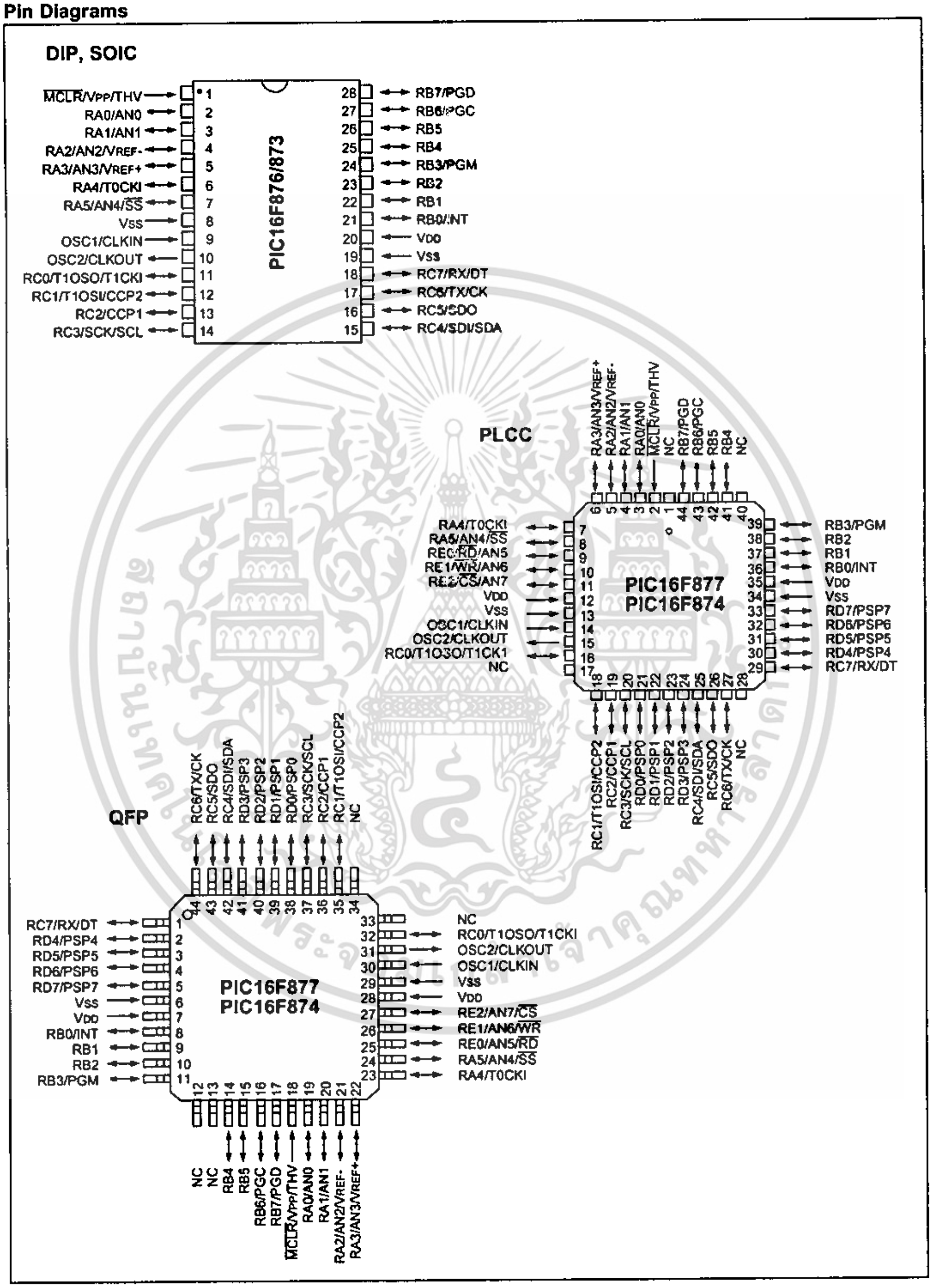
Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F87X

Pin Diagrams



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1-1: PIC16F873 AND PIC16F876 PINOUT DESCRIPTION

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

October 1987
Revised April 2002

CD4093BC
Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger

General Description

The CD4093B consists of four Schmitt-trigger circuits. Each circuit functions as a 2-input NAND gate with Schmitt-trigger action on both inputs. The gate switches at different points for positive and negative-going signals. The difference between the positive (V_T^+) and the negative voltage (V_T^-) is defined as hysteresis voltage (V_H).

All outputs have equal source and sink currents and conform to standard B-series output drive (see Static Electrical Characteristics).

Features

- Wide supply voltage range: 3.0V to 15V
- Schmitt-trigger on each input with no external components
- Noise immunity greater than 50%
- Equal source and sink currents
- No limit on input rise and fall time
- Standard B-series output drive
- Hysteresis voltage (any input) $T_A = 25°C$

Typical	$V_{DD} = 5.0V$	$V_H = 1.5V$
	$V_{DD} = 10V$	$V_H = 2.2V$
	$V_{DD} = 15V$	$V_H = 2.7V$
Guaranteed		$V_H = 0.1\ V_{DD}$

Applications

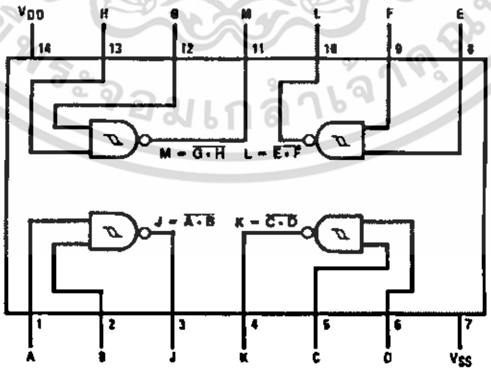
- Wave and pulse shapers
- High-noise-environment systems
- Monostable multivibrators
- Astable multivibrators
- NAND logic

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
CD4093BCM	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
CD4093BCN	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram



Top View

© 2002 Fairchild Semiconductor Corporation DS005982 www.fairchildsemi.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1) (Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	−0.5 to +18 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	−0.5 to V_{DD} +0.5 V_{DC}
Storage Temperature Range (T_S)	−65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Lead Temperature (T_L)	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions (Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	3 to 15 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	0 to V_{DD} V_{DC}
Operating Temperature Range (T_A)	−55°C to +125°C

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed; they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.

DC Electrical Characteristics (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	−55°C		+25°C			+125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	V_{DD} = 5V		0.25			0.25		7.5	
		V_{DD} = 10V		0.5			0.5		15.0	µA
		V_{DD} = 15V		1.0			1.0		30.0	
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{IN} = V_{DD}, $\|I_O\|$ < 1 µA								
		V_{DD} = 5V		0.05		0	0.05		0.05	
		V_{DD} = 10V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 15V		0.05		0	0.05		0.05	
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{IN} = V_{SS}, $\|I_O\|$ < 1 µA								
		V_{DD} = 5V	4.95		4.95	5		4.95		
		V_{DD} = 10V	9.95		9.95	10		9.95		V
		V_{DD} = 15V	14.95		14.95	15		14.95		
V_{T-}	Negative-Going Threshold Voltage (Any Input)	$\|I_O\|$ < 1 µA								
		V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V	1.3	2.25	1.5	1.8	2.25	1.5	2.3	
		V_{DD} = 10V, V_O = 9V	2.85	4.5	3.0	4.1	4.5	3.0	4.65	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	4.35	6.75	4.5	6.3	6.75	4.5	6.9	
V_{T+}	Positive-Going Threshold Voltage (Any Input)	$\|I_O\|$ < 1 µA								
		V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V	2.75	3.6	2.75	3.3	3.5	2.65	3.5	
		V_{DD} = 10V, V_O = 1V	5.5	7.15	5.5	6.2	7.0	5.35	7.0	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	8.25	10.65	8.25	9.0	10.5	8.1	10.5	
V_H	Hysteresis (V_{T+} − V_{T-}) (Any Input)	V_{DD} = 5V	0.5	2.35	0.5	1.5	2.0	0.35	2.0	
		V_{DD} = 10V	1.0	4.3	1.0	2.2	4.0	0.70	4.0	V
		V_{DD} = 15V	1.5	6.3	1.5	2.7	6.0	1.20	6.0	
I_{OL}	LOW Level Output Current (Note 3)	V_{IN} = V_{DD}								
		V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V	0.64		0.51	0.88		0.36		
		V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	4.2		3.4	8.8		2.4		
I_{OH}	HIGH Level Output Current (Note 3)	V_{IN} = V_{SS}								
		V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V	−0.64		0.51	−0.88		−0.36		
		V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V	−1.6		−1.3	−2.25		−0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	−4.2		−3.4	−8.8		−2.4		
I_{IN}	Input Current	V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V		−0.1		-10^{-5}	−0.1		−1.0	µA
		V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V		0.1		10^{-5}	0.1		1.0	

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

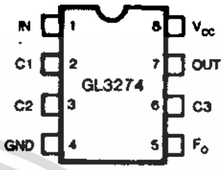
GL3274

Preamplifier for Remote Control Use

Description

The GL3274 is a bipolar IC for receiving preamplifier of infraredremote control system. It is comprised of a primary stage amplifier, limiter amplifier, BPF, signal waveform detecting circuit, waveform shaping circuit, etc.

Pin Configurations



Features

- **Low Power Consumption (V_{CC}=5V, 9 mW typ.)**
- **Low Power Supply Voltage (V_{CC}=5V)**
- **Built-in Filter(Enables to Vary Center frequency with an Externally Attached Resistor. f_0=30 kHz to 60 kHz, 40 kHz typ.)**
- **It is free from inductance due to Magnetic Field Since it uses no Inductance Coil.**
- **Possible to Direct Connection to a Photodiode**
- **OpenCollector Output(Possible toDirect Connection to TTL and CMOS)**
- **Package .... 8 SIP(A) or 8SOP(D)**

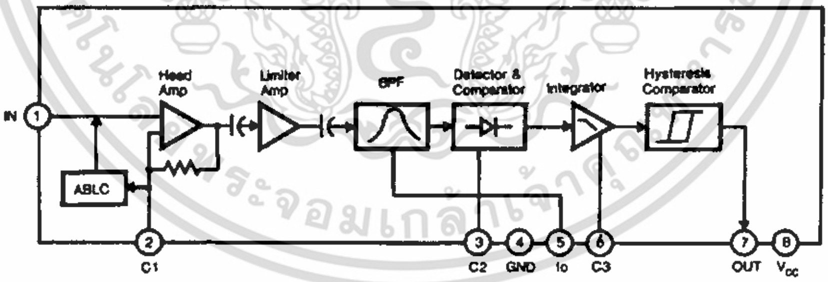
Absolute Maximum Ratings (T_A=25°C)

Supply Voltage	V_{CC}	17	V
Input Voltage	V_{IN}	5	V_{p-p}
Operation Temperature	Topr	−20 to +75	°C
Storage Temperature	Tstg	−55 to +150	°C
Allowable Power Dissipation	P_D	0.6 (A) 0.3 (D)	W W

Recommended Operating Condition

Supply Voltage	V_{CC}	4.7 to 5.3	V

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics: V_{CC}=5V, T_A=25°C

No.	Item	Symbol	Test condition			Test Point	Min.	Typ.	Max.	Unit	Remark
			Signal	Level	ON-SW						
1	Input pin voltage (1)	$V_{IN}1$			S1, 8, 11-a	A	2.0	2.5	3.1	V	
2	Input pin voltage (2)	$V_{IN}2$			S1, 2, 4, 8, 11-a	A	0.6	1.0	1.7	V	
3	L Level output voltage	V_{OL}			S3, 7-a, 10, 11-a	D	–	0.2	0.4	V	
4	Output leakage current	I_{OH}			S3, 7-b, 9, 11-a	C	–	0	2.2	μA	
5	Voltage gain	A_V	40 kHz cw	50μV_{p-p}	S2, 5, 6, 7-c, 11-a	B	74	79	84	dB	
6	BPF characteristics	A_{VO}	30kHz, 37 kHz, 43kHz, 50kHz cw	50μV_{p-p}	S2, 5, 6, 7-c, 11-a	B	4	9	–	dB	*1
7	Input impedance	r_{in}	40kHz cw	0.2 V_{p-p}	S1, 2, 6, 8, 11-a	A	27	40	55	kΩ	Input level denotes Vi and measured value V_X. *2
8	Detecting ability (1)	$V_{in}1$	burst wave	60μV_{p-p}	S2, 5, 6, 8, 10, 11-a	D	440	540	770	μs	Input a burst wave signal of 1.2 mS cycle, 40 kHz.
9	Detecting ability (2)	$V_{in}2$	burst wave	50mV_{p-p}	S2, 5, 6, 8, 10, 11-b	D	440	660	770	μs	Input a burst wave signal of 1.2 mS cycle, 40 kHz.
10	Consumption current	I_{CC}			S3, 8, 11-a	E	1.0	1.8	2.8	mA	

Note: *1 The level ratio between AC level of during 37 kHz and that of 30 kHz denotes A1[dB].

$$A1 \equiv 20\log \frac{\text{measure value (f=37 kHz)}}{\text{measure value (f=30 kHz)}}$$

The level ratio between AC level of during 43 kHz and that of 50 kHz denotes A2 [dB].

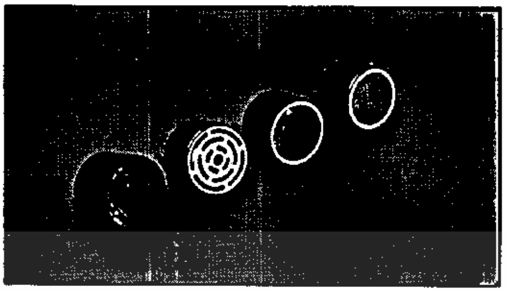
$$A2 \equiv 20\log \frac{\text{measure value (f=43 kHz)}}{\text{measure value (f=50kHz)}}$$

Note: *2 $r_{in} \equiv \dfrac{47\text{ k}\Omega}{\dfrac{Vi}{Vx} - 1}$ [kΩ]

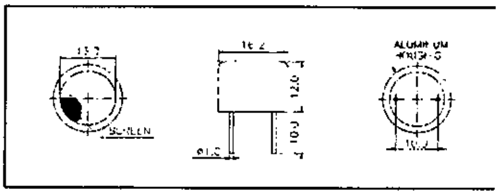
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Air Ultrasonic Ceramic Transducers

400ST/R160

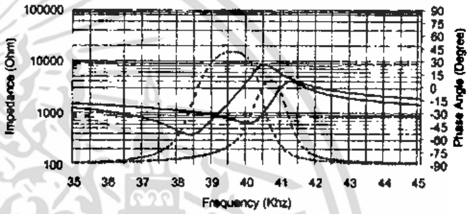


Dimensions: dimensions are in mm



Impedance/Phase Angle vs. Frequency

Tested under 1Vrms Oscillation Level
400SR160 Impedance
400SR160 Phase
400ST160 Impedance
400ST160 Phase



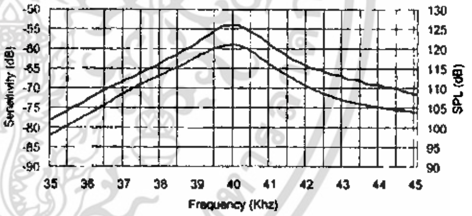
Specification

400ST160	Transmitter
400SR160	Receiver
Center Frequency	40.0±1.0Khz
Bandwidth (-6dB) 400ST160	2.0Khz
400SR160	2.5Khz
Transmitting Sound Pressure Level at 40.0Khz; 0dB re 0.0002µbar per 10Vrms at 30cm	120dB min.
Receiving Sensitivity at 40.0Khz 0dB = 1 volt/µbar	-65dB min.
Capacitance at 1Khz ±20%	2400 pF
Max. Driving Voltage (cont.)	20Vrms
Total Beam Angle -6dB	55° typical
Operation Temperature	-30 to 80°C
Storage Temperature	-40 to 85°C

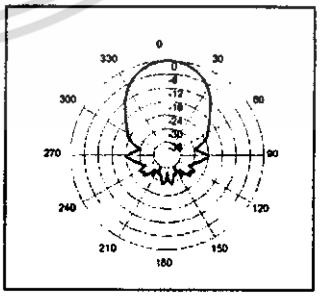
All specification taken typical at 25°C
Closer frequency tolerance can be supplied upon request.

Sensitivity/Sound Pressure Level

Tested under 10Vrms @30cm



Beam Angle: Tested at 40.0Khz frequency



Models available:

1	400ST/R160	Aluminum Housing
2	400ST/R16B	Black Al. Housing
2	400ST/R10P	Plastic Housing
3	400ST/R16F	Al. Housing w/Solid Grid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

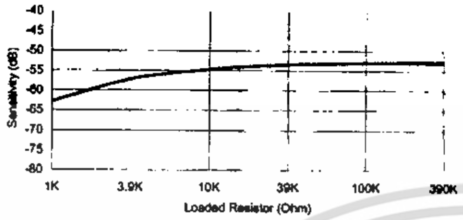
Air Ultrasonic Ceramic Transducers

400ST/R160

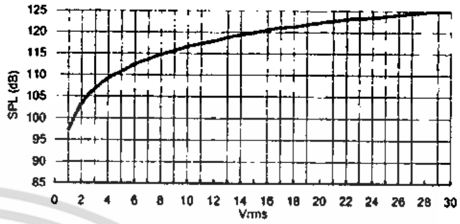
400SR160 Receiver

400ST160 Transmitter

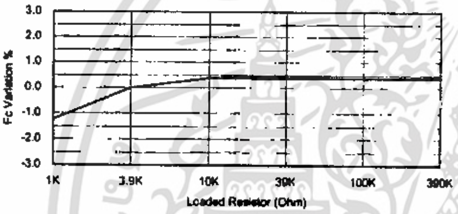
Sensitivity Variation vs. Loaded Resistor



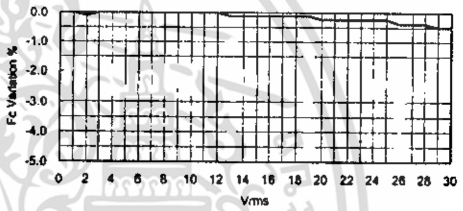
SPL Variation vs. Driving Voltage



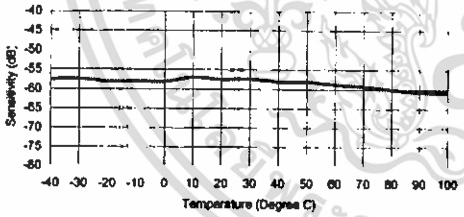
Center Frequency Shift vs. Loaded Resistor



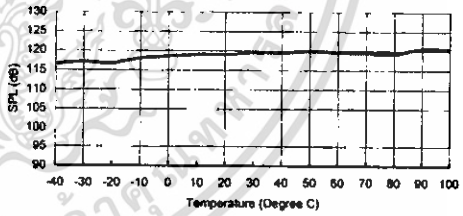
Center Frequency Shift vs. Driving Voltage



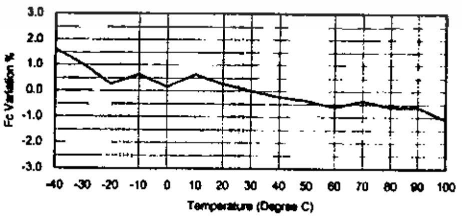
Sensitivity Variation vs. Temperature



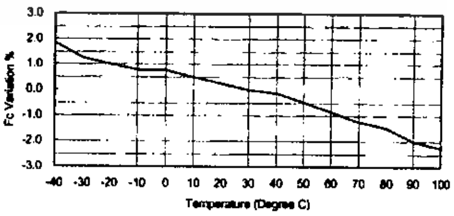
SPL Variation vs. Temperature



Center Frequency Shift vs. Temperature



Center Frequency Shift vs. Temperature

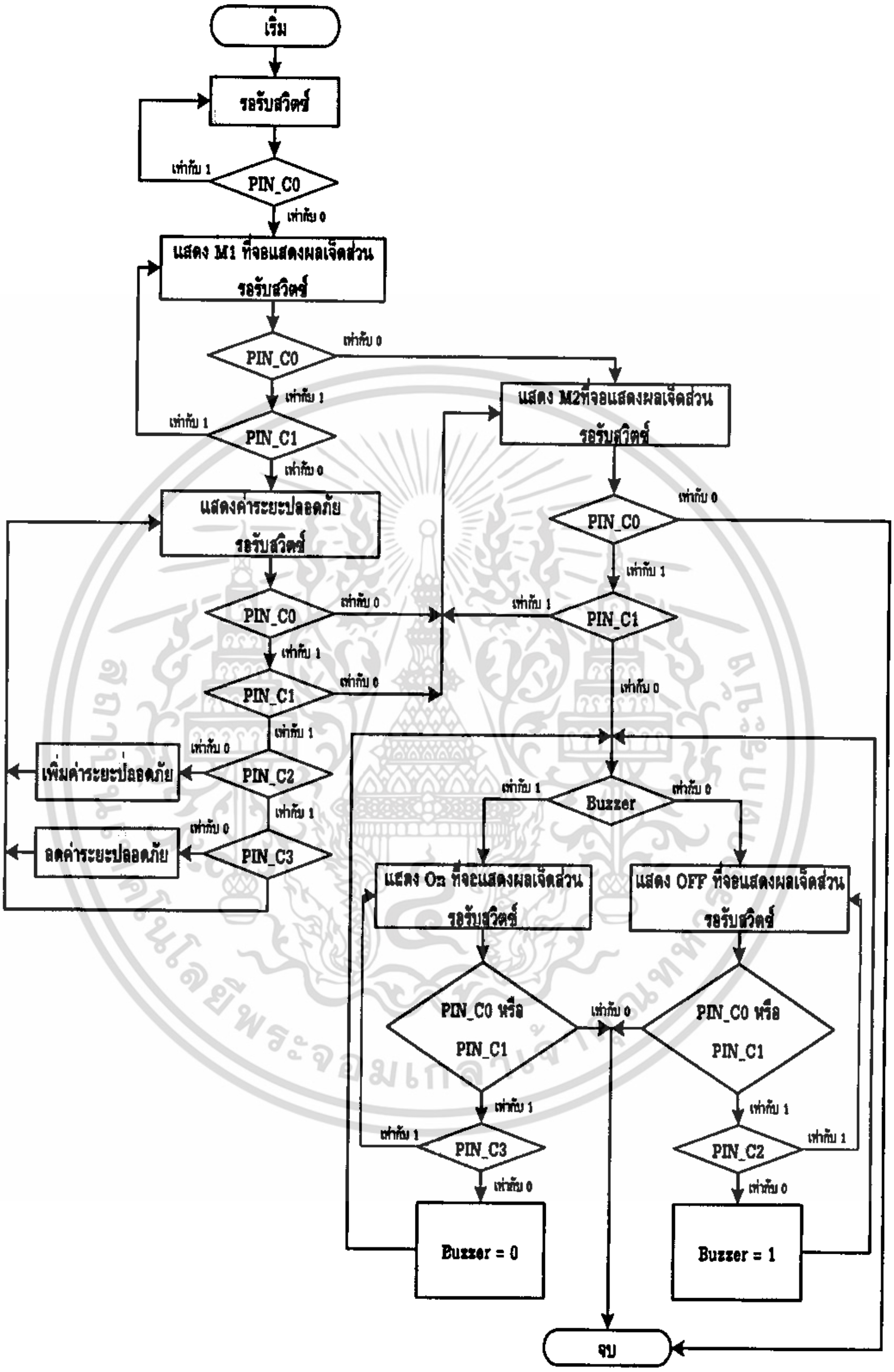


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

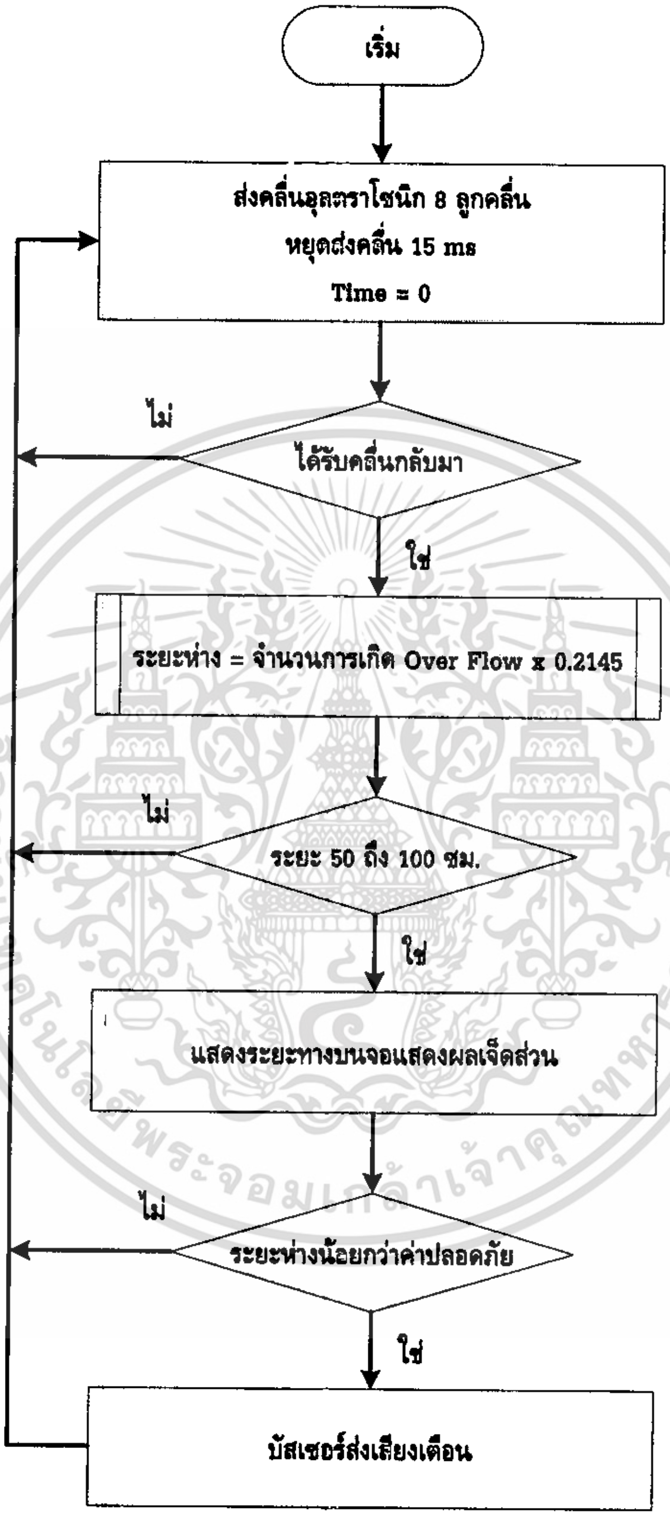
ผังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



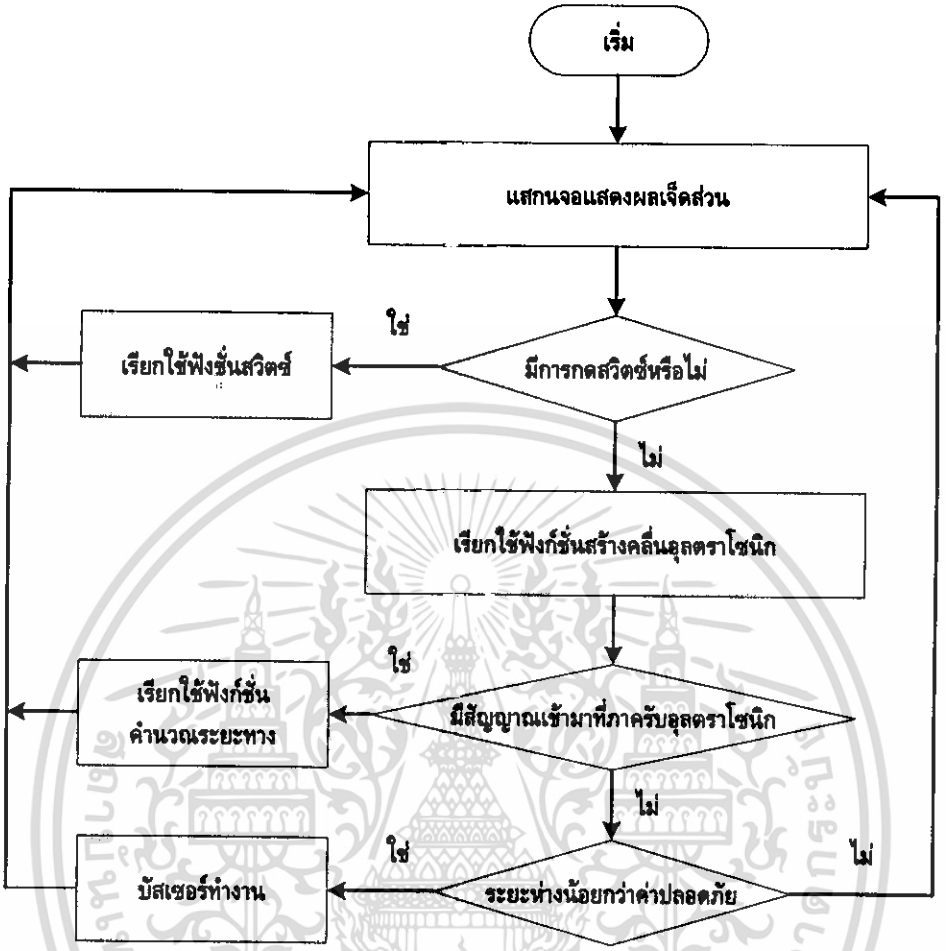
รูปที่ จ.1 ผังงานของโปรแกรมสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 ผังงานของโปรแกรมคำนวณระยะทางและแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.3 ผังงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง

```
/*****************************************************************************
* File       :  Range.c
* Purpose    :  Calculate range between the car and object behind that one.
* Author     :  Maytee  Tungjai
* Compiler   :  CCS
* Target     :  PIC16F876
* Copyright(c) :  2007 Ultrasonic Sensors for Car Parking 's Group.
*****************************************************************************/
#include <16F876.h>
#fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#use delay(clock=20000000)
//************************** Global Variables ******************************\\
int VRAM[3],statesw=1,save_point=50,TABLE[17] = {0xfe , 0xb0 , 0xed , 0xf9 ,
                              0xb3 , 0xdb , 0xdf , 0xf0 ,
                              0xff , 0xfb , 0x80 , 0x37 ,
                              0x95 , 0xc7 , 0x81 , 0xce
                              0xf8};
int buzzer=1,state_frequency_maker=0,state_calculator=0,check;
long range=0,tick=0,puk,temp=0;
//************************** Global Variables ******************************\\
//*********************** Function and Interrupts **************************\\
void delay (int t) //****************************************** Delay Function.
{
  int a,b;
  for (a=0;a<t;a++) for (b=0;b<100;b++);
}
int tran (int time) //******************************* Translate time to range.
{
  if (time <= 65) time = 46;
    else if (time <= 71) time = 48;
    else if (time <= 80) time = 50;
    else if (time <= 81) time = 52;
    else if (time <= 85) time = 54;
    else if (time <= 87) time = 56;
    else if (time <= 90) time = 58;
    else if (time <= 93) time = 60;
    else if (time <= 95) time = 62;
    else if (time <= 99) time = 64;
    else if (time <= 101) time = 66;
    else if (time <= 103) time = 68;
    else if (time <= 105) time = 70;
    else if (time <= 109) time = 72;
    else if (time <= 111) time = 74;
    else if (time <= 113) time = 76;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else if (time <= 115) time = 78;
        else if (time <= 122) time = 80;
        else if (time <= 125) time = 82;
        else if (time <= 127) time = 84;
        else if (time <= 129) time = 86;
        else if (time <= 131) time = 88;
        else if (time <= 133) time = 90;
        else if (time <= 136) time = 92;
        else if (time <= 141) time = 94;
        else if (time <= 143) time = 96;
        else if (time <= 145) time = 98;
        else if (time <= 160) time = 100;
        else if (time <= 162) time = 102;
        else time = 104;
    return time;
}
void movedec (long ip) //********************** Move one digit to one 7-Segment.
{
    int puk[2];
    puk[1] = ip/100;
    puk[0] = (ip-(puk[1]*100))/10;
    VRAM[0] = (ip-(puk[1]*100))-(puk[0]*10);
    if (puk[1]==0) VRAM[2]=10;
       else VRAM[2]=puk[1];
    if ((puk[1]==0)&(puk[0]==0))VRAM[1]=10;
       else VRAM[1]=puk[0];
}
void dis (void) //****************************************** Display 7-Segments.
{
   output_high(PIN_C5);
   output_b(TABLE[VRAM[0]]);
   delay(3);
   output_low(PIN_C5);
   output_b(TABLE[10]);
   output_high(PIN_C6);
   output_b(TABLE[VRAM[1]]) ;
   delay(3);
   output_low(PIN_C6);
   output_b(TABLE[10]);
   output_high(PIN_C7);
   output_b(TABLE[VRAM[2]]);
   delay(3);
   output_low(PIN_C7);
   output_b(TABLE[10]);
}
void chsw (void) //********************************************** Check Switch.
{
  int ch=0;
  do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  switch (statesw)
  {
    case 1 : delay_ms (400);
             ch = 1;
             VRAM[2] = 14;
             VRAM[1] = 1;
             VRAM[0] = 14;
             statesw = 2;
    case 2 : dis ();
             if (!input(PIN_A0))
             {
               delay_ms (400);
               statesw = 3;
             }
               else if (!input(PIN_A1))
               {
                 delay_ms (400);
                 statesw = 5;
               }
               else if ((!input(PIN_A2))||(!input(PIN_A3)))delay_ms (400);
             break;
   case 3 : VRAM[2] = 14;
            VRAM[1] = 2;
            VRAM[0] = 14;
            statesw = 4;
   case 4 : dis ();
            if (!input(PIN_A0))
              {
                delay_ms (400);
                ch = 0;
                statesw = 1;
                movedec (range);
              }
              else if (!input(PIN_A1))
                {
                  delay_ms (400);
                  statesw = 7;
                }
              else if ((!input(PIN_A2))||(!input(PIN_A3)))delay_ms (400);
            break;
  case 5 : movedec (save_point);
           statesw = 6;
  case 6 : dis ();
           if (!input(PIN_A0))
           {
             delay_ms (400);
             statesw = 3;
           }
             else if (!input(PIN_A1))
             {
               delay_ms (400);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                statesw = 3;
            }
            else if (!input(PIN_A2))
            {
                delay_ms (200);
                save_point += 1;
                if (save_point > 80) save_point = 80;
            }
            else if (!input(PIN_A3))
            {
                delay_ms (200);
                save_point -= 1;
                if (save_point < 50) save_point = 50;
            }
            movedec (save_point);
            break;
    case 7 : if (buzzer == 1) statesw = 8;
            else statesw = 10;
          break;
    case 8 : VRAM[2] = 10;
          VRAM[1] = 0;
          VRAM[0] = 12;
          statesw = 9;
    case 9 : dis ();
          if ((!input(PIN_A0))||(!input(PIN_A1)))
          {
            delay_ms (400);
            statesw = 1;
            ch = 0;
            movedec (range);
          }
            else if (!input(PIN_A2)) delay_ms (400);
            else if (!input(PIN_A3))
            {
              delay_ms (400);
              statesw = 7;
              buzzer = 0;
            }
          break;
    case 10: VRAM[2] = 0;
          VRAM[1] = 13;
          VRAM[0] = 13;
          statesw = 11;
    case 11: dis ();
          if ((!input(PIN_A0))||(!input(PIN_A1)))
          {
            delay_ms (400);
            statesw = 1;
            ch = 0;
            movedec (range);
          }
            else if (!input(PIN_A2))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                  delay_ms (400);
                  statesw = 7;
                  buzzer = 1;
                }
                else if (!input(PIN_A3)) delay_ms (400);
              break;
      }
    }
    while (ch == 1);
}
#INT_TIMER0
void Timer0_ISR (void) //*************************************** Counter Timer.
{
  tick++;
}
void frequency_maker (void) //******************************** Frequecy 40 kHz.
{
  switch (state_frequency_maker)
  {
    case 0 : //cal_counter++;
          state_frequency_maker = 1;
          //if (cal_counter > 2) state_calculator = 0;
          state_calculator = 0;
          tick = 0;
    case 1 : output_low(PIN_C0);
          if (tick > 80)state_frequency_maker = 2;
          break;
    case 2 : output_high (PIN_C0);
          if (tick > 6000)state_frequency_maker = 0;
          break;
  }
}
#INT_CCP1
void calculator0 (void) // ****************************** Calculate the range.
{
  switch (state_calculator)
  {
    case 0 : temp = tick;
          range += tran (temp);
          if (check > 4)
          {
            range /= 6;
            check = 0;
            if ((range >= 50)&&(range <= 100)) movedec (range);
              else if (range < 50)
              {
                VRAM[0] = 15;
                VRAM[1] = 15;
                VRAM[2] = 15;
              }
              else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                    VRAM[0] = 16;
                    VRAM[1] = 16;
                    VRAM[2] = 16;
                }
            }
            check++;
            state_calculator = 1;
            break;
        case 1 : break;
    }
}
#INT_CCP2
void calculator1 (void) // ******************************** Calculate the range.
{
    switch (state_calculator)
    {
        case 0 : temp = tick;
            range += tran (temp);
            if (check > 4)
            {
                range /= 6;
                check = 0;
                if ((range >= 50)&&(range <= 100)) movedec (range);
                    else if (range < 50)
                    {
                        VRAM[0] = 15;
                        VRAM[1] = 15;
                        VRAM[2] = 15;
                    }
                    else
                    {
                        VRAM[0] = 16;
                        VRAM[1] = 16;
                        VRAM[2] = 16;
                    }
            }
            check++;
            state_calculator = 1;
            break;
        case 1 : break;
    }
}

void alert (void) //****************************************** Buzzer to alert.
{
    if ((range < save_point) && (buzzer == 1)) output_low(PIN_C4);
        else output_high(PIN_C4);
}
//********************** Function and Interrupts ***************************\\
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

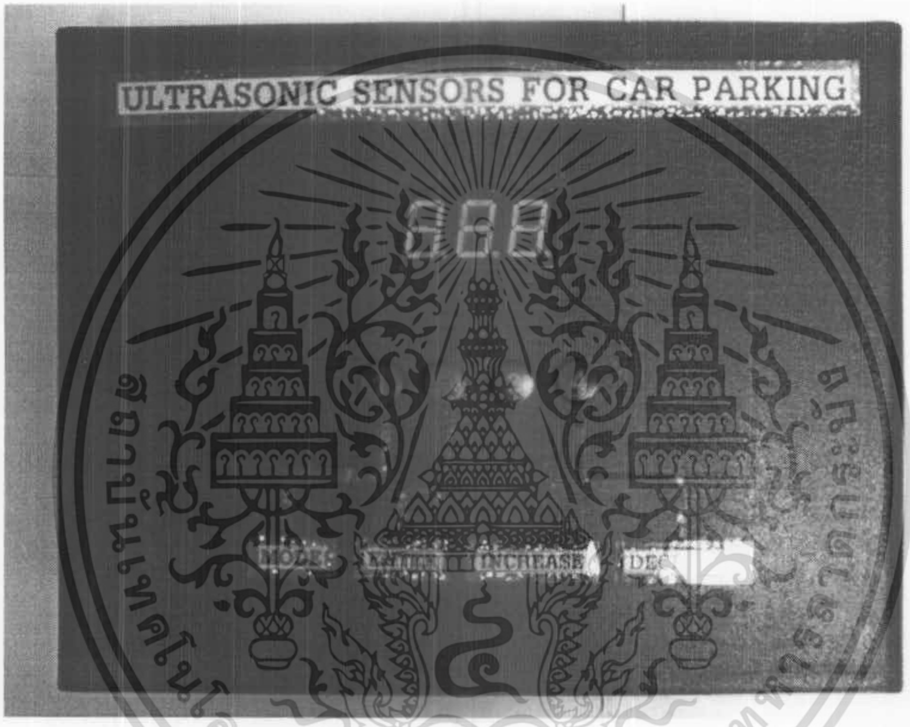
```
//**************************** Main Function ******************************\\
void main (void) //******************************************** Main Function.
{
  enable_interrupts (GLOBAL);
  enable_interrupts (INT_TIMER0);
  setup_timer_0 (RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);
  set_timer0(0);
    enable_interrupts (INT_CCP1);
  setup_ccp1(CCP_CAPTURE_RE);
  enable_interrupts (INT_CCP2);
  setup_ccp2(CCP_CAPTURE_FE);
  set_tris_a(0x0F);
  set_tris_b(0x00);
  set_tris_c(0x06);
  output_high(PIN_B7);
  output_high(PIN_C4);
  VRAM[2] = 14;
  VRAM[1] = 14;
  VRAM[0] = 14;
  range = 50;
  while (TRUE)
  {
    dis ();
    frequency_maker();
    if (!input(PIN_A0)) chsw();
    alert ();
  }
}
//**************************** Main Function ******************************\\
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

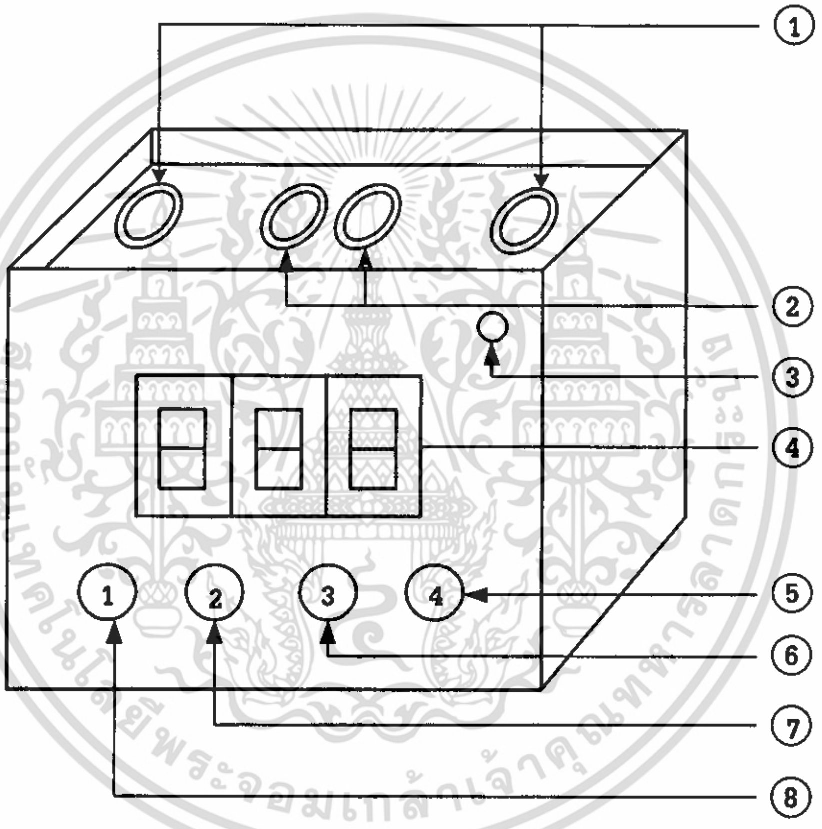
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

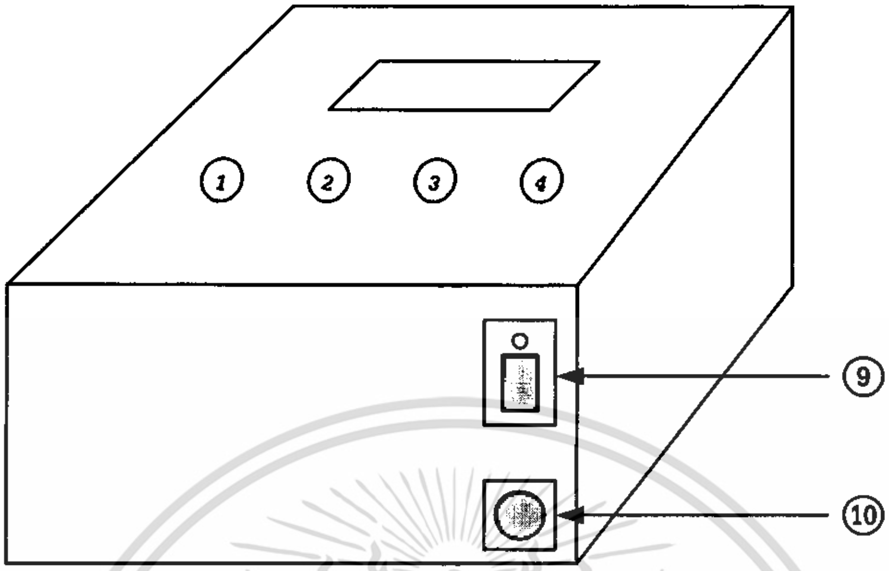
ก่อนที่จะลงมือใช้งานชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิกด้วยตนเอง ควรทำการศึกษาการใช้งานจากจากคู่มือให้เข้าใจ และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ ช.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านหน้าและด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ซ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก (ด้านล่างและด้านหน้า)

จากรูปที่ ซ.1 และ ซ.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. หัวส่งคลื่นอุลตราโซนิก
2. หัวรับคลื่นอุลตราโซนิก
3. แอลอีดีแสดงสถานการณ์ทำงาน
4. จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน
5. สวิตซ์กดเพื่อลดค่าระยะปลอดภัยหรือปิดการทำงานของบัสเซอร์
6. สวิตซ์กดเพื่อเพิ่มค่าระยะปลอดภัยหรือเปิดการทำงานของบัสเซอร์
7. สวิตซ์กดเพื่อเข้าไปเซ็ตค่าตามโหมดต่างๆ
8. สวิตซ์กดเพื่อเข้าสู่การเลือกโหมด
9. สวิตซ์กดเพื่อปิดเปิดการทำงานอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก
10. ปลั๊กไฟฟ้า 12 โวลต์

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 เสียบปลั๊กหม้อแปลง 12 โวลต์ (หมายเลข 10)

3.2 เปิดสวิตซ์การทำงานของชุดอุปกรณ์ (หมายเลข 9) แอลอีดี (หมายเลข 3) จะติดสว่าง

3.3 หากมีวัตถุอยู่ด้านหน้าแนวเดียวกันกับหัวส่งอุลตราโซนิกอยู่ในระยะ 50 ถึง 100 เซนติเมตร จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏตัวเลขแสดงระยะห่างระหว่างชุดอุปกรณ์กับวัตถุที่จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วน (หมายเลข 4) หากระยะมากกว่า 100 เซนติเมตร จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนจะแสดง "]]]" และหากระยะที่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนจะแสดง "[[["

หมายเหตุ

1. หากต้องการเปลี่ยนระยะการเตือน ให้กดสวิตซ์ 1 (หมายเลข 8) จะปรากฏ "-1-" จากนั้นให้กดสวิตซ์ 2 (หมายเลข 7) จะปรากฏระยะเตือนที่จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนหากต้องการเพิ่มระยะการเตือน กดสวิตซ์ 2 (หมายเลข 6) หากต้องการลดระยะการเตือน กดสวิตซ์ 4 (หมายเลข 5)
2. หากต้องการปิดหรือเปิดการทำงานของบัสเซอร์ ให้กดสวิตซ์ 1 สองครั้ง จะปรากฏ "-2-" จากนั้นให้กดสวิตซ์ 2 จะปรากฏสถานะของบัสเซอร์ หากต้องการปิดให้กดสวิตซ์ 4 และหากต้องการเปิดการทำงานของบัสเซอร์ให้กดสวิตซ์ 3

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิกด้วยตนเอง สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ ช.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
แอลอีดีแสดงสถานะดับ แม้เปิดสวิตซ์เปิดการทำงานแล้ว	ตรวจสอบปลั๊กไฟฟ้า 12 โวลต์
จอแสดงผลแบบเจ็ดส่วนแสดงระยะเดิมตลอดเวลา	ตรวจสอบความสูงของชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิกว่าสูงจากพื้นเกิน 25 เซนติเมตรหรือไม่ หากต่ำกว่า ให้ทำการแก้ไขให้สูงกว่า 25 เซนติเมตร

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1. เช็ดทำความสะอาดหัวส่งและรับคลื่นอย่างสม่ำเสมอ

2. ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟภายในชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิกให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

3. ควรมีการซ่อมบำรุงตัวเครื่องเป็นระยะเพื่อป้องกันและลดอัตราการเสื่อมสภาพของตัวเครื่องเพื่อให้การใช้งานตัวเครื่องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อควรระวัง

1. ควรศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องก่อนการใช้งานชุดอุปกรณ์ควบคุมการจอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับแบบอุลตราโซนิก

2. การเคลื่อนย้ายควรระมัดระวังอย่าให้มีกระแทกเพื่อป้องกันความเสียหายของหัวอุลตราโซนิก

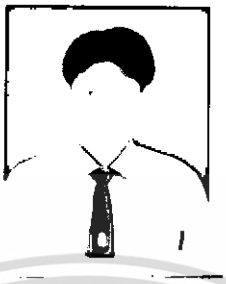
6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ ช.2 ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
หัวอุลตราโซนิก	ความถี่เรโซแนนซ์ 40 KHz
ระยะห่างที่แสดงได้	50 ถึง 100 เซนติเมตร
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	กฤษดา สุนันต๊ะ
วัน เดือน ปีเกิด	29 มิถุนายน 2528
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 10 หมู่ 3 ตำบลสำราญราษฎร์ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

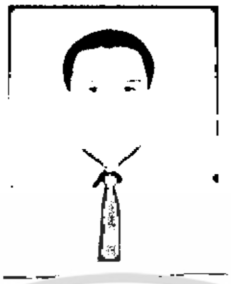
ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนไชยโรจน์วิทยา	จังหวัดเชียงใหม่
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนไชยโรจน์วิทยา	จังหวัดเชียงใหม่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนเทคโนโลยีเอเชีย	จังหวัดเชียงใหม่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่	จังหวัดเชียงใหม่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	

ความสนใจพิเศษ	คอมพิวเตอร์, หนังสือ, เกมส์
คติพจน์	อย่ามัวเสียดายเวลาที่ผ่านมา แต่จงใช้เวลาที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล ทันตภณ ปานนาคทองเจริญ

วัน เดือน ปีเกิด 22 มิถุนายน 2528

ภูมิลำเนา 260 หมู่ 3 ต.บางนอน อ.เมือง ระนอง 85000

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนชาติเฉลิม	จังหวัดระนอง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพิชัยรัตนาคาร	จังหวัดระนอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคระนอง	จังหวัดระนอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคระนอง	จังหวัดระนอง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	

ความสนใจพิเศษ คอมพิวเตอร์, อินเทอร์เน็ต, ท่องเที่ยว,กีฬา

คติพจน์ อยู่กับปัจจุบันและทำมันให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	เมธี ตั้งใจ
วัน เดือน ปีเกิด	28 พฤศจิกายน 2523
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 74 หมู่ 13 ตำบลสามง่าม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร 66140

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลพิจิตร	จังหวัดพิจิตร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม	จังหวัดพิจิตร
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม	จังหวัดพิจิตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร	จังหวัดพิจิตร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	

ความสนใจพิเศษ	โปรแกรมคอมพิวเตอร์, อินเทอร์เน็ต
คติพจน์	ทำดีได้ดี ทำชั่วได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้