สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุปกรณ์ช่วยนำทางผู้พิการทางสายตา

Walking Stick for Blind Man

โดย

นางสาวบุษญาณี	ต้นงาม	47012017
นายวีรยุทธ	กาญจนสมทรัพย์	47012025
นายสุทธิพงศ์	แก้วคุณากร	47012029

ปพ.
ป6720
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83282
วัน,เดือน,ปี 11 ส.ค. 2551

b11965994
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540/50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ช่วยนำทางผู้พิการทางสายตา

Walking Stick for Blind Man

โดย

นางสาวบุษญาณี ต้นงาม 47012017

นายวีรยุทธ กาญจนสมทรัพย์ 47012025

นายสุทธิพงศ์ แก้วคุณากร 47012029

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.นิภา ลีลารุจิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **อุปกรณ์ช่วยนำทางผู้พิการทางสายตา**

Walking Stick for Blind Man

ผู้จัดทำ

1.นางสาวบุษญาณี	**ต้นงาม**	**47012017**
2.นายวีรยุทธ	**กาญจนสมทรัพย์**	**47012025**
3.นายสุทธิพงศ์	**แก้วคุณากร**	**47012029**

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.นิภา ฉัตรุจิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ช่วยนำทางผู้พิการทางสายตา

Walking Stick for Blind Man

โดย นางสาวบุษญาณี ต้นงาม 47012017
นายวีรยุทธ กาญจนสมทรัพย์ 47012025
นายสุทธิพงศ์ แก้วคุณากร 47012029

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.นิภา ลีลารุจิ

บทคัดย่อ

ในสังคมปัจจุบันคนพิการเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่รวมในสังคมเดียวกับคนปกติ ความเสียเปรียบของผู้พิการก็คือ การที่ตนเองนั้นไม่สามารถปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมต่างๆ ได้ดังคนปกติซึ่งเป็นต้นเหตุของปัญหาทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำกันทางสังคม แต่คนเหล่านั้นไม่ได้ถูกละเลย เนื่องจากมีกลุ่มบุคคลและองค์กรที่ทำการคิดค้นและพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ เพื่อช่วยในการเดินทางโดยโครงการนี้จะนำเสนออุปกรณ์ช่วยนำทางของผู้พิการทางสายตา โดยอาศัยคุณสมบัติของคลื่นอัลตร้า-โซนิค และมีระบบ Micro-controller ควบคุมในส่วนการทำงาน และอุปกรณ์นั้นจะประกอบไปด้วย ภาคส่งสัญญาณ ภาครับสัญญาณ หน่วยควบคุม และส่วนแสดงผล ซึ่งการทำงานจะใช้เสียงช่วยในการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวก

ABSTRACT

Nowadays, cripple is a part of the society. The disadvantage of the blind is that they cannot work or do the activities like the usual people. This cause the problem of the overlay of the society. However, they are not ignored because there are some organizations that try to develop the invention to help them in transportation. This project presents a tool which can help the blind to walk by property of ultrasonic and micro controller system to operate and this device is consist of Transmitter, Receiver, Controller and show a result. This operation has signal voice to connect with user so comfortable to.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถทำสำเร็จได้ด้วยคำปรึกษาและแนะนำให้ความช่วยเหลือของบุคคลต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. รศ.ณรงค์ เหมกรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
2. รศ.นิภา ลีลารุจิ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ ทำให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและบุคคลอื่นๆที่มิได้กล่าวถึงในที่นี้ ในโอกาสนี้จึงขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญรูป	IV
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 ลักษณะของโครงงาน	1
1.3 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	2
2.1 ธรรมชาติของเสียง (Sound)	2
2.1.1 การสะท้อนของคลื่น	5
2.1.2 การแทรกสอดของคลื่น	6
2.1.3 การหักเหของคลื่น	6
2.1.4 การเลี้ยวเบนของคลื่น	6
2.2 อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์	6
2.2.1 ชนิดของเบียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์ (Piezoelectric transducer)	7
2.2.2 ตัวส่งและตัวรับ	7
2.2.3 การทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่ง	8
2.2.4 สัญลักษณ์ของทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	8
2.2.5 ข้อควรรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	9
2.2.6 อัลตร้าโซนิคทรานดิวเซอร์ SRF05	10
2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	13
2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	14
2.3.2 การจัดขาของ PIC18F458	15
2.3.3 สถาปัตยกรรมและโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	20
2.34 โหมดสัญญาณนาฬิกา	22
2.3.5 การรีเซตขอไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	25
2.3.6 ลำดับการเกิดไทม์เอาต์ (Timer Out Sequence)	26
2.4 หน่วยความจำ	27
2.4.1 หน่วยความจำโปรแกรม	27
2.4.2 สแต็ค (Stack)	29
2.4.3 รีจิสเตอร์โปรแกรมเคาน์เตอร์ PCL, PCLATH และ PCLATL	29
2.4.4 จังหวะและไซเคิลการทำงานของ PIC18F458	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.5 ลักษณะการทำงานแบบไปป์ไลน์ (Pipe line)	30
2.4.6 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)	31
2.5 รีจีสเตอร์หลักของ PIC18F458	32
2.5.1 รีจีสเตอร์ STATUS	32
2.5.2 รีจีสเตอร์ RCON	33
2.5.3 รีจิสเตอร์ INTCON	34
2.5.4 รีจีสเตอร์ W	36
2.6 ชุดคำสั่งของ PIC 18F458 และการเข้าถึงรีจีสเตอร์	36
2.6.1 กลุ่มคำสั่งการจัดการข้อมูลระดับไบต์กับรีจีสเตอร์ไฟล์ (Byte Operiented File Register Operation)	36
2.6.2 กลุ่มคำสั่งการจัดข้อมูลระดับบิตกับรีจีสเตอร์ไฟล์ (Bit Opriented File Register Operation)	36
2.6.3 กลุ่มคำสั่งจัดการกับค่าคงที่ (Literal Operations)	36
2.6.4 กลุ่มคำสั่งควบคุมการทำงาน (Control Operations)	37
2.6.5 ความหมายของตัวแปรที่ควรทราบ	37
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C52	38
2.7.1 คุณสมบัติของ MCS-51 เบอร์ AT89C52	38
2.7.2 การจัดขาต่างๆ ของ MCS-51 เบอร์ AT89C52	38
2.7.3 ความหมายของขาต่างๆ	39
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	41
3.1 ขอบเขตของการทำโครงงาน	41
3.2 หลักการทำงานของไม้เท้านำทางคนตาบอด	41
3.3 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่างๆในระบบไม้เท้านำทางคนตาบอด	42
3.4 การออกแบบวงจรในส่วนของการทดลอง	42
3.4.1 ความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic	42
3.4.2 การทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ	43
3.4.3 การทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	43
3.4.4 การกำเนิดสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาทีที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ	45
3.4.5 วงจรแสดงการเชื่อมต่อกับLCD	46
3.4.6 วงจรภาครวมของอุปกรณ์นำทางผู้พิการทางสายตา	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	50
4.1 ความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic	50
4.2 การทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ	51
4.3 การทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	54
4.4 การทดลองการผลิตสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที ที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยจากไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	55
4.5 การทดลองการวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05	56
4.6 การทดลองการตรวจสอบสิ่งกีดขวาง	58
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	60
5.1 บทสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	60
5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ	60
บรรณานุกรม	61
กิตติกรรมประกาศ	62
ภาคผนวก	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	แหล่งกำเนิดเสียงที่มีหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกลม	3
รูปที่ 2.2	การแทรกสอดของเสียงแบบต่างๆ (ก) การแทรกสอดระหว่างสันคลื่น เกิดการเสริมกัน เกิดเสียงดัง (ข) การแทรกสอดระหว่างท้องคลื่นเกิดการเสริมกัน เกิดเสียงค่อย (ค) การแทรกสอดระหว่างสันคลื่น กับท้องคลื่น เกิดการหักล้างกันเกิดเสียงเบาหรือเงียบ	6
รูปที่ 2.3	สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิกทรานดิวเซอร์แบบต่างๆ	9
รูปที่ 2.4	หลักการตรวจจับวัตถุโดยคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิค	10
รูปที่ 2.5	ขาสัญญาณของ SRF05 และการกำหนดโหมดทำงาน	11
รูปที่ 2.6	ไดอะแกรมเวลาแสดงสัญญาณที่ส่งไปยัง SRF05 และสัญญาณที่ตอบรับกลับมา SRF05 ในกรณีติดต่อแบบ 2 สัญญาณ	12
รูปที่ 2.7	ไดอะแกรมเวลาแสดงสัญญาณที่ส่งไปยัง SRF05 และสัญญาณที่ตอบรับกลับมา SRF05 ในกรณีติดต่อแบบ 1 สัญญาณ	13
รูปที่ 2.8	การจัดขาของ PIC18F458 ในตัวถังแบบ PDIP	15
รูปที่ 2.9	สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	21
รูปที่ 2.10	การต่อคริสตอลแบบเรโซเนเตอร์	22
รูปที่ 2.11	การต่อออสซิเลเตอร์แบบ RC และ ECIO	23
รูปที่ 2.12	ออสซิเลเตอร์แบบ EC และ ECIO	24
รูปที่ 2.13	บล็อกดะแกรมการทำงานของวงจร PLL (Phase Lock Loop)	25
รูปที่ 2.14	การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC18F458	28
รูปที่ 2.15	จังหวะและไซเคิลการทำงานของ PIC18F458	29
รูปที่ 2.16	การทำงานแบบไปป์ไลน์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	30
รูปที่ 2.17	การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลของ PIC 18F458	32
รูปที่ 2.18	แสดงขาต่างๆ ของ MCS-51 เบอร์ AT89C52	39
รูปที่ 3.1	รูปแสดงหลักการทำงานของไม้เท้าเบื้องต้น	41
รูปที่ 3.2	บล็อกไดอะแกรมส่วนต่างๆในระบบไม้เท้านำทางคนตาบอด	42
รูปที่ 3.3	วงจรที่ใช้ในการทดลองความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic	42
รูปที่ 3.4	วงจรที่ใช้ในการทดลองการสะท้อนของ Ultrasonic	43
รูปที่ 3.5	การทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40kHz ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	44
รูปที่ 3.6	การทดลองการกำเนิดสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาทีที่ความถี่ 40kHz ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	46
รูปที่ 3:7	วงจรแสดงการเชื่อมต่อ LCD เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 วงจรแสดงการ shift data จาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เข้าสู่ LCD 47

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.9 Flowchart แสดงการทำงานของวงจรรวม 48
รูปที่ 3.10 วงจรรวมของอุปกรณ์นำทางผู้พิการทางสายตา 49
รูปที่ 4.1 ผลการทดลองความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic 50
รูปที่ 4.2 ผลการทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ ที่มีสัญญาณขนาด 5 Vp-p 52
รูปที่ 4.3 ผลการทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ ที่มีการเพิ่มเพิ่มกำลังขยาย 10 เท่า 53
รูปที่ 4.4 ผลการทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 54
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 55
รูปที่ 4.6 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางที่เครื่องวัดได้ 57
รูปที่ 4.7 การทดลองวัดะยะทางด้วยอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05 ทาง LCD 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติและขาต่างๆของ PIC18F458 16

ตารางที่ 2.2 ค่าของตัวเก็บประจุที่ใช้กับคริสตอลออสซิเลเตอร์แบบต่างๆ 23

ตารางที่ 2.3 ค่าเวลาต่างๆของแต่ละส่วนของการเกิดไทม์เอาต์ (Time Out) 27

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดบิตต่างๆของรีจีสเตอร์ STATUS 33

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดบิตต่าง ของรีจีสเตอร์ RCON 34

ตารางที่ 2.6 รายละเอียดบิตต่างๆ ของรีจีสเตอร INTCON 35

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic 51

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ ที่มีสัญญาณขนาด 5 Vp-p 52

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆที่มีการเพิ่มกำลังขยายเป็น 10 เท่า 53

ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกผลการทดลอง 56

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกผลการทดลอง 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

โครงงานนี้เป็นโครงงานเกี่ยวกับการพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำทางผู้พิการทางสายตา ซึ่งได้ทำการติดตั้งเข้ากับตัวไม้เท้า โดยที่ไม้เท้านี้สามารถตรวจสอบสิ่งกีดขวางที่อยู่ในเส้นทางเดิน เมื่อพบสิ่งกีดขวางก็จะแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้ที่เป็นผู้พิการทางสายตา ในรูปแบบของเสียงและการสั่น

1.2 ลักษณะของโครงงาน

การพัฒนาไม้เท้านำทางสำหรับผู้พิการทางสายตาในครั้งนี้ ได้ทำการแก้ไขโครงสร้างของไม้เท้าที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ในส่วนของวงจรควบคุมการทำงานของไม้เท้านั้นได้ใช้ อัลตราโซนิคในการตรวจสอบสิ่งกีดขวาง ติดตั้งอยู่กับไม้เท้า ซึ่งนำมาประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบระยะทางโดยคำนวนจากจำนวนพัลส์ของคลื่นที่ใช้เดินทางไปกลับ จากนั้นจะแสดงผลเป็นระยะทางออกมาทางจอของ LCD แล้วแสดงการเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนดในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบไปด้วยบทต่างๆที่บอกถึงรายละเอียดเกี่ยวกับไม้เท้า จำนวน 4 บท โดยแบ่งเป็นบทตอนดังนี้

บทที่ 1 เนื้อหาในส่วนของบทนำ

บทที่ 2 เป็นส่วนของแนวความคิดรวมทั้งทฤษฎีต่างๆที่ใช้ในการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานซึ่งประกอบไป คุณสมบัติพื้นฐานของคลื่น อัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น

บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง เช่น คำนวนหาค่าความถี่เรโซแนน การเชื่อมต่อกับจอLCD รวมทั้งการทำงานในวงจรส่วนต่างๆอีกด้วย

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง การทำงานในวงจรส่วนต่างๆ

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 ธรรมชาติของเสียง (Sound)

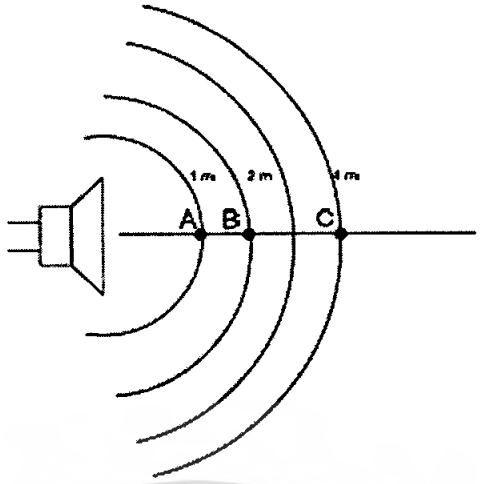
เสียงเป็นการถ่ายทอดพลังงานที่เกิดจากการสั่นของวัตถุ เช่น การสั่นของส้อมเสียง สายกีต้าร์ สายไวโอลีน ทำให้โมเลกุลของอากาศข้างเคียงได้รับพลังงานแล้วเคลื่อนที่กลับไปกลับมาหรือออสซิเลต คลื่นเสียงเป็นคลื่นกล หมายความว่า เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ ดังนั้นคลื่นเสียงไม่สามารถส่งผ่านสูญญากาศได้ นอกจากนี้คลื่นเสียงเป็นคลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) เพราะว่าโมเลกุลของตัวกลางเกิดการเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นช่วงอัดและช่วงขยาย เสียงจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางในลักษณะเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของเกลียวสปริง นั่นคือ มีการถ่ายเทพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดให้กับโมเลกุลตัวกลางที่อยู่รอบๆ นั่นคือ ทำให้โมเลกุลของอากาศเกิดการสั่นสะเทือน การเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศทำให้มีบางบริเวณมีโมเลกุลอากาศอยู่หนาแน่น นั่นคือความดันอากาศบริเวณนั้นสูงกว่าปกติ เรียกว่า ส่วนอัด และบางบริเวณมีโมเลกุลของอากาศอยู่เบาบาง นั่นคือความดันอากาศบริเวณนั้นต่ำกว่าปกติ เรียกว่า ส่วนขยาย ทั้ง 2 ส่วนเกิดสลับกันเป็นช่วง ๆ และเคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆจนถึงแหล่งรับเสียง ระยะห่างระหว่างส่วนอัด 2 ส่วนหรือส่วนขยาย 2 ส่วนที่อยู่ติดกัน เรียกว่า ความยาวคลื่นเสียง

ธรรมชาติของเสียง หมายถึง คุณสมบัติเฉพาะตัวของเสียงที่ทำให้สามารถจำแนกความแตกต่างของเสียงได้ ความแตกต่างของเสียงมีอยู่ด้วยกัน 3 ประการ คือ

1.ระดับเสียง (Pitch) คือ ความสูงต่ำของความถี่เสียงขึ้นกับความถี่ของแหล่งกำเนิด เสียงที่มีความถี่สูงจะทำให้เสียงแหลมและเสียงความถี่ต่ำจะให้เสียงทุ้ม โดยปกติหูของมนุษย์สามารถรับฟังเสียงในช่วงความถี่ 20 - 20,000 เฮิรตซ์ เสียงที่มีความถี่ต่ำหรือสูงกว่านี้จะไม่สามารถรับฟังได้ เรียกเสียงที่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ ว่าอุลตราโซนิค (Ultrasonic) ซึ่งเป็นเสียงเงียบ และเรียกเสียงที่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ เรียกว่าอินฟราโซนิค (Infrasonic) ซึ่งเป็นเงียบเช่นกัน

2. ความดังของเสียง (Loudness) คือ ความค่อย – ดังของเสียง วัดได้จากความเข้มเสียง มีหน่วยเป็นวัตต์/ตารางเมตร นั่นคือกำลังเสียงที่ตกกระทบตั้งฉากกับพื้นที่รองรับ 1 ตารางหน่วย เสียงจะดังหรือค่อยขึ้นกับแอมปลิจูด เสียงดังมีค่าแอมปลิจูดสูงกว่าเสียงค่อย แหล่งกำเนิดเสียงมักให้คลื่นออกมามีหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกลมและกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดมีค่าคงที่ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แหล่งกำเนิดเสียงที่มีหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกลม

ความเข้มเสียง ณ จุดใด ๆ คือกำลังงานของเสียงที่ตกตั้งฉากกับพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \tag{2.1}$$

เมื่อ I เป็นความเข้มของเสียง, P เป็นพลังงานของเสียง, A เป็นพื้นที่รองรับกำลังงานของเสียง เมื่อพื้นที่เป็นทรงกลม จะได้ $A = 4\pi r^2$ โดย r เป็นรัศมีของวงกลม ถ้าไม่มีการดูดกลืนกำลังของเสียงที่ออกมาจากต้นกำเนิดก็จะทำให้ได้ว่า P ในสมการที่ (2.1) ตรงบริเวณผู้สังเกตและแหล่งกำเนิดเสียงก็จะเป็นปริมาณเดียวกัน

เนื่องจากกำลังก็คือค่าของพลังงานต่อเวลา ดังนั้นถ้าให้ E เป็นพลังงานของเสียงที่แผ่ออกมาหาผู้สังเกตในเวลา t วินาทีและต้นกำเนิดกระจายเสียงเป็นรูปทรงกลมโดยผู้สังเกตยืนห่างจากต้นกำเนิดเป็นระยะ r ก็จะทำให้เขียนสมการความเข้มของเสียงได้ว่า

$$I = \frac{E}{4\pi t r^2} \tag{2.2}$$

ปริมาณที่ใช้บอกถึงความดังของเสียงอีกปริมาณหนึ่ง คือ ระดับความเข้มของเสียง โดยกำหนดว่าระดับความเข้มเสียงที่มีความเข้มเป็น I มีค่าเป็น β โดยที่

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_o} \tag{2.3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ β เป็นระดับความเข้มของเสียง มีหน่วยเป็นเดซิเบล I เป็นความเข้มเสียง และ I_o เป็นระดับความเข้มเสียงที่น้อยที่สุดที่หูมนุษย์สามารถได้ยินหรือ I_o เท่ากับ 10—12 วัตต์ / ตารางเมตร ระดับความเข้มของเสียงที่น้อยที่สุดที่ประสาทหูของคนเราจะรับรู้ได้มีค่าเป็น 0 เดซิเบล และระดับความเข้มที่มากที่สุดที่หูของคนเรารับฟังได้โดยไม่เป็นอันตรายมีค่าเป็น 120 เดซิเบล

3. คุณภาพของเสียง (Quality) คือลักษณะเฉพาะตัวของแหล่งกำเนิดเสียง มิได้หมายถึงเสียงดีหรือไม่ดี คุณภาพเสียงแต่ละคนแตกต่างกันด้วย เพราะแต่ละคนมีแหล่งกำเนิดเสียงที่สั่นด้วยความถี่ต่างกัน เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นตามยาวต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ดังนั้นอัตราเร็วของเสียงจึงไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลาง และคุณสมบัติของตัวกลาง ได้แก่ ความหนาแน่น คุณสมบัติความยืดหยุ่นของตัวกลาง และอุณหภูมิของตัวกลางนั้น ๆ โดยอัตราเร็วของเสียงในอากาศ < อัตราเร็วของเสียงในของเหลว < อัตราเร็วของเสียงในของแข็ง ตามลำดับ

อัตราเร็วของเสียงในอากาศขึ้นอยู่กับอุณภูมิ สำหรับตัวกลางที่เป็นอากาศจะได้ว่าอัตราเร็วของเสียงในหน่วย เมตร/วินาที มีค่าแปลผันตรงกับรากอันดับที่สองของอุณภูมิในหน่วยของศาเคลวิน เมื่อให้ v เป็นอัตราเร็วของเสียงในหน่วยของ เมตร/วินาที และ T เป็นอุณหภูมิของอากาศในหน่วยเคลวิน ดังสมการ

$$v \alpha \sqrt{T}$$

ถ้าให้ k เป็นค่าคงที่ของการแปรผัน ก็สามารถเขียนอสมการข้างบนได้ว่า

$$v = k\sqrt{T} \tag{2.4}$$

ที่ความดันปกติอัตราเร็วของเสียงที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 331 เมตร / วินาที เมื่อ t เป็นอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส จะได้ความสัมพันธ์ของ t และ T ดังสมการ

$$T = t + 273 \tag{2.5}$$

จากสมการที่ (2.5) ที่ 0 องศาเซลเซียสจะได้

$$331 = k\sqrt{265} \tag{2.6}$$

จากสมการที่ (2.4) ถ้าให้ V_t เป็นอัตราเร็วของเสียงที่อุณหภูมิ t ใด ๆ จะได้

$$v_t = k\sqrt{t + 273} \tag{2.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำสมการที่ (2.6) ไปหารสมการที่ (2.7) จะได้

$$v_t = 331\sqrt{1+\frac{t}{273}} \tag{2.8}$$

เมื่อกระจายพจน์ที่เป็นรากที่ 2 โดยใช้อนุกรมเทเลอร์ $(1+x)^n \approx 1+nx$ เมื่อ $|x| << 1$ จะได้

$$\sqrt{1+\frac{t}{273}} \approx 1+\frac{t}{546} \tag{2.9}$$

เมื่อแทนค่าในสมการที่ (2.9) ในสมการที่ (2.8) จะได้

$$v_t \approx 331(1+\frac{t}{546}) \tag{2.10}$$

เนื่องจาก $\frac{331}{546}$ มีค่าเท่ากับ 0.6 จึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเสียงในอากาศกับอุณหภูมิเป็นดังสมการ

$$v_t \approx 331+0.6t \tag{2.11}$$

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น ดังนั้นสมการอัตราเร็วของเสียงจึงเหมือนสมการคลื่นทั่ว ๆ ไป คือ

$$v = f\lambda \tag{2.12}$$

เมื่อ v เป็นความเร็ว (m/s) f เป็นความถี่ (Hz) และ λ เป็นความยาวคลื่น (m)

เนื่องจากเสียงมีคุณสมบัติเป็นคลื่น ดังนั้น เสียงจะมีคุณสมบัติครบ 4 ประการ คือ การสะท้อน การแทรกสอดของเสียง การหักเห และการเลี้ยวเบน ซึ่งจะได้กล่าวถึงคุณสมบัติของคลื่นแต่ละชนิดดังนี้

2.1.1 การสะท้อนของคลื่น การสะท้อนเป็นไปตามกฎการสะท้อน ซึ่งกล่าวว่า

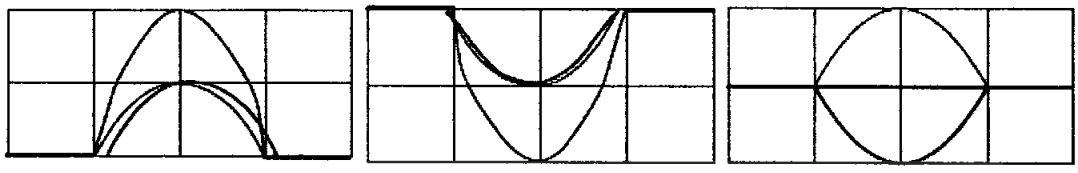
1. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบ ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นสะท้อน และเส้นแนวฉากวางตัวอยู่บนระนาบเดียวกัน

2. มุมตกกระทบเท่ากันมุมสะท้อนกฎการสะท้อนเป็นจริงเสมอ ไม่ว่าคลื่นจะเคลื่อนที่ไปกระทบแผ่นสะท้อนที่มีรูปร่างเป็นเส้นตรงหรือไม่ก็ตาม หน้าคลื่นจะเป็นคลื่นหน้าตรงหรือโค้งก็ได้ และการสะท้อนไม่ทำให้ความถี่ของคลื่นเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การแทรกสอดของคลื่น เมื่อมีคลื่นต่อเนื่องจากแหล่งกำเนิดคลื่น 2 แหล่งที่มีความยาวคลื่น ความถี่ และแอมปลิจูดเท่ากัน โดยมีเฟสตรงกันหรือตรงข้ามกันเคลื่อนที่มาพบกัน จะเกิดการซ้อนทับระหว่างคลื่นต่อเนื่องทั้งสอง

การแทรกสอดของเสียงแสดงดังรูปที่ 2.2



เกิดการแทรกสอด ระหว่างสันคลื่น (ก)

เกิดการแทรกสอด ระหว่างท้องคลื่น (ข)

เกิดการแทรกสอด ระหว่างสันคลื่น กับท้องคลื่น (ค)

รูปที่ 2.2 การแทรกสอดของเสียงแบบต่างๆ (ก) การแทรกสอดระหว่างสันคลื่น เกิดการเสริมกัน เกิดเสียงดัง (ข) การแทรกสอดระหว่างท้องคลื่นเกิดการเสริมกัน เกิดเสียงค่อย (ค) การ ข แทรกสอดระหว่างสันคลื่น กับท้องคลื่น เกิดการหักล้างกันเกิดเสียงเบาหรือเงียบ

2.1.3 การหักเหของคลื่น เมื่อคลื่นแผ่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งแล้วอัตราเร็วในการแผ่ของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน จึงทำให้แนวการแผ่ของคลื่นเปลี่ยนไป

2.1.4 การเลี้ยวเบนของคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวาง คลื่นที่กระทบสิ่งกีดขวางจะเกิดการสะท้อน แต่จะมีคลื่นอีกส่วนหนึ่งที่เคลื่อนที่แผ่อ้อมสิ่งกีดขวางไปทางด้านหลังได้ เรียกว่า เกิดการเลี้ยวเบนของคลื่น ถ้าสิ่งกีดขวางนั้น มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่น คลื่นนั้นจะเคลื่อนที่กระจายออกจากสิ่งกีดขวางไม่เกิดการเลี้ยวเบน ดังนั้นการเลี้ยวเบนจะเกิดขึ้นเมื่อสิ่งกีดขวางมีขนาดโตกว่าความยาวคลื่น

2.2 อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์

อัลตราโซนิค (Ultrasonic) หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่เกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยินโดยทั่วไป แล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงประมาณ 15 กิโลเฮิร์ตซ เท่านั้น สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นที่มีความถี่ย่านอัลตราโซนิคมาใช้ก็เพราะเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้สามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นก็จะสั้นลงถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นั้น คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตราโซนิค เช่น 40 กิโลเฮิร์ตซ จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียง 8 มม. ซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากๆ คลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบ จึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียก มีทิศทาง นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคทำให้นำไปใช้งานได้หลายอย่าง โดยความถี่ที่ใช้งานขึ้นกับการใช้งาน เช่น ถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้จะไม่เกิน 50 กิโลเฮิร์ตซ เพราะความถี่สูงขึ้นกว่านี้อากาศจะดูดกลืนเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกล โดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคกระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นๆ ได้ มีชื่อเรียกเป็นภาษาเทคนิคว่า "อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์"

ทรานสดิวเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ในทางอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนปริมาณทางฟิสิกส์ เช่น ความร้อน, ระยะทาง, เสียงและน้ำหนัก เป็นต้น ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อนำเอาสัญญาณไฟฟ้าไปประมวลผลต่อไปตัวอย่างทรานสดิวเซอร์ เช่น เทอร์โมคัปเปิ้ล, โหลดเซลล์, อัลตร้าโซนิค เป็นต้น เซ็นเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงปริมาณทางกายภาพและเป็นคำที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ที่สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลง ส่วนทรานสดิวเซอร์ใช้กับเซ็นเซอร์บวกกับวงจรที่เกี่ยวข้อง เช่น ตัวรับคลื่นอัลตร้าโซนิคหรืออัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของคลื่นเสียงแล้วเปลี่ยนพลังงานเสียงไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้และตัวส่งคลื่นอัลตร้าโซนิคหรืออัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์สามารถเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียงได้ ซึ่งตัวรับรู้ส่วนใหญ่จะเป็นทรานสดิวเซอร์ด้วย

ในปัจจุบันอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมากได้แก่ แบบเปียโซอิเล็กตริก (piezoelectric transducer) ซึ่งเป็นตัวแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล โดยมีความถี่เรโซแนนท์อยู่ค่าหนึ่ง แบบแมกนีโตสตริกตีฟ ซึ่งเป็นตัวแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่ และแบบอิเล็กโตรสตริกตีฟ ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังกล

2.2.1 ชนิดของเบียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์ (Piezoelectric transducer)

เปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบ Generation-action transducer ใช้เป็นตัวรับโดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะสามารถหาได้จากแรงดันและความถี่ที่มากระทำต่อวัตถุเปียโซอิเล็กตริก

2. แบบ Motor-action transducer ใช้เป็นตัวส่งโดยการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุที่ทำให้เกิดคลื่นอัตราโซนิคนั้นกับขนาดแอมปลิจูดและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้

2.2.2 ตัวส่งและตัวรับ

ทรานดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์ที่ใช้สารเซรามิกจะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่ง (transmitter) และตัวรับ (receiver) ตัวส่ง ก็คือทรานดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่มัน ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้ายๆ กับลำโพง ส่วนตัวรับก็คืออัลตราโซนิคที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคที่มากระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ของตัวรับจึงคล้ายๆ กับเป็น ไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

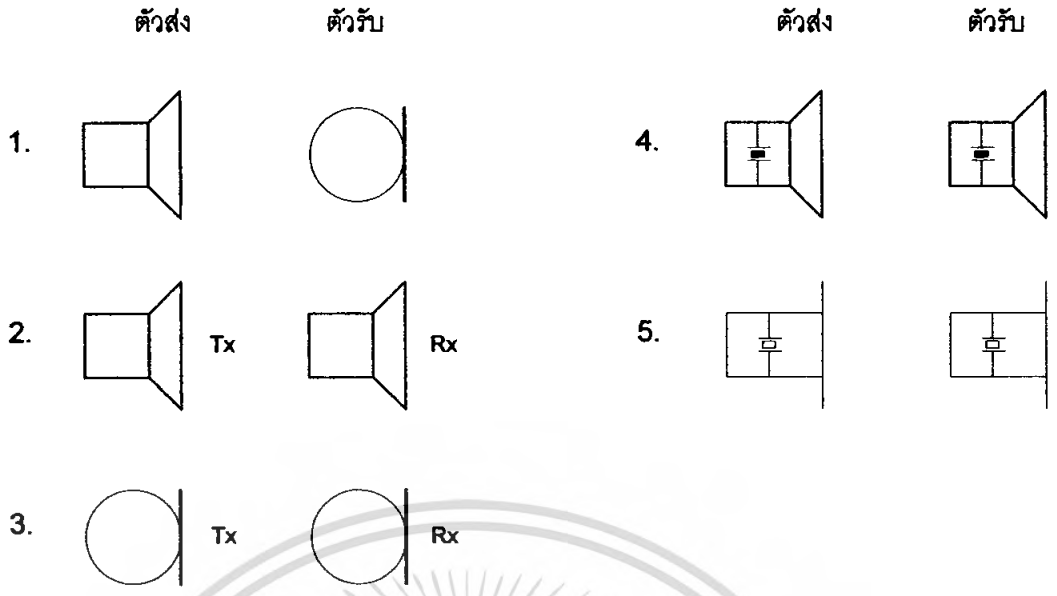
2.2.3 การทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่ง

เมื่อเซรามิกได้รับสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมตัวมัน จะทำให้สารเซรามิกโก่งงอ ซึ่งจะทำให้เกิดการอัดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นเสียงขึ้นมาดังนั้นถ้าเราป้อนสัญญาณไฟฟ้าเป็นช่วงๆ(Electrically pulse) จากออสซิลเลเตอร์ โดยทั่วไปกำลังของเอาต์พุตที่ออกมาจะตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แต่กำลังเอาต์พุตจะมีค่าสูงสุดที่ค่าโดยประมาณก็ต่อเมื่อความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิกนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆ นั้นกำลังของเอาต์พุตก็จะมีค่าลดลง ส่วนการทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับมีการทำงานตรงกันข้ามกับตัวส่ง กล่าวคือ เมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนท์ของชิ้นสารเซรามิกมากระทบจะทำให้ชิ้นสารโก่งงอไปมา ทำให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าขึ้นคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมันเองได้ คุณสมบัติโดยทั่วไปของคลื่นอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กตริกก็คือมีความต้านทานไฟตรงสูงมากอาจมีค่าสูงถึง 100M เรียกว่าถ้ามัลติมิเตอร์ธรรมดาตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูงๆ เข็มจะมากระดิกเลยแต่ในขณะที่มันทำงานค่าความต้านทานจะมีค่าลดลง

2.2.4 สัญลักษณ์ของทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

เนื่องจากทรานดิวเซอร์ตัวส่งถูกออกแบบให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ตัวมันออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านความถี่อัลตราโซนิค หน้าที่ของมันจึงคล้ายเป็นลำโพงส่วนตัวรับถูกออกแบบเจาะจงให้แปลงคลื่นเสียงในย่านความถี่อัลตราโซนิคที่มาตกกระทบตัวมันให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าทำหน้าที่จองตัวรับคล้ายเป็นไมโครโฟนด้วยเหตุนี้สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของตัวมันแบบที่ 1 ในรูปที่ 2.3 แต่ก็มีหนังสือบางเล่มเขียนสัญลักษณ์ของทั้งตัวรับและตัวส่งเป็นไมโครโฟนหรือลำโพงอย่างใดอย่างหนึ่งไปเลยดังแบบที่ 2 และ 3 แต่เขียนอักษรย่อว่า Tx (transmitter), Rx (receiver) กำกับอยู่ด้วย หรืออาจจะใช้คำพูดกำกับให้ชัดเจนไปเลยที่มีการใช้สัญลักษณ์เหมือนกันก็เพราะว่า หน้าตาของตัวส่งและตัวรับที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กันเหมือนกันแต่มีเบอร์กำกับมาด้านข้างให้รู้ว่าตัวใดเป็นตัวส่งและตัวใดตัวรับ และคุณสมบัติของทั้งสองตัวนั้นคล้ายคลึงกันมากจนสามารถนำมาใช้งานแทนกันได้โดยตรงในการใช้งานหลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิกทรานดิวเซอร์แบบต่างๆ

2.2.5 ข้อควรรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวรับและตัวส่งนั้นพอจะสรุปเป็นแนวทางการใช้งานได้ ดังนี้

1. ไม่ควรให้ทรานดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เกิดการเสียหายได้

2. ทรานสดิวเซอร์ทั่วไปที่มีขายกันอยู่นั้น จะสามารถทนแรงดันตกคร่อมตัวมันได้สูงสุดได้ไม่เกิน 20 โวลต์ ขนาดของสัญญาณที่ป้อนให้กับทรานสดิวเซอร์ก็ควรอยู่ในขีดจำกัดนี้

3. ความถี่เรโซแนนท์ (ความถี่ที่ตัวมันสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของทรานสดิวเซอร์ 40 กิโลเฮิร์ตซ ที่มีขายอยู่ทั่วไปจะผิดพลาดไม่เกิน 1 กิโลเฮิร์ตซ และมีความถี่ประมาณ 4.5 kHz สำหรับตัวส่งและตัวรับจะมีแถบความถี่ประมาณ 5 กิโลเฮิร์ตซ สำหรับตัวรับจะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะมีความกว้างกว่าตัวส่งเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจได้ว่าทรานดิวเซอร์นั้นจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ส่งออกมาจากทรานดิวเซอร์ตัวส่งได้

4. อุณหภูมิที่ใช้ในการทำงานของตัวทรานสดิวเซอร์จะอยู่ในช่วง -20 องศาเซลเซียส ถึง 60 องศาเซลเซียส

5. ทั้งทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายกันมาก กล่าวคือที่ตำแหน่งเบี่ยงเบนจากแนวแกนของตัวส่งประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดออกจากแนวแกนประมาณ 10 เดซิเบล ในทำนองเดียวกันถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวแกนที่เบี่ยงเบนออกไปจากแนวแกนของตัวรับประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดของแรงดันระยะไกลในที่โล่งแจ้ง จึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในกรณีอยู่ในห้องอาจเบี่ยงเบนจากกันได้มากหน่อย เพราะคลื่นเสียงอัลตราโซนิคสามารถสะท้อนกับกำแพงพื้นและวัตถุที่อยู่ในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าหาตัวรับได้หลายทิศทาง

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

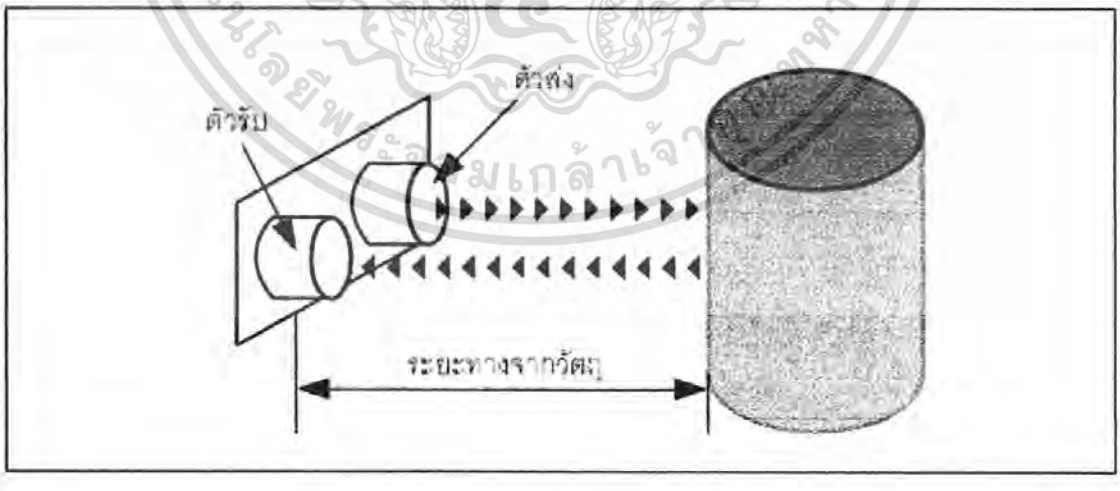
2.2.6 อัลตร้าโซนิคทรานดิวเซอร์ SRF05

SRF05เป็นแผงวงจรวัดตรวจจับและวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคที่มีความเที่ยงตรงสูงโดยสามารถวัดระยะได้ตั้งแต่ 1 เซนติเมตรไปจนถึง 4 เมตร SRF05 ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับไมโครคอนโทรเลอร์ได้ง่ายโดยใช้ขาเชื่อมต่อเพียง 1 หรือ 2 ขา ขึ้นอยู่กับการกำหนดรูปแบบการทำงานทางฮาร์ดแวร์เหมาะอย่างยิ่งกับการประยุกต์ใช้งานทางด้านหุ่นยนต์

คุณสมบัติของ SRF05

- ใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ ต้องการกระแสไฟฟ้า 30 มิลลิแอมป์
- ใช้ตัวรับและส่งคลื่นอัลตร้าโซนิค ใช้ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ในการทำงาน
- วัดระยะทางในช่วง 1 เซนติเมตร ถึง 4 เมตร
- สัญญาณพัลส์สำหรับกระตุ้นการทำงาน ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาที
- ให้ผลลัพธ์จากการวัดระยะเป็นค่าความกว้างพัลส์ซึ่งเป็นสัดส่วนกับระยะทางที่วัดได้
- มีขนาดเล็กคือ 43 มม. × 20 มม. × 17 มม. (กว้าง × ยาว × สูง)
- สามารถติดต่อได้ 2 แบบคือ แบบ 2 สัญญาณ (Echo กับ Trigger)

SRF05 จะทำการส่งสัญญาณคลื่นอัลตร้าโซนิคออกไป แล้ววัดระยะเวลาที่มีสัญญาณสะท้อนตอบกลับมา เอาต์พุตที่ได้จาก SRF05 จะอยู่ในรูปความกว้างพัลส์ซึ่งสัมพันธ์กับระยะทางของวัตถุที่ตรวจจับได้ ความถี่สัญญาณอัลตร้าโซนิคของ SRF05 คือ 40 กิโลเฮิร์ตซ ถูกส่งออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 346 เมตรต่อวินาที ดังนั้นเมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น เวลาเริ่มต้นส่งคลื่น และเวลาที่รับเสียงสะท้อนกลับมาจึงสามารถคำนวณหาค่าของระยะทางได้ ดังแสดงการตรวจจับในรูป



รูปที่ 2.4 หลักการตรวจจับวัตถุโดยคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางที่ได้นั้นจะต้องมีการคำนวณค่ากลับทางคณิตศาสตร์ เมื่อใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วถือว่าเป็นเรื่องยุ่งยากพอสมควร ดังนั้น SRF05 จึงประมวลผลค่าทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เหล่านี้ไว้เรียบร้อยแล้วจากนั้นส่ง

ผลลัพธ์ที่วัดได้ออกมาเป็นพัลส์ที่มีความกว้างสัมพันธ์กับระยะทางที่วัดได้

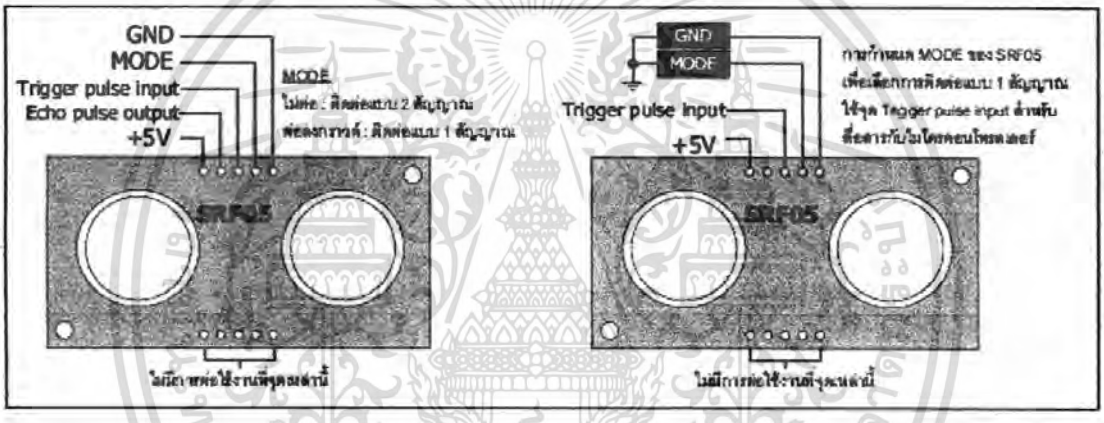
จากรูปที่ 3 กำหนดให้

R = ระยะทางจากเครื่องส่งไปยังวัตถุ

T = ช่วงเวลาที่สัญญาณสะท้อนกลับมายังตัวรับ

R = (1/2) * T * 346 (m)

ลักษณะการเชื่อมต่อ



รูปที่ 2.5 ขาสัญญาณของ SRF05 และการกำหนดโหมดทำงาน

มีจุดต่อสำหรับการใช้งานอยู่ทั้งหมด 5 จุด ตามรูปที่ 2.5

1.ขาไฟเลี้ยง (+5 โวลต์) สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

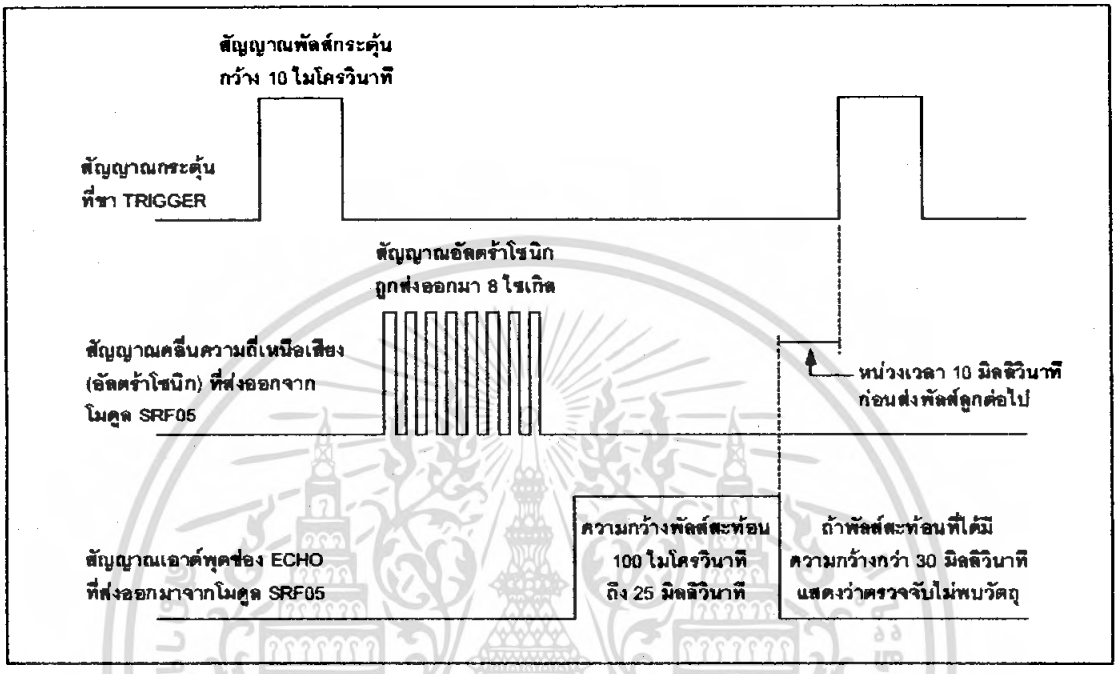
2.ขา Echo Pulse Output (ECHO) เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออกจาก SRF05 ซึ่งการใช้งานจะนำขานี้ไปต่อเข้ากับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมาเพื่อแปลความหมายออกมาเป็นระยะทางอีกครั้งหนึ่ง

3.ขา Trigger Pulse Input (Trigger) เป็ฯขาอินพุตรับสัญญาณที่มีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาทีเพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตร้าโซนิคความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ออกสู่อากาศจากตัวส่ง ดังนั้นเมื่อคลื่นความถี่ดังกล่าวเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางที่อยู่เบื้องหน้าก็จะเกิดการสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับ และถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่จะถูกส่งออกไปทางขา Echo Pulse Output นอกจากนี้ในโหมดหนึ่งสัญญาณ จะใช้จุดนี้เป็นจุดสื่อสารข้อมูลอนุกรมเพื่อส่งรับส่งค่าการวัดกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

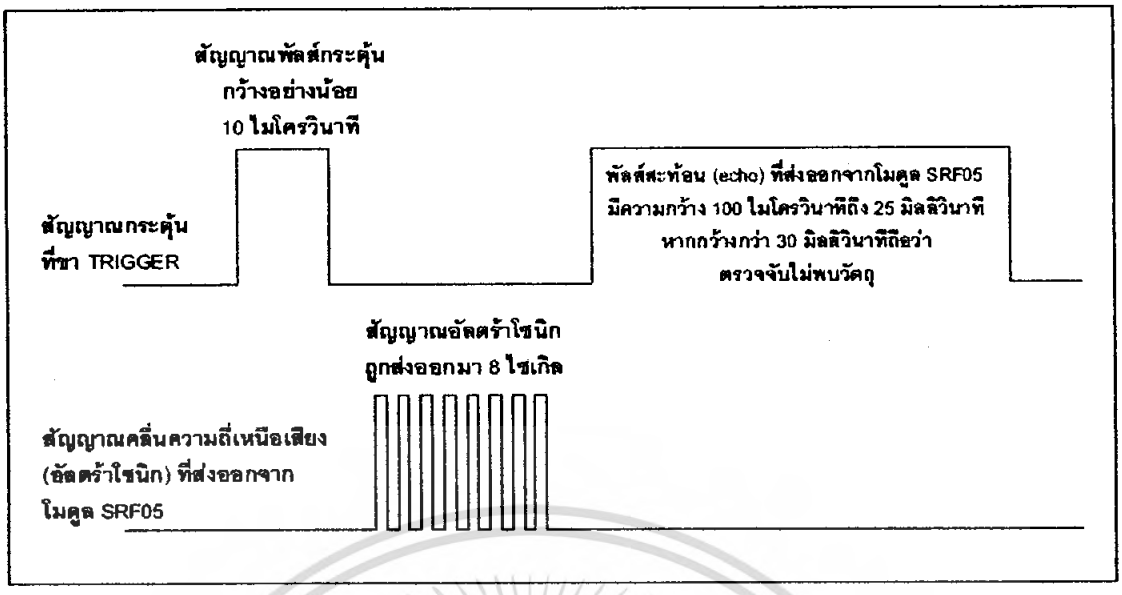
4.ขา Mode สำหรับเลือกรูปแบบการติดต่อกับ SRF-05ปล่อยลอยไว้ (nc) : เลือกให้ติดต่อแบบ 2 สัญญาณ ผ่านจุดต่อ Echo กับ Triggerต่อลงกราวน์ : เลือกให้ติดต่อแบบ 1 สัญญาณ ผ่านจุดต่อ Trigger

5.ขาGNDสำหรับต่อกราวน์Timing Diagram ของการใช้งานเซนเซอร์ทั้ง 2 วิธีคือ กรณีติดต่อแบบ 2 สัญญาณ และ กรณีติดต่อแบบสัญญาณเดียว



รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมเวลาแสดงสัญญาณที่ส่งไปยัง SRF05 และสัญญาณที่ตอบรับกลับมา SRF05 ในกรณีติดต่อแบบ 2 สัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ไดอะแกรมเวลาแสดงสัญญาณที่ส่งไปยัง SRF05 และสัญญาณที่ตอบรับกลับมา SRF05 ในกรณีติดต่อแบบ 1 สัญญาณ

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์อีกเบอร์หนึ่งของตระกูล PIC (Peripheral Interface Controller) ในปัจจุบันซึ่งมีศักยภาพในการทำงานสูงและในคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นี้คือเพียบพร้อมไปด้วยศักยภาพหรือฟังก์ชั่นในการใช้งานต่างๆ ไว้ในตัวมันเอง เช่น มีโมดูล (Module) แปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล (Analog To Digital Converter), USART, SPI, I^{2}C, PWM อื่นๆ มีโมดูลที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่คือ Can Model, ECCP ซึ่งเป็นคุณสมบัติใหม่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC โดยมีในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 และเบอร์อื่นๆ ของ PIC18FXXX และยังเหมาะสมต่อการใช้งานตรงที่หน่วยความจำโปรแกรมเป็นหน่วยความจำแบบแฟลช (Flash Program Memory) ซึ่งสามารถเขียนและลบข้อมูลได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้าได้นับหลายพันครั้ง ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นี้ในเรื่องของความเร็ว PIC18F458 สามารถทำงานได้ที่ความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงถึง 40 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) มีวงจร PLL(Phase Lock Loop) ซึ่งเป็นวงจรคูณความถี่อยู่ภายในโดยสามารถเลือกโดยการโปรแกรมทางซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถคูณค่าความถี่ที่รับเข้ามาได้ถึง 4 เท่าของสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกทั้งยังทำงานในลักษณะของไปป์ไลน์ (Pipe Line) ทำให้มีความเร็วในการทำงานมากกว่าซีพียูทั่วไปที่มีค่าความถี่เดียวกัน โดยลักษณะการทำงานจะใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 หรือ 2 ไซเคิล (Cycle) ต่อคำสั่งเท่านั้น และหน่วยความจำไม่ถูกแบ่งเป็นเพจ (Page) อีกต่อไปในการเขียนโปรแกรมจึงง่ายโดยไม่ต้องเลือกแบงก์ (Bank)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

สามารถสรุปคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 ได้ดังต่อไปนี้

1. มีชุดคำสั่ง 75 คำสั่ง
2. ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduce Insturction Set Computer)
3. เป็นซีพียู 16 บิต
4. หน่วยความจำ SRAM 1536 ไบต์ (Byte)
5. หน่วยความจำโปรแกรม 32 กิโลไบต์ (KByte)
6. หน่วยความจำอีอีพรอม 256 ไบต์
7. รับความถี่สัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ไฟตรงถึง 40 เมกะเฮิรตซ์
8. มีวงจร PLL (Phase Lock Loop) ภายในคูณค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกา 4 เท่าของสัญญาณอินพุต
9. ตอบสนองการอินเตอร์รัพต์ (Intertupt) ได้ถึง 21 แหล่ง
10. มีขารับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก 3 ขา คือ RB0/INT0, RB1/INT1, RB2/INT2
11. เลือกลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพต์จากจากอุปกรณ์ต่อพ่วงได้
12. กระแสซิงก์(Synchronous) และซอร์ส(Source) ของพอร์ต(Port) สูงสุด 25 มิลลิแอมป์
13. มีโมดูลไทเมอร์ 4 ตัวดังนี้
    - 13.1 ไทเมอร์ 0 ขนาด 8/16 บิต เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์พร้อมปรีสเกลเลอร์ 8 บิต
    - 13.2 ไทเมอร์ 1 ขนาด 16 บิต เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์พร้อมปรีสเกลเลอร์ 8 บิต
    - 13.3 ไทเมอร์ 2 ขนาด 8 บิต มีปรีสเกลเลอร์ โพสต์สเกลเลอร์ และรีจิสเตอร์คาบเวลา (Period Register) เป็นตัวเปรียบค่ากับไทเมอร์ 2 อยู่ภายในตัว
    - 13.4 ไทเมอร์ 3 ขนาด 16 บิต เป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์
14. มีโมดูล CCP(Capture/Compare/PWM) 1 ชุด ส่วนตรวจจับสัญญาณ (Capture) ขนาด 16 บิต ความละเอียดสูงสุด 6.25 นาโนวินาที ส่วนเปรียบเทียบสัญญาณ (Compare) ความละเอียดสูงสุด 100 นาโนวินาที และส่วนวงจรมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (Pulse Width Modulation : PWM) ความละเอียดสูงสุดถึง 10 บิต
15. มีโมดูล ECCP (Enhanced Capture/Compare/PWM) 1 ชุด ทำงานคล้ายกับโมดูล CCP แต่จะต่างกันตรงที่จะใช้งานในการควบคุมมอเตอร์
16. มีโมดูล MSSP (Master Synchronous Serial Port) ใช้งานเป็นวงจรเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมทำงานได้ 2 โหมด คือ SPI และ I^2C
17. มีโมดูลสื่อสารอนุกรม USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter)
18. มีโมดูลแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter) อยู่ภายในความระเอียด 8 บิต 8 แชนแนล
19. มีโมดูลเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอก(Comparator Voltage Referent Module) ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. สามารถเลือกโหมดการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection)

21. ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2.0V ถึง 5.5V

22. สามารถโปรแกรมด้วยแรงดันไฟต่ำได้ LVP (Low Voltage Programming)

23. ฟังก์ชั่นการโปรแกรมเป็นแบบ ICSP (In Circuit Serial Programming)

24. มีเพาเวอร์ออนรีเซต (Power On Reset : POR) เพาเวอร์อัพไทเมอร์(Power Up Timer : PWRT) และ ออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัพไทเมอร์ (Oscillator Start Up Timer : OST)

25. มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ (Watch Dog Timer : WDT) ทำให้มีความเชื่อมั่นในการทำงานสูง

26. มีโหมดการประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)

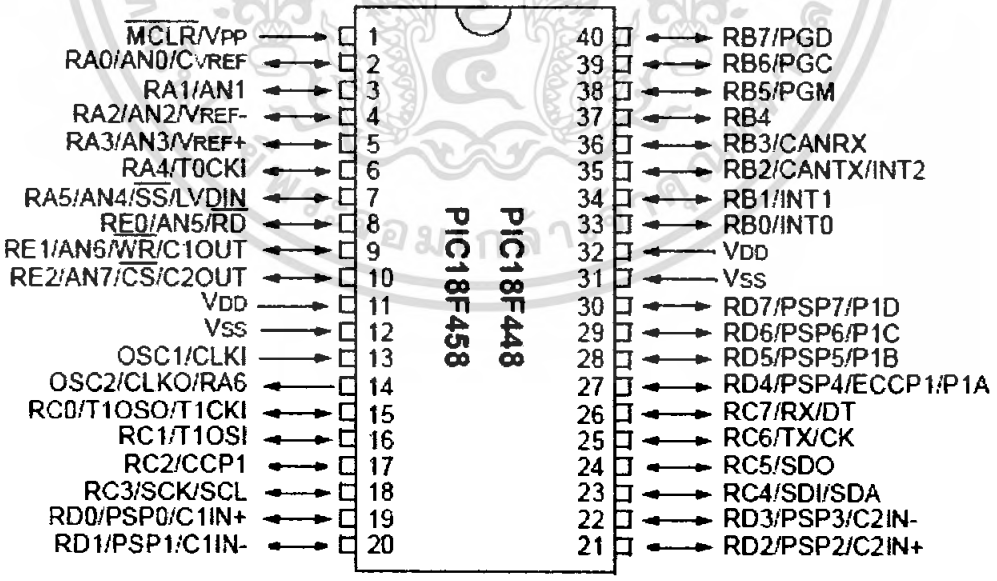
27. มีฟังก์ชั่นตรวจสอบแรงดันไฟเลี้ยง (Brown Out Reset : BOR)

28. มีสแต็ก(Stack) 31 ระดับ

29. มีพอร์ตอินพุตเอาต์พุต 5 พอร์ต คือ A, B, C, D และ E รวมแล้วพอร์ตการใช้งานทั้งหมด 34 บิต โดยพอร์ต A มีจำนวน 7 บิต คือ RA0 - RA6 พอร์ต B มี 8 บิต คือ RB0 – RB7 พอร์ต C และ D มีจำนวน 8 บิต คือ RC0 – RC7 และ RD0 – RD7 พอร์ต E มีจำนวน 3 บิต คือ RE0 – RE2

2.3.2 การจัดขาของ PIC18F458

PIC18F458 มีขาทั้งหมด 40 ขาในตัวถังแบบ PDIP และ 44 ขาตัวถังแบบ TQFP ซึ่งแต่ละขาจะมีหน้าที่การใช้งานแตกต่างกันออกไปและมีขนาดขาอินพุตและเอาต์พุตทั้งหมด 34 ขา ซึ่งทั้ง 34 ขา สามารถเลือกใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตได้หมด ดังรูปที่ 2.8 แสดงการจัดขาตัวถังแบบ PDIP



รูปที่ 2.8 การจัดขาของ PIC18F458 ในตัวถังแบบ PDIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติและขาต่างๆของ PIC18F458

ขาสัญญาณ	ขาที่	ชนิดของขา	ชนิดของบัฟเฟอร์	รายละเอียด
OSC1/CLK1	9	I	ST	ขารับสัญญาณนาฬิกาหลักจากภายนอก
OSC2/CLK OUT	14	O	ST	เป็นขารับสัญญาณนาฬิกา(1/4 ของ OSC1) ใช้ต่อร่วมกับขา OSC1 ในโหมดXTถ้าใช้โหมดสัญญาณนาฬิกาแบบRCขานี้ปล่อยลอยไว้
MCLR/VPP	1	I / P	ST	ขารีเซตหลัก/ขารับสัญญาณในการใช้โปรแกรม
RA1/AND/CVREF	2	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอกช่อง AN0 / เอาต์พุตแรงดันอ้างอิงของโมดูลอ้างอิง
RA1/AN1	3	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอกช่อง AN1
RA2/AN2/VREF-	4	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอกช่อง AN2/ขาสัญญาณ
RA3/AN3/VREF+	5	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอกช่อง AN3/ขาสัญญาณ
RA4/TOCK1	6	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/สัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 0
RA5/AN4/SS/ LVDIN	7	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตวงจรเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอกช่อง AN4/ขาสัญญาณSlave Select ในการสื่อสารแบบซิงโครนัส
RB0/INT0	34	I / O	TTL / ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขารับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก INT0
RB1/INT1	35	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขารับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก INT1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) คุณสมบัติและขาต่างๆของ PIC18F458

ขาสัญญาณ	ขาที่	ชนิดของขา	ชนิดของบัฟเฟอร์	รายละเอียด
RB2/CANTX/INT2	36	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาที่ใช้ในการส่งข้อมูลใน Can Module/ขารับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอก INT2
RB3/CANRX	37	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้ในการรับข้อมูลในระบบ Can Module
RB5/PGM	38	I / O	TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาสัญญาณในการโปรแกรมด้วยแรงดันไฟต่ำ
RB6/PGC	39	I / O	TTL/ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณนาฬิกาในการโปรแกรม
RB7/PGD	40	I / O	TTL/ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากการเปลี่ยนแปลงสถานะของขาสัญญาณนาฬิกาในการโปรแกรม
RC0/T1OSC0/ TICK1	15	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาเอาต์พุตออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์1/ขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์1
RC1/T1OSI	16	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตออสซิลเลเตอร์ของไทเมอร์1
RC2/CCP1	17	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาสัญญาณ (Capture1 Input/Compare1 Input/PWM1 Input)
RC3/SCK/SCL	18	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตของสัญญาณนาฬิกาในการสื่อสารแบบซิงโครนัส/ขาสัญญาณนาฬิกาในโหมด I^2C และ SPI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

83282

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) คุณสมบัติและขาต่างๆของ PIC18F458

ขาสัญญาณ	ขาที่	ชนิดของขา	ชนิดของบัฟเฟอร์	รายละเอียด
RC4/SD1/SDA	23	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตสัญญาณข้อมูลในโหมด SPI/เอาต์พุตสัญญาณข้อมูลในโหมด I^2C
RC5/SD0	24	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาสัญญาณเอาต์พุตในโหมด SPI
RC6/TX/CK	25	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาสัญญาณส่งข้อมูลในกรสื่อสาร USART/ ขาสัญญาณนาฬิกาในโหมดการสื่อสารแบบซิงโครนัส
RC7/RX/DT	26	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาสัญญาณรับข้อมูลในกรสื่อสาร USART/ ขาสัญญาณข้อมูลโหมดการสื่อสารแบบซิงโครนัส
RD0/PSP0/C1IN+	19	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานในพอร์ตขนานติดต่อกันระบบบัสไมโครโปรเซสเซอร์
RD1/PSP1/C1IN	20	I / O	ST	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานในพอร์ตขนานติดต่อกันระบบบัสไมโครโปรเซสเซอร์
RD2/PSP2/C2IN+	21	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานในพอร์ตขนานติดต่อกันระบบบัสไมโครโปรเซสเซอร์
RD0/PSP0/C1IN+	19	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานเป็นพอร์ตขนาน(Parallel Slave Port : PSP)/ขาอินพุตC1IN+ของโมดูลเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอก
RD1/PSP1/C1IN-	20	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานเป็นพอร์ตขนานขาอินพุตC1IN-ของโมดูลเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) คุณสมบัติและขาต่างๆของ PIC18F458

ขาสัญญาณ	ขาที่	ชนิดของขา	ชนิดของบัฟเฟอร์	รายละเอียด
RD2/PSP2/ C2IN+	21	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานเป็นพอร์ตขนานขาอินพุC2IN+ของโมดูลเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอก
RD3/PSP3/C2IN-	22	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานเป็นพอร์ตขนานขาอินพุC2IN-ของโมดูลเปรียบเทียบแรงดันแอนาลอก
RD4/PSP4/ ECCP1/P1A	27	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานเป็นพอร์ตขนานขาสัญญาณในโมดูลECCP ช่องที่P1A
RD5/PSP5/P1B	28	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานเป็นพอร์ตขนานขาสัญญาณในโมดูลECCP ช่องที่P1B
RD6/PSP6/P1C	29	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานเป็นพอร์ตขนานขาสัญญาณในโมดูลECCP ช่องที่P1C
RD7/PSP7/P1D	30	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาใช้งานเป็นพอร์ตขนานขาสัญญาณในโมดูลECCP ช่องที่P1D
RE0/AN5/RD	8	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตแอนาลอกช่องที่AN5/ขาควบคุมการอ่านในโหมด PSP
RE1/AN6/WR/ C1OUT	9	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตแอนาลอกช่องที่AN6/ขาควบคุมการอ่านในโหมด PSP
RE2/AN7/CS/ C2OUT	10	I / O	ST/TTL	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต/ขาอินพุตแอนาลอกช่องที่AN7/ขาควบคุมการอ่านในโหมด PSP
V_{CC},V_{SS}	11,12	-	-	ขาต่อไฟเลี้ยงบวก2-6V,ขา12 ต่อกราวด์

หมายเหตุ : I = อินพุต I / P = อินพุต / เอาต์พุต ST = วงจรชมิตต์ทริกเกอร์
O = เอาต์พุต TTL = วงจรทีทีแอล P = เพาเวอร์

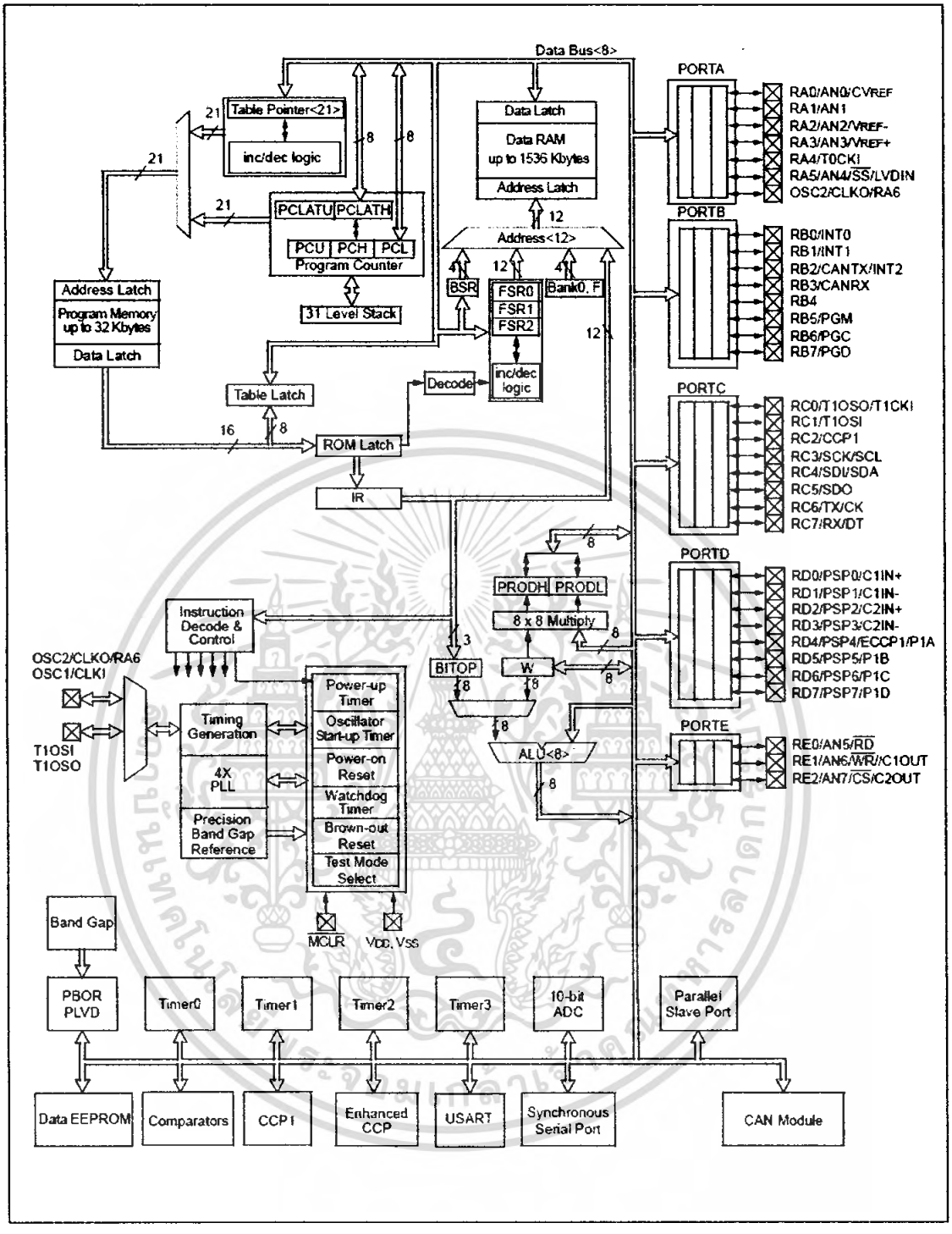
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 สถาปัตยกรรมและโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาสถาปัตยกรรมมาจากเบอร์อื่นๆ ของตระกูล PIC เช่น PIC16F877 ซึ่งถือว่ามีคุณสมบัติใกล้เคียงกันกับ PIC18F458 แต่จะต่างกันตรงมีฟังก์ชั่นและโมดูลต่างๆที่เพิ่มเติมเข้ามาและที่เห็นได้ชัดคือ PIC18F458 นั้นเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิต ที่มีชุดคำสั่งทั้งหมด 75 คำสั่ง ซึ่งยังไม่รวมคำสั่งไดเร็กทีฟที่มากับโปรแกรม MPLAB ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีสถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด (Harvard Architecture) โดยมีลักษณะของสถาปัตยกรรมแบบนี้จะเป็นการแยกหน่วยความจำข้อมูลออกจากกันทำให้การทำงานได้เร็วขึ้นและนอกจากการจัดสถาปัตยกรรมแบบนี้แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ยังมีลักษณะเด่นอีกอย่างหนึ่งคือมีการทำงานเป็นแบบไปป์ไลน์ (Pipe Line) ซึ่งลักษณะการทำงานคือสามารถเฟตช์(Fetch) คำสั่งถัดไปได้ในขณะที่กำลังเอ็กซิคิวต์ (Execute) อยู่ จึงทำให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 มีการทำงานที่เร็วขึ้นโครงสร้างจะมีบางส่วนที่คล้ายคลึงกับ PIC16F887 สิ่งที่เพิ่มเติมเข้ามาก็คือระบบ Can Module , ECCP และยังทีไทเมอร์เพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งตัวมีขนาด 16 บิต คือไทเมอร์ 3 รวมแล้วเป็นจำนวน 4 ตัวและหน่วยความจำก็ได้เพิ่มขนาดขึ้นด้วย โดยPIC16F877 มีหน่วยความจำโปรแกรมเพียง 8 กิโลไบต์ หน่วยความจำข้อมูล 368 กิโลไบต์ ส่วน PIC18F458 มีมาถึง 32 กิโลไบต์และมีหน่วยความจำข้อมูล 1536 ไบต์ สำหรับหน่วยความจำอีอีพรอมยังคงเท่าเดิมคือ 256 กิโลไบต์ สถาปัตยกรมและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC โดยรวมแล้วจะมีส่วนการทำงานพื้นฐานที่เหมือนกัน รูปที่ 2.9 ได้แสดงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มจากการป้อนไฟเลี้ยงและป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ตัวมันจากนั้นซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม เพื่อที่จะอ่านข้อมูลคำสั่งแล้วทำงานตามคำสั่งที่บรรจุอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรม เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามคำสั่งที่กำหนดให้ข้อมูลของชุดคำสั่งจะถูกนำไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register) จากนั้นจะถูกส่งไปยังวงจรถอดรหัสเพื่อทำการควบคุมไทเมอร์ทั้งหมดภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นอกจากนี้ยังส่งไปควบคุมหน่วยคำนวนทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit : ALU) โดยผ่านทางด้านวงจรมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) ด้วยการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เป็นหน้าที่ของส่วนกำเนิดจังหวะการทำงาน (Timing Generation) ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กับไทเมอร์ 3 ตัว ออสซิลเลเตอร์ สตาร์ตอัปไทเมอร์ วอตช์ด็อกไทเมอร์ และเพาเวอร์อัพไทเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 โหมดสัญญาณนาฬิกา

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 สามารถเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ซีพียูได้8 โหมด การกำหนดให้เป็นโหมดต่างๆนั้นสามารถกระทำได้ที่รีจิสเตอร์กำหนดค่าการทำงาน (Configuration Bit) โดยกำหนดที่บิต FOSC2,FOSC1 และ FOSC0

LP: ใช้สัญญาณนาฬิกาจากคริสตอลกำลังงานต่ำ

XT: ใช้สัญญาณนาฬิกาจากคริสตอลแบบเรโซเนเตอร์

HS: ใช้สัญญาณนาฬิกาจากคริสตอลความเร็วสูง

HS4: ใช้วงจร PLL ภายใน คูณค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกา จากความถี่สัญญาณนาฬิกาอินพุต 4 เท่า โดยใช้ร่วมกับคริสตอลความเร็วสูง

RC: ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวต้านทานและตัวเก็บประจุต่อภายนอก

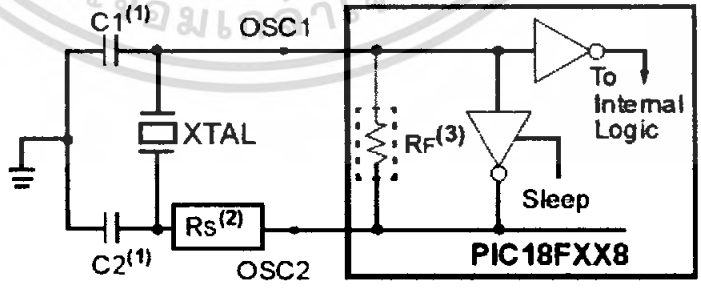
EC: ใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก

RCIO: ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวต้านทานและตัวเก็บประจุต่อภายนอกแต่โหมดนี้จะสามารถใช้งานขา OSC2 เป็นขาอินพุตเอาต์พุตได้

ECIO: ใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกป้อนที่ขา OSC1 แต่โหมดนี้จะสามารถใช้งานขา OSC2 เป็นขาอินพุตเอาต์พุตได้

1. การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้คริสตอล

โหมดสัญญาณนาฬิกา LP,XT,HS และ HS4 จะมีลักษณะของการต่อเหมือนกันแต่จะต่างกันตรงที่ชนิดของคริสตอลที่ใช้ ส่วนการต่อใช้งานแบบนี้จะไม่สามารถนำขา OSC2 ไปใช้งานเป็นขาอินพุตเอาต์พุตได้ ถ้าหากต้องการนำขา OSC2 ไปใช้งาน จะต้องใช้คริสตอลที่มีโมดูล คือมีตัวเก็บประจุและตัวต้านทานอยู่ภายใน ซึ่งการใช้งานเพียงต่อไฟเลี้ยงให้เพียงเท่านั้น แลวก็สามารถนำขา OSC2 ไปใช้งานได้ โดยที่ขานี้จะมีความถี่ของOSC1/4 ประโยชน์ก็คือสามารถนำขา OSC2 ไปใช้งานเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับอุปกรณ์อื่นๆได้



รูปที่ 2.10 การต่อคริสตอลแบบเรโซเนเตอร์

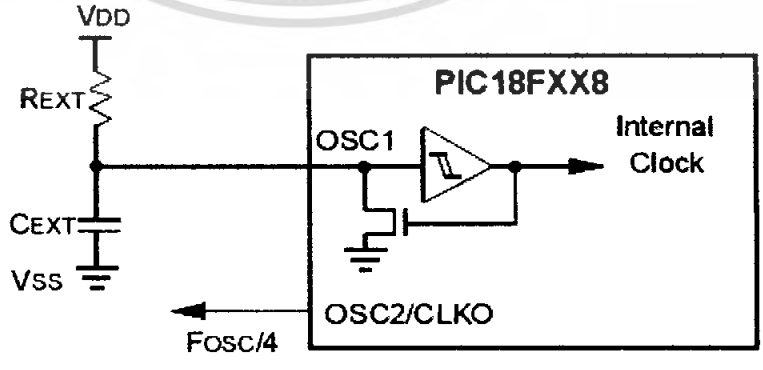
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ค่าของตัวเก็บประจุที่ใช้กับคริสตอลออสซิเลเตอร์แบบต่างๆ

ชนิดคริสตอลที่ใช้	ความถี่	C1	C2
LP	32.0KHz	33.0pF	33.0pF
	200.0 KHz	15.0 pF	15.0 pF
XT	200.0KHz	47.0-68.0 pF	47.0-68.0 pF
	1.0MHz	15.0 pF	15.0 pF
	1.0MHz	15.0 pF	15.0 pF
HS	4.0MHz	15.0 pF	15.0 pF
	4.0MHz	15.0-33.0 pF	15.0-33.0 pF
	20.0MHz	15.0-33.0 pF	15.0-33.0 pF
	25.0MHz	15.0-33.0 pF	15.0-33.0 pF

2. โหมดการป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ RC และ RCIO

การต่อออสซิเลเตอร์ในโหมดนี้จะต่อใช้งานเพียงขาเดียวคือขา OSC1 ซึ่งการต่อใช้งานในโหมดนี้จะไม่เป็นที่นิยมเท่าไหร่ เนื่องด้วยการใช้งานโหมดนี้มีข้อเสียในเรื่องของอุณหภูมิซึ่งเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานผิดพลาดได้ โดยเฉพาะในงานที่ต้องการความเที่ยงตรงของเวลา การใช้ออสซิเลเตอร์แบบนี้จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ แต่ข้อดีของการใช้ออสซิลเตอร์แบบนี้คือประหยัดและหาซื้อได้ง่าย ส่วนใหญ่ในโหมดของ RCIO จะสามารถนำขา RA6 ไปใช้งานเป็นขาอินพุตเอาต์พุตปกติได้ การต่อใช้งานแสดง ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งจะมีตัวต้านทานและตัวเก็บประจุทำหน้าที่กำหนดค่าความถี่ โดยค่าตัวต้านทาน Rext ที่นำมาใช้นั้นจะอยู่ระหว่าง 4-100 กิโลอห์ม ตัวเก็บประจุ Cext ที่ใช้งานได้จะต้องมากกว่า 20 pF ขึ้นไป

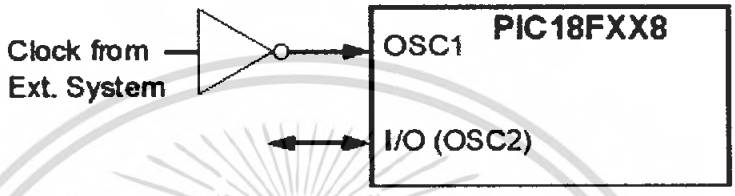


รูปที่ 2.11 การต่อออสซิเลเตอร์แบบ RC และ ECIO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โหมดการป้อนสัญญาณนาฬิกาแบบ EC และ ECIO

การทำงานในโหมดนี้จะเป็นการรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกผ่านทางขา OSC1 ซึ่งขา OSC2 จะปล่อยลอยไว้ ส่วนขา RA6/OSC2 จะมีสัญญาณนาฬิกาออกมาที่ขานี้เท่ากับความถี่สัญญาณนาฬิกาอินพุตหารด้วย 4 สามารถนำสัญญาณนาฬิกาจากขา OSC2 ไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ใช้ในการสื่อสารซิงโครนัส (Synchronize) และอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ แต่โหมด ECIO นั้นจะต่างกันตรงที่จะสามารถนำขา RA6/OSC2 ไปใช้เป็นขาอินพุตเอาต์พุตปกติได้ รูปที่ 2.12 แสดงการเชื่อมต่อออสซิเลเตอร์แบบ EC และ ECIO



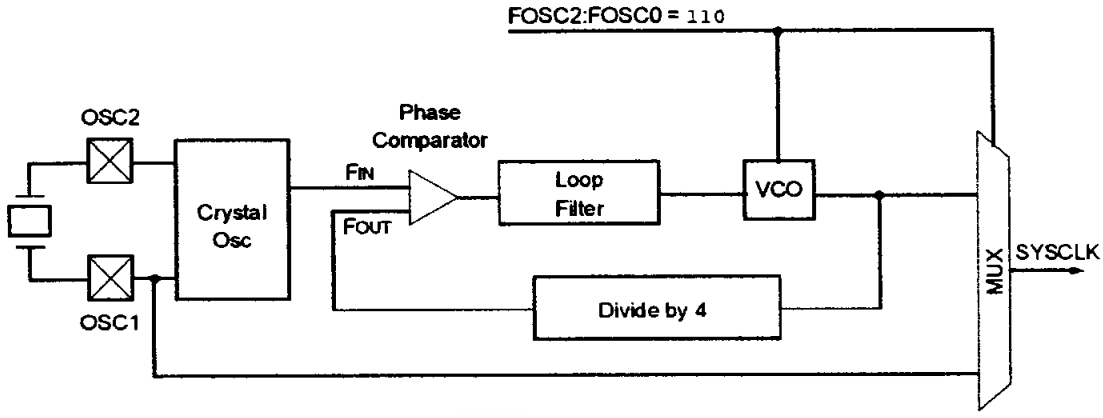
รูปที่ 2.12 ออสซิเลเตอร์แบบ EC และ ECIO

4. โหมดการป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้วงจร PLL (Phase Lock Loop)

โหมดนี้เพิ่มเติมเข้ามาใหม่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ของตระกูล PIC บางเบอร์เท่านั้น ซึ่งมีในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 การใช้งานในโหมดนี้เริ่มจากการป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ซีพียูโดยใช้วิธีต่อแบบ คริสตรอลออสซิเลเลเตอร์จากกำหนดค่าให้โหมด PLL (Phase Lock Loop) ทำงานโดยการกำหนด Configuration Bit ที่บิต OSC1-OSC2 และในซอฟต์แวร์โปรแกรมซีพียู เช่น

โปรแกรม Epic Win ในฟังก์ชั่น HS4 และที่โปรแกรมโดยซีพียูเองจะมีวงจร PLL อยู่ภายในทำการคูณความถี่ให้ โดยมีค่าเท่ากับสัญญาณนาฬิกาที่อินพุตคูณด้วย 4 เช่น ป้อนสัญญาณนาฬิกามีค่าเท่ากับ 10 เมกะเฮิรตซ์ เมื่อผ่านวงจรเฟสล็อกลูปก็จะได้ค่าความถี่ออกมาเป็น 40 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งคุณสมบัติแบบนี้จะไม่มีใน PIC16F877 ซึ่งการทำงานของซีพียูจะอาศัยสัญญาณนาฬิการะบบ (Buss Clock) เป็นจุดอ้างอิงในการทานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีค่าเท่ากับ 1 หาร 4 ของสัญญาณนาฬิกาอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 บล็อกคะแกรมการทำงานของวงจร PLL (Phase Lock Loop)

2.3.5 การรีเซตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

การรีเซตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 สามารถเกิดได้หลายดังต่อไปนี้

- การรีเซตที่ขึ้นเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้ซีพียู (Power On Reset : POR)
- การรีเซตจากขารีเซตหลัก (MCLR)
- การรีเซตจากขา MCRL ในระหว่างการทำงานในโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
- การรีเซตจาดวอตช์ด็อกไทม์เมอร์ (Watchdog Timer : WDT)
- การรีเซตของวอตช์ด็อกไทม์เมอร์ ที่ทำให้เกิดเวคอัพ (Wake Up) ในขณะที่อยู่ในโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
- การรีเซตที่เกิดจากวงจรตรวจสอบแรงดันต่ำ (Brown Out Reset : BOR)

1. เพาเวอร์ออนรีเซต (Power On Reset : POR)

การรีเซตแบบนี้จะเกิดขึ้นเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับซีพียูโดยจะเกิดรีเซตขึ้นหากพบว่ามีการจ่ายไฟให้กับตัวซีพียูอยู่ในระดับที่ซีพียูไม่สามารถทำงานได้ โดยปกติแล้วจะอยู่ในช่วง 1.2 ถึง 1.7 โวลต์ โดยในการรีเซตแบบนี้ถือว่ามีความสำคัญสูงสุดเนื่องจากเป็นการรีเซตลำดับแรกสุด ถ้าหากไม่มีการจ่ายไฟให้แก่ซีพียูก็จะไม่เกิดการรีเซตแบบนี้ขึ้น

2. เพาเวอร์อัพไทม์เมอร์ (Power Up Timer : TWRT)

เมื่อเกิดเพาเวอร์ออนรีเซตจะมีไทม์เมอร์ตัวหนึ่งภายในทำงาน ไทม์เมอร์ตัวนั้นก็คือเพาเวอร์อัพไทม์เมอร์ จะเป็นตัวกำหนดคาบเวลาการเกิดไทม์เอาต์ไว้ที่ 72 มิลลิวินาที หลังการเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รอให้ส่วนต่างๆของซีพียูพร้อมที่จะทำงานก่อนที่จะมีการเกิดรีเซตเกิดขึ้น สำหรับการปิดการทำงานของเพาเวอร์อัพไทม์เมอร์ตัวนี้สามารถกระทำได้ที่รีจิสเตอร์ Configuration ที่บิต Pwrte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ออสซิเลเตอร์สตาร์ตอัพไทม์เมอร์ (Oscillator Start Up Timer : OST)

ออสซิเลเตอร์แบบนี้จะทำหน้าที่หน่วงเวลาในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ไปอีก 1024 ไซเคิล จากอินพุตที่ขาสัญญาณนาฬิกา OSC1 โดยจะเกิดขึ้นหลังในส่วนการเกิดเพาเวอร์อัพไทม์เมอร์ (หากมีการเปิดการทำงานไว้) ทั้งนี้เพื่อที่จะให้แน่ใจว่าส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา หรือวงจรออสซิเลเตอร์นั้นทำงานได้คงที่หรือมีเสถียรภาพพอแล้ว โดยการทำงานในส่วนนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเราเลือกใช้โหมดสัญญาณนาฬิกาแบบ LP XT และ HS และเมื่อการใช้งานเพาเวอร์ออนรีเซต หรือเมื่อเกิดการเวคอัพ (Wake Up) จากการทำงนในโหมดสลีป (Sleep Mode)

4. บราวเอาต์รีเซต (Brown Out Reset : BOR)

บราวเอาต์รีเซตนี้จะทำหน้าที่รีเซตซีพียูขณะที่ไปเลี้ยงจ่ายให้ซีพียูตกลงจนต่ำ แรงดันที่กำหนดไว้ (VBOR) โดยปกติแล้วจะอยู่ที่ 4 โวลต์ โดยหากมีการตรวจพบว่าแรงดันที่ไฟเลี้ยง VDD มีขนาดลดต่ำลงกว่าแรงดันที่ VBOR เป็นเวลานานเกิน 100 นาโนวินาที กระบวนการรีเซตของซีพียูก็จะไม่เกิดขึ้น สำหรับประโยชน์ของการรีเซตแบบนี้ คือจะช่วยแก้ปัญหาการทำงานที่ผิดพลาดของซีพียูที่เกิดจากแรงดันที่ไม่คงที่เมื่อเกิดการรีเซตจากบราวเอาต์รีเซตสภาวะรีเซตนี้จะยังคงค้างอยู่จนกว่าแรงดันที่ไฟเลี้ยง VDD จะมีค่ามากกว่าแรงดัน VBOR แล้วจะเกิดการหน่วงเวลาไปอีก 72 มิลลิวินาที จากวงจรเพาเวอร์อัพไทม์เมอร์ หากมีการเปิดการทำงานของเพาเวอร์อัพไทม์เมอร์เอาไว้ โดยปกติสามารถกระทำได้โดยผ่านทางซอฟต์แวร์ก่อนการโปรแกรม สำหรับโปรแกรมดังกล่าวที่มีฟังก์ชั่นนี้ เช่น โปรแกรม Epic Win ซึ่งในช่วงระหว่างการหน่วงเวลา 72 มิลลิวินาที ของเพาเวอร์อัพไทม์เมอร์นี้ หากแรงดัน VDD ตกลงต่ำกว่า VBOR อีก การทำงานของบราวเอาต์รีเซตนี้ ก็จะถูกทำการรีเซตกลับไปเริ่มใหม่ทันที

2.3.6 ลำดับการเกิดไทม์เอาต์ (Timer Out Sequence)

จากการทำงานในส่วนต่างๆกว่าที่ซีพียูจะเกิดรีเซตได้นั้นจะต้องผ่านขั้นตอนต่างๆหลายขั้นตอน นั้นก็เพื่อให้การทำงานของซีพียูถูกต้องแม่นยำและมีเสถียรภาพในการทำงานมากขึ้น ในตารางที่ 2.3 แสดงค่าเวลาที่เกิดขึ้นจากการรีเซตของซีพียูในแต่ละแบบ โดยหลังจากการเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต หากทำการปิดการทำงานของเพาเวอร์อัพไทเมอร์สัญญาณรีเซตหน่วงเวลาไปอีกเป็นเวลา 72 มิลลิวินาที หลังจากนั้นภาคออสซิเลเตอร์สตาร์ทอัพไทเมอร์จะหน่วงเวลาของออสซิเลเตอร์ออกไปอีกจำนวน 1024 ไซเคิล และเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการดังกล่าวตามที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ กระบวนการรีเซตของซีพียูจะเกิดขึ้น ส่วนบราวเอาต์รีเซตจะมีลักษณะเดียวกันกับการรีเซตของเพาเวอร์ออนรีเซต ส่วนการเกิดเวคอัพ (Wake Up) จะมีการหน่วงเวลาการทำงานของซีพียูไปเป็น 1024 ไซเคิล เพื่อรอให้ระดับกระแสและแรงดันที่จ่ายให้ซีพียูคงที่หรือมีเสถียรภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ค่าเวลาต่างๆของแต่ละส่วนของการเกิดไทม์เอาต์ (Time Out)

ออสซิลเลเตอร์	เพาเวอร์อัปไทเมอร์		เพาเวอร์ออนรีเซต	การเวกอัปจากโหมดสลีป
	PWRTEN = 0	PWRTEN = 1		
HS4	72 มิลลิวินาที+ 1024 ไซเคิล+2 มิลลิวินาที	1024 ไซเคิล+2 มิลลิวินาที	72 มิลลิวินาที+ 1024 ไซเคิล+2 มิลลิวินาที	1024 ไซเคิล+2 มิลลิวินาที
HS,XT,LP	72 มิลลิวินาที+ 1024 ไซเคิล	1024 ไซเคิล	72 มิลลิวินาที+ 1024 ไซเคิล	1024 ไซเคิล
EC	72 มิลลิวินาที	-	1024 ไซเคิล	-
External RC	72 มิลลิวินาที	-	1024 ไซเคิล	-

2.4 หน่วยความจำ

หน่วยความจำเป็นหน่วยที่เก็บข้อมูลและโค้ดโปรแกรมต่างๆหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 มีอยู่ด้วยกัน 3ส่วนดังนี้

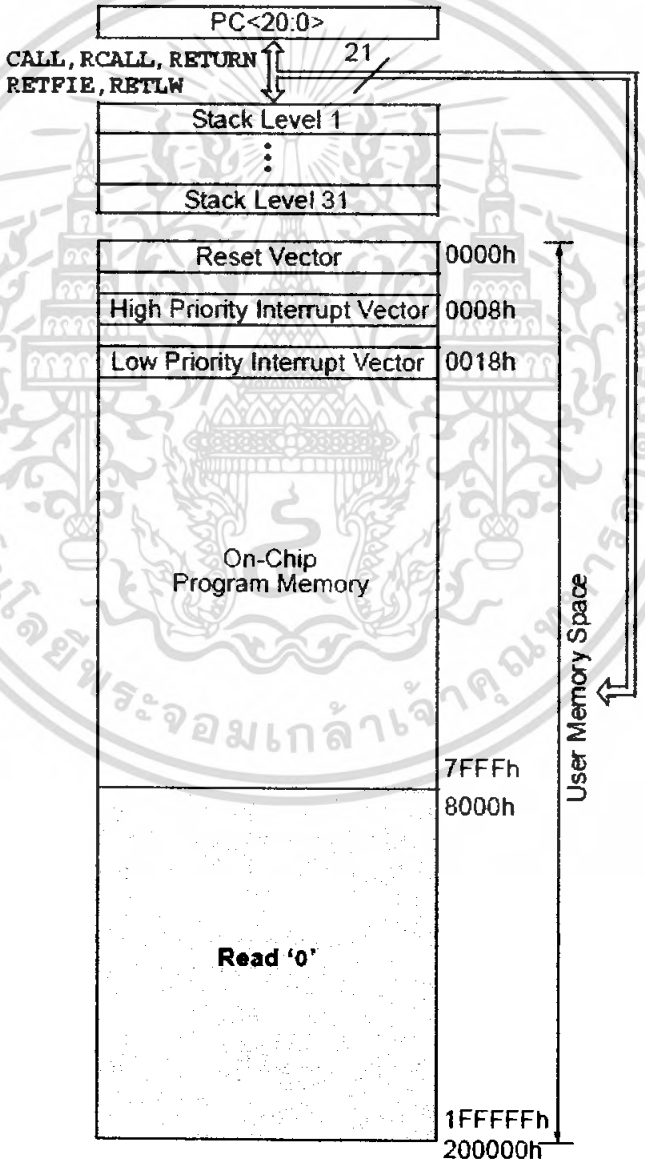
- หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)
- หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)
- หน่วยความจำอีอีพรอม (EEPROM)

2.4.1 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมเป็นหน่วยที่เก็บซอร์สโค้ดของโปรแกรม โดยหน่วยความจำโปรแกรม PIC18F458 จะเป็นแบบแฟลช (Flash Memory) ที่สามารถทำการเขียนและลบข้อมูลได้หลายพันครั้งโดยโครงสร้างชุดคำสั่งของ PIC18F458 จะเป็น 6 บิต ซึ่งลักษณะการอ้างถึงข้อมูลจะอ้างได้ถึง 16 บิตเช่นกัน หน่วยความจำโปรแกรมของ PIC18F458 มีขนาด 32 กิโลไบต์ ซึ่งถือว่าเพียงพอต่อการใช้งานแล้วหลังจากที่ทำการเขียนในขั้นตอนของโปรแกรมแล้วก็มีไว้สำหรับอ่านออกมาได้เพียวอย่างเดียวเท่านั้น รูปที่ 2.7 ได้แสดงพื้นที่การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC18F458 และ PIC18F258 ซึ่งมีโครงสร้างเหมือนกันโดยการจัดสรรนั้นได้ถูกจัดวางไว้ที่ตำแหน่ง 0000h-1FFFFFh สำหรับแอดเดรส 0000h-07FFFh จะสงวนไว้สำหรับเก็บค่ารีเซตเว็กเตอร์ (Reset Vector) และที่ตำแหน่ง 0008h และ 0018h จะมีไว้เก็บค่าอินเตอร์รัพต์เวกเตอร์ (Interrupt Vector) ไบต์สูงและต่ำ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมจะต้องมาเริ่มต้นที่แอดเดรส 0020h จึงจะเหมาะสมที่สุด แต่ถ้าหากผู้เขียนปรแกรมคาดว่าไม่มีการใช้งานการอินเตอร์รัพต์แล้วก็สามารถที่จะละเลยในส่วนของการสงวนนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 ยังมีพื้นที่หน่วยความจำพิเศษสำหรับเก็บค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์ชั่วคราวเรียกว่าสแต็ค (Stack) ซึ่งจะมีบทบาทมากในการกระโดดไปทำงานยังโปรแกรมย่อยโดยหากเมื่อมีการกระทำคำสั่งให้กระโดดไปทำงานยังโปรแกรมย่อยซีพียูจะทำการเก็บค่าโปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter: PC) ในขณะนั้นไว้ในสแต็คจากนั้นจึงกระโดดไปทำงานยังโปรแกรมย่อยเมื่อทำงานเรียบร้อยแล้วซีพียูก็จะอ่านค่าโปรแกรมเคาว์เตอร์ที่อยู่ในสแต็คกลับคืนมา แล้วไปทำงานยังโปรแกรมหลักต่อไป สำหรับสแต็คภายใน PIC18F458 นี้จะสามารถเก็บค่าได้มากถึง 31 ระดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า PIC 16F877 ที่มีขนาดเพียง 8 ระดับเท่านั้น และในส่วนของโปรแกรมเคาน์เตอร์ของ PIC18F458 จะมีขนาด 21 บิต ซึ่งใน PIC16F877 จะมีขนาดเพียง 13 บิต อาจกล่าวได้ว่าถ้าสแต็คมีค่ามากก็จะสามารถเก็บค่าโปรแกรมเคาน์เตอร์ได้มากนั่นเอง



รูปที่ 2.14 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC18F458

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สแต็ค (Stack)

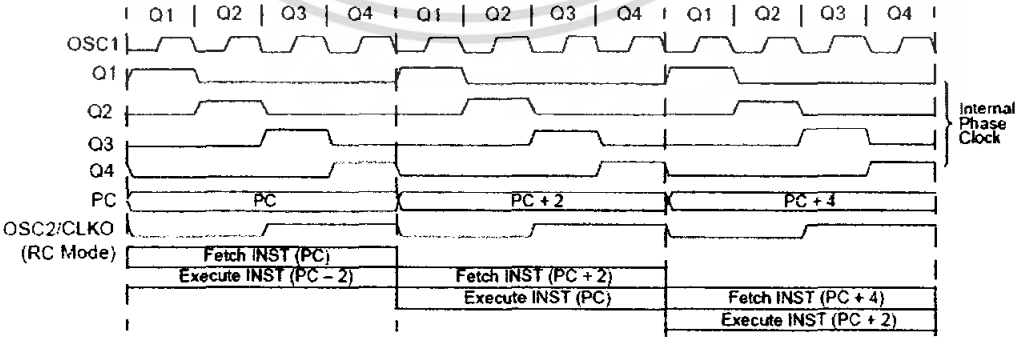
ในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 ได้จัดสรรหน่วยความจำที่เรียกว่า สแต็คไว้เก็บค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์ชั่วคราวได้ 31 ระดับ โดยในแต่ละระดับจะมีขนาด 21 บิต ถ้าหากมีการพุช (Push) 1 ครั้ง สแต็คก็จำทำการเก็บค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์ไว้ 1 ค่า โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 จะสามารถเก็บค่าหรือรองรับได้ 31 ครั้งหากมีการพุช (Push) เป็นครั้งที่ 32 ซีพียูก็จะนำค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์เก็บลงในสแต็คครั้งที่ 1 สำหรับการ (Push) หมายถึง การที่ซีพียูกระทำคำสั่งตามปกติแล้วพบคำสั่ง CALL หรือเกิดมีการอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้น ดังนั้นก่อนที่ซีพียูจะกระโดดไปทำคำสั่งถัดไปซีพียูก็จะทำการเก็บค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์ไว้ในส่วนความจำชั่วคราว ซึ่งหน่วยความจำชั่วคราวนั้คือ สแต็คนั่นเอง เมื่อซีพียูกระทำคำสั่งในโปรแกรมย่อยเรียบร้อยแล้วซีพียูก็จะไปทำการอ่านค่าที่โปรแกรมเคาน์เตอร์ที่เก็บไว้ในสแต็ค กลับมากระทำคำสั่งในแอดเดรสถัดไป

2.4.3 รีจิสเตอร์โปรแกรมเคาน์เตอร์ PCL, PCLATH และ PCLATL

สำหรับโปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Counter: PC) ในซีพียู PIC18F458 มีขนาด 21 บิต โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ PCL และ PCH ไบต์ต่ำคือ PCL ไบต์สูงคือ PCH โดยสามารถอ่านและเขียนค่าได้โดยตรงซึ่งหากต้องการที่จะอ่านและเขียนข้อมูลนั้นจะต้องกระทำผ่านรีจิสเตอร์ PCLATH และเมื่อเกิดรีเซตทุกครั้งรีจิสเตอร์ PC จะถูกเคลียร์ค่าเป็นศูนย์ทั้งหมดและมีผลทำให้ตำแหน่งเริ่มต้นที่ซีพียูทำงานนั้นไปอยู่ที่ตำแหน่ง 0x000

2.4.4 จังหวะและไซเคิลการทำงานของ PIC18F458

สัญญาณนาฬิกาหลักภายใน ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 จะประกอบไปด้วยสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกจำนวน 4 ไซเคิล (OSC/4) ประกอบไปด้วย Q1, Q2, Q3 และ Q4 โดยสัญญาณนาฬิกาหลักภายในของซีพียูจะมีค่าเท่ากับ 1/4 ของสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกที่รับเข้ามาโดย T_{osc} คือ คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกาภายนอก และ TCY คือ คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกาหลักภายใน



รูปที่ 2.15 จังหวะและไซเคิลการทำงานของ PIC18F458

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแต่ละช่วงการทำงานจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

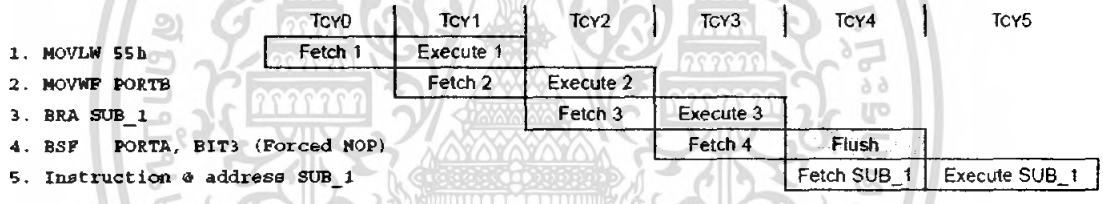
Q1: ถอดรหัสคำสั่ง (Decode) หรืออยู่ในสภาวะ No Operation

Q2: อ่านคำสั่งข้อมูล (Read Data Cycle) หรืออยู่ในสภาวะ No Operation

Q3: ประมวลผข้อมูล (Process The Data)

Q4: เขียนรหัสข้อมูล (Write Data Cycle)

รีจิสเตอร์ PC (Program Counter) จะเพิ่มขึ้นทีละ 1 ค่าทุกๆไซเคิลการทำงานที่ 1 (Q1) และจะมีการอ่านข้อมูลคำสั่ง (Source Code) หรือเรียกว่าสภาวะการเฟตช์ (Fetch) ข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมมาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์คำสั่ง ในไซเคิลการทำงานที่ 4 (Q4) ซึ่งขบวนการในการถอดรหัสคำสั่งและการปฏิบัติคำสั่ง (Execute) จะเกิดขึ้นอยู่ในการช่วงการทำงานที่ 1 ถึง 4 ดังรูปที่ 2.15 ดังนั้นในการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 สามารถประมวลผล 1 Clock ต่อ 1 คำสั่ง นั้นหมายถึงจะเป็นลักษณะ Clock ที่อยู่ภายในไม่ใช่ Clock ที่อยู่ภายนอกซึ่ง Clock ภายในประกอบด้วยสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก 4 ไซเคิล และเหตุที่ซีพียูในตระกูล PIC นี้สามารถประมวลผลสัญญาณ 1 ไซเคิล ต่อคำสั่งได้เพราะรูปแบบการประมวลผลนั้นจะเป็นแบบไปป์ไลน์ (Pipe Line) คือจะมีลักษณะการทำงานที่เหลื่อมล้ำกัน ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การทำงานแบบไปป์ไลน์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

2.4.5 ลักษณะการทำงานแบบไปป์ไลน์ (Pipe line)

ในการประมวลผลคำสั่งของซีพียูนั้น หนึ่งคำสั่งจะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลักๆ ก็คือ การเฟตช์(Fetch) และเอ็กซิคิวต์ (Execute) จากรูปที่ 2.16 ลักษณะการทำงาน คือ เมื่อซีพียูทำการเฟตช์ คือคำสั่งที่ 1 ต่อจากนั้นซีพียูจะทำการเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่ 1 นี้พร้อมกับการเฟตช์ เอาคำสั่งต่อไปคือคำสั่งที่ 2 ออกมาและในขณะที่ทำการเอ็กซิคิวคำสั่งที่ 2 ก็จะทำการเฟตช์ เอาคำสั่งที่ 3 ออกมาโดยจะเป็นไปแบบนี้เรื่อยๆ ทำให้การประมวลผลที่ดูเหมือนกับใช้เวลา 2 ไซเคิล ดังรูปที่ 2.16 ในบรรทัดที่ 3 เป็นคำสั่ง BRA SUB_1 ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้กระโดดไปทำงานยังโปรแกรมย่อยที่กำหนดโดยไม่มีเงื่อนไข ในลักษณะนี้คือ ซีพียูจะทำการเอ็กซิคิวต์คำสั่งที่ BRA SUB_1 พร้อมกับเฟตช์เอาคำสั่งที่ 4 คือ BRA PORTA,BIT และเก็บค่าแอดเดรสของคำสั่งที่ 4 จะไม่เกิดขึ้นแต่ซีพียูจะไปทำการเฟตช์คำสั่งในส่วนของโปรแกรมย่อย SUB_1 ออกมาและทำการเอ็กซิคิวต์คำสั่งของโปรแกรมย่อยในไซเคิลที่ 5 (TCY5) ส่วนคำสั่งที่ 4 คือ

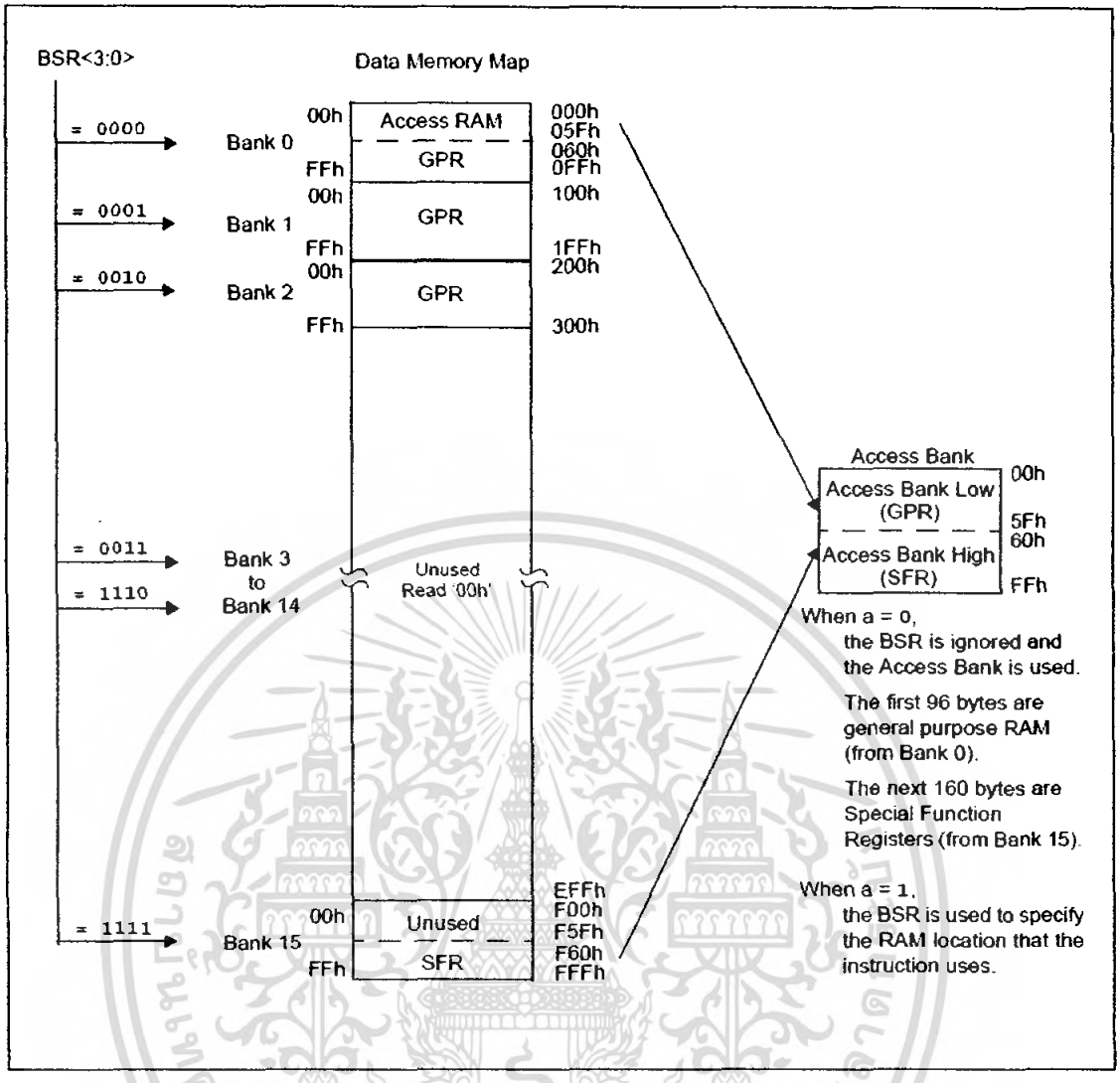
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(BSF PORTA,BIT 3) ที่ได้เฟตช์ค้างไว้นั้นจะได้ทำการเอ็กซิคิวต์ ก็ต่อเมื่อซีพียูออกจากโปรแกรมย่อย แล้วกลับไปทำงานในตำแหน่งนั้นอีกครั้ง ด้วยกระบวนการต่างๆ เหล่านี้ทำให้ขบวนการที่เป็นคำสั่งการ กระโดดนี้จะใช้เวลาในการทำงานถึง 2 ไซเคิล

2.4.6 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำข้อมูลของ PIC18F458 เป็นหน่วยจำชนิด Static Ram ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตลอดเวลา หน่วยความจำข้อมูลของ PIC18F458 มีขนาด 1536 ไบต์ (Byte) การจัดแบ่งพื้นที่การใช้งานต่างๆ จะแบ่งเป็นพื้นที่ ที่เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป (General Purpose Register : GPR) ซึ่งภายใน PIC18F458 จะมีทั้งหมด 6 แบงค์ ของ GPR นั้นจะมีขนาดแบงค์ละ 96 ไบต์ เท่ากันหมดโดยแอดเดรสเริ่มต้นคือ 000h ถึง 5FFh สำหรับรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register : FSR) มีพื้นที่ทั้งหมด 160 ไบต์ โดยจะอยู่ที่แบงก์ 15 ข้อดีอีกอย่างของ PIC18F458 คือในการเขียนโปรแกรมผู้เขียนไม่จำเป็นต้องเลือกแบงก์หรือสลับแบงก์ไปมาเหมือนไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ เช่น PIC16F87X หรือเบอร์อื่นๆที่ไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว เนื่องจากว่าหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 ไม่ถูกแบ่งเป็นเพจ (Page) คือในการจัดสรรแบงก์ข้อมูลจะอยู่ในเพจเดียวกัน ไม่เหมือน PIC16F87X ที่จะต้องทำการเลือกแบงก์ข้อมูลซึ่งกระทำผ่านรีจีสเตอร์ STATUS ในบิต RP0 และ RP1 ซึ่งในส่วนของ PIC18F458 จะไม่บิตดังกล่าวในรีจีสเตอร์ STATUS สำหรับการเลือกแบงก์จะมีรีจีสเตอร์ที่ทำหน้าที่นี้คือรีจีสเตอร์ BSR ซึ่งการเลือกแบงก์นั้นจะใช้บิตที่ 0 ถึงบิตที่ 3 ของรีจีสเตอร์ BRS ซึ่งการเลือกแบงก์นั้นจะใช้บิตที่ 0 ถึงบิตที่ 3 ของรีจีสเตอร์ BRS เช่น ถ้าต้องการเลือกแบงก์ 0 ก็เขียนข้อมูลไปยังรีจีสเตอร์ BRS เป็น 0000h และถ้าต้องการเลือกแบงก์ 1 ก็เขียนข้อมูลไปยัง รีจีสเตอร์ BRS เป็น 0001h เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลของ PIC 18F458

2.5 รีจีสเตอร์หลักของ PIC18F458

2.5.1 รีจีสเตอร์ STATUS

รีจีสเตอร์ STATUS เป็นรีจีสเตอร์ที่บรรจุบิตสถานะทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ค่าข้อมูลที่อยู่ในรีจีสเตอร์ STATUS จะเกิดการใช้คำสั่งในการเข้าถึงต่างๆและในบางบิตจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติ ตามผลลัพธ์ของการกระทำทางคณิตศาสตร์ต่างๆซึ่งได้แก่บิต Z,DC,OV,N และ C โดยรีจีสเตอร์ STATUS มีแอดเดรสอยู่ที่ FD8h ตารางที่ 2.4 แสดงรายละเอียดบิตต่างๆ ของรีจีสเตอร์ STATUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดบิตต่างๆของรีจิสเตอร์ STATUS

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
-	-	-	N	OV	Z	DC	C
U-0	U-0	U-0	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x
R : อ่านค่าได้ ,W : เขียนค่าได้,U : ไม่ใช้งานอ่านค่าได้เป็นศูนย์,-n : ค่าที่เกิดขึ้นหลังเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต							

บิต 7-5 : ไม่ใช้งานค่าได้เท่ากับ 0

บิต 4 N: (Negative Bit) บิตนี้ใช้แสดงสถานะทางคณิตศาสตร์ที่ได้ผลลัพธ์จากการทำ 2's Complement

1 = ผลลัพธ์เป็นบวก

0 = ผลลัพธ์เป็นลบ

บิต 3 : OV (Overflow Bit) บิตแสดงการเกิดโอเวอร์โฟลว์ (Overflow)

1 = มีการเกิดโอเวอร์โฟลว์

0 = ไม่มีการเกิดโอเวอร์โฟลว์

บิต 2 : Z (Zero Bit) บิตแสดงสถานะทางคณิตศาสตร์

1 = เมื่อผลลัพธ์จากการกระทำทางคณิตศาสตร์ และลอจิกมีค่าเท่ากับศูนย์

0 = เมื่อผลลัพธ์จากการกระทำทางคณิตศาสตร์ และลอจิกมีค่าไม่เท่ากับศูนย์

บิต 1 : DC (Digit Carry / Borrow Bit) บิตทดหรือยืมระหว่างหลักเป็นบิตที่แสดงสถานะทางคณิตศาสตร์กรณีที่กระทำคำสั่ง (ADDWF, ADDLW, SUBLW, SUBWF)

1 = ผลลัพธ์การกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์มีการทดเข้ามาจากบิต 3 มายังบิต 4

0 = ผลลัพธ์การกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์ไม่มีการทดเข้ามาจากบิต 3 มายังบิต 4

บิต 0 : C(Carry / Borrow Bit) บิตทดหรือยืมเป็นบิตที่แสดงสถานะทางคณิตศาสตร์กรณีที่คำสั่ง (ADDWF, ADDLW, SUBLW, SUBWF)

1 = ผลลัพธ์จากการกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์มีการทดหรือมีการยืมในบิต 7

0 = ผลลัพธ์จากการกระทำคำสั่งทางคณิตศาสตร์ไม่มีการทดหรือมีการยืมในบิต 7

2.5.2 รีจิสเตอร์ RCON

รีจิสเตอร์ RCON เป็นรีจิสเตอร์ที่บรรจุบิตสถานะต่างๆ เกี่ยวกับการเกิดรีเซตแบบต่างๆ โดยรีจิสเตอร์ RCON สามารถเซตและเคลียร์ได้ด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดบิตต่าง ของรีจิสเตอร์ RCON

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
IPEN	-	-	RI	TO	PD	POR	BOR
U-0	U-0	U-0	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x
R : อ่านค่าได้ , W : เขียนค่าได้ , U : ไม่ใช้งานอ่านค่าได้ , -n : ค่าที่เกิดขึ้นหลังเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต							

บิต 7 : IPEN (Interrupt Priority Enable Bit) บิตเอ็นเอเบิล (Enable) การเลือกลำดับการเกิดอินเตอร์รัพต์

1 = เอ็นเอเบิลการเลือกลำดับการเกิดอินเตอร์รัพต์

0 = ไม่มีการเลือกลำดับการเกิดอินเตอร์รัพต์

บิต 6-5 : ไม่ใช้อ่านค่าได้ 0

บิต 4 : RI (Reset Instruction Flag Bit) บิตแสดงสถานะการรีเซตจากคำสั่งทางซอฟต์แวร์

1 = มีการเกิดรีเซต

0 = ไม่มีการเกิดรีเซต

บิต 3 : TO (Watchdog Time Out Flag Bit) บิตแสดงสถานะเกิดไทม์เอาต์ของวอตช์ด็อกไทเมอร์

1 = หลังเกิดเพาเวอร์อัพไทเมอร์ เมื่อใช้คำสั่ง CLRWDT และ SLEEP

0 = เมื่อเกิดไทม์เอาต์ของวอตช์ด็อกไทเมอร์

บิต 2 : PD (Power Down Detection Flag Bit) บิตแสดงสถานะการเกิด Power Down

1 = หลังจากเกิด เพาเวอร์อัปไทเมอร์ หรือ มีการใช้คำสั่ง CLRWDT

0 = เมื่อกระทำคำสั่ง SLEEP

บิต 1 : POR (Power On Reset status Bit) บิตแสดงสถานะของการเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต

1 = ไม่มีการเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต

0 = เกิดเพาเวอร์ออนรีเซต (ควรจะเซตด้วยซอฟต์แวร์)

บิต 0 : BOR (Brown Out Reset Status Bit)บิตแสดงสถานะการเกิดบราวเอาต์รีเซต

1 = ไม่มีการเกิดบราวเอาต์รีเซต

0 = มีการเกิดบราวเอาต์รีเซต (ควรจะเซตด้วยซอฟต์แวร์)

2.5.3 รีจิสเตอร์ INTCON

เป็นรีจิสเตอร์ที่มีนัยสำคัญสูงสุดสำหรับการอินเตอร์รัพต์ สามารถอ่านและเขียนได้ทุกบิตมีแอดเดรสอยู่ที่ FF2h ใช้ในการเปิดการทำงานอินเตอร์รัพต์รวมและการอินเตอร์รัพต์พื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC มีรายละเอียดบิตต่างๆต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 รายละเอียดบิตต่างๆ ของรีจิสเตอร INTCON

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
GIE/GIE	PEIE/GIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x	R/W-x
R : อ่านค่าได้ , W : เขียนค่าได้ , U : ไม่ใช้งานอ่านค่าได้เป็น 0 , - n : ค่าที่เกิดหลังเกิดเพาเวอร์ออนรีเซต							

บิต 7 : GIE/GIEH (Global Interrupt Enable Bit) บิตเอ็นเอเบิล (Enable) การอินเตอร์รัพรวม และบิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์รวมไบต์สูง

1 = เลือกให้มีการอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้นทั้งหมด

0 = เลือกไม่ให้มีการอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้นทั้งหมด

บิต 6 : PEIE/GIEL (Peripheral Interrupt Enable Bit) บิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์จากอุปกรณ์ต่อพ่วง และ บิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์รวมไบต์ต่ำ

1 = เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์แบบนี้

0 = ดิสเอเบิลการอินเตอร์รัพต์แบบนี้

บิต 5 : TMROIE (TMRO Overflow Interrupt Enable Bit) บิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์จากจากการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทเมอร์ 0

1 = เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์แบบนี้

0 = ดิสเอเบิลการอินเตอร์รัพต์แบบนี้

บิต 4 : INTOIE (INT0 External Interrupt Enable Bit) บิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์จากภายนอกที่ขา RB0/INT

1 = เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์แบบนี้

0 = ดิสเอเบิลการอินเตอร์รัพต์แบบนี้

บิต 3 : RBIE (Port B Change Interrupt Enable) บิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์จากการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกที่พอร์ต B ขา RB4-RB7

บิต 2 : TOIE (TMRO Overflow Interrupt Flag Bit) บิตแสดงการ โอเวอร์โฟลว์ของ TMR0

1 = ไทเมอร์ 0 โอเวอร์โฟลว์ทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์หากเอ็นเอเบิลไว้

0 = ไทเมอร์ 0 ไม่เกิดโอเวอร์โฟลว์

บิต 1 : INT0F (RBO/INT External Interrupt Flag Bit) บิตเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัพต์จากภายนอกที่ขา RBO/INT

1 = มีสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกเกิดที่ขา RBO/INT

0 = ไม่มีสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกเกิดที่ขา RBO/INT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 0 : RBIF (Port B Chang Interrupt Flag Bit) บิตแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกที่ขา RB4-RB7

1 = มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่ขา RB4-RB7

0 = ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่ขา RB4-RB7

2.5.4 รีจีสเตอร์ W

เป็นรีจีสเตอร์ที่มีบทบาทสำคัญมากที่สุดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เนื่องจากในการประมวณผลทางคณิตศาสตร์ ลอจิก การเพิ่มหรือลดค่าต่างๆ ต้องกระทำผ่านรีจีสเตอร์ตัวนี้ทั้งสิ้นหรืออาจกล่าวได้ว่ารีจีสเตอร์ W คือแอกคิวมอดูเลเตอร์ (Accumulator) สำหรับในการเรียกใช้งานรีจีสเตอร์ตัวนี้สามารถกระทำได้ทันทีและตลอดเวลาโดยผ่านการกระทำคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับรีจีสเตอร์ W ซึ่งสามารถสังเกตได้จากชื่อคำสั่งที่มีคำว่า W อยู่ด้วย เช่น MOVLW 0x10, MOVWF PORTB การทำงานคือเมื่อกระทำคำสั่ง MOVLW 0x10 นั้นจะมีการเปลี่ยนค่าในรีจีสเตอร์ W คือจะเป็นการนำค่า 0x10 ที่เป็นเลขฐานสิบหกมาเก็บไว้ยังรีจีสเตอร์ W โดยเมื่อกระทำคำสั่งนี้แล้วค่าในรีจีสเตอร์ W จะมีค่าเท่ากับ "00000001" หากมีการต่อแอลอีดีไว้ที่ขา RB0 ก็จะทำให้แอลอีดีขานี้ติดหรืออาจกล่าวได้ว่าในการนำข้อมูลไปแสดงผลหรือส่งออกไปยังพอร์ตจะต้องกระทำผ่านรีจีสเตอร์ W เสมอ

2.6 ชุดคำสั่งของ PIC 18F458 และการเข้าถึงรีจีสเตอร์

โครงสร้างชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F458 นั้นจะเป็นแบบ 16 บิต มีคำสั่งทั้งหมด 75 คำสั่งซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนามาจาก PIC 16F87X และเบอร์อื่นๆในแบบ 8 บิต ซึ่งไมโครชิปเทคโนโลยี ผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ได้จัดแบ่งชุดคำสั่งที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F458 ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

2.6.1 กลุ่มคำสั่งการจัดการข้อมูลระดับไบต์กับรีจีสเตอร์ไฟล์ (Byte Operiented File Register Operation)

เป็นกลุ่มคำสั่งที่กระทำกับรีจีสเตอร์โดยตรงหรือโดยอ้อม โดยขนาดของข้อมูลอยู่ในระดับของบิต มีทั้งสิ้น 31 คำสั่ง

2.6.2 กลุ่มคำสั่งการจัดข้อมูลระดับบิตกับรีจีสเตอร์ไฟล์ (Bit Opriented File Register Operation)

เป็นกลุ่มคำสั่งที่ที่ต้องเกี่ยวข้องกระทำกับรีจีสเตอร์โดยตรงหรือโดยอ้อม โดยขนาดของข้อมูลอยู่ในระดับของบิต มีทั้งสิ้น 5 คำสั่ง

2.6.3 กลุ่มคำสั่งจัดการกับค่าคงที่ (Literal Operations)

เป็นกลุ่มคำสั่งที่ผสมกันระหว่างการประมวลผลกับค่าคงที่ คำสั่งเกี่ยวกับการกระโดดไปยังโปรแกรมย่อย และคำสั่งกำหนดโหมดในการทำงานมีทั้งสิ้น 10 คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 กลุ่มคำสั่งควบคุมการทำงาน (Control Operations)

เป็นกลุ่มคำสั่งที่เกี่ยวกับการควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรมเช่นคำสั่งกระโดดไปยังโปรแกรมย่อย คำสั่งออกจากโปรแกรมย่อยเป็นต้น มีทั้งสิ้น 23 คำสั่ง นอกจากกลุ่มคำสั่งข้างต้นแล้วยังมีคำสั่งที่เพิ่มเติมเข้ามาอีกคือเป็นคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการอ่านและเขียนหน่วยความจำมีทั้งสิ้น 10 คำสั่ง

2.6.5 ความหมายของตัวแปรที่ควรทราบ

สามารถสรุปรายละเอียดความหมายของตัวแปรทั้งหมดได้ดังนี้

f หมายถึง ค่าแอดเดรสของรีจิสเตอร์ไฟล์ที่มีค่า 0 – 127 หรือ 0x00 – 0x7F

d หมายถึง ที่เลือกเก็บผลลัพธ์ของการกระทำคำสั่งนั้นๆมีค่าได้ 2 ค่าคือ "0" และ "1"

d = "0" หลังจากกระทำคำสั่งแล้วผลลัพธ์เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ W

d = "1" หลังจากกระทำคำสั่งแล้วผลลัพธ์เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ไฟล์คำสั่งนั้นๆ

k หมายถึง ค่าคงที่ใดๆ ในกรณีใช้กับคำสั่งประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก

bbb หมายถึง ข้อมูลระดับบิตหรือบิตภายในรีจิสเตอร์ไฟล์ขนาด 8 บิต

w หมายถึง รีจิสเตอร์ w (แอกคิวมูเลเตอร์)

x หมายถึง ตำแหน่งที่ไม่สนใจเมื่อใช้โปรแกรม MPASM จะกำหนดค่า x นี้เท่ากับ "0" โดยอัตโนมัติ

a หมายถึง บิตข้อมูลแรม

a = "0" หน่วยความจำแรมไม่ถูกเลือกแบงก์โดยรีจิสเตอร์ BSR

a = "1" หน่วยความจำแรมถูกเลือกแบงก์โดยรีจิสเตอร์ BSR

* หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าในรีจิสเตอร์ (กรณีใช้กับคำสั่ง TBLPTR ในการอ่านและเขียนข้อมูลในหน่วยความจำ)

*+ หมายถึง โพสต์ค่าแล้วเพิ่มค่าในรีจิสเตอร์ขึ้น (กรณีใช้กับคำสั่ง TBLPTR ในการอ่านและเขียนข้อมูลในหน่วยความจำ)

*- หมายถึง โพสต์ค่าแล้วลดค่าในรีจิสเตอร์ลง (กรณีใช้กับคำสั่ง TBLPTR ในการอ่านและเขียนข้อมูลในหน่วยความจำ)

+* หมายถึง โพสต์ค่าแล้วเพิ่มค่าในรีจิสเตอร์ขึ้น (กรณีใช้กับคำสั่ง TBLPTR ในการอ่านและเขียนข้อมูลในหน่วยความจำ)

label หมายถึง ตำแหน่งของแอดเดรสที่ต้องการกระโดดไปทำงาน

<b> หมายถึง ค่าในระดับบิต

TOS หมายถึง ตำแหน่งบนสุดของสแตก (Top Of Stack)

PC หมายถึง โปรแกรมเคาน์เตอร์

PCH หมายถึง โปรแกรมเคาน์เตอร์ไบต์สูง

PC หมายถึง โปรแกรมเคาน์เตอร์ไบต์ต่ำ

[ ] หมายถึง ออปชั่นหรือส่วนเพิ่มเติม

( ) หมายถึง ค่าของตัวแปรหรือข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าคงที่ของข้อมูลเลขฐานสิบหกที่เกี่ยวข้องในการเขียนโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC จะเขียนเป็น 0x00 ตัวเลข 2 หลักท้ายจะเป็นค่าของเลขฐานสิบหก ส่วน x โดยปกติจะเป็นค่า "0" ในการเขียนในลักษณะนี้ได้รับการกำหนดมาจากโปรแกรมแอสแซมเบลอร์ MPASM ของไมโครชิป จะเห็นได้ว่าไม่มีตัวอักษร H ต่อท้าย แต่ถ้าเป็นข้อมูลเลขฐาน 10 จะต้องเขียนตัวอักษร d ต่อท้ายด้วย

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C52

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ในนำมาใช้ประมวลผลและควบคุมการทำงานของไม้เท้านี้ได้เลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51 เบอร์ AT89C52 ซึ่งสาเหตุที่เลือกใช้เพราะว่า ประมวลผลได้เร็ว เพราะใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาสูงถึง 11.0592 MHz

2.7.1 คุณสมบัติของ MCS-51 เบอร์ AT89C52

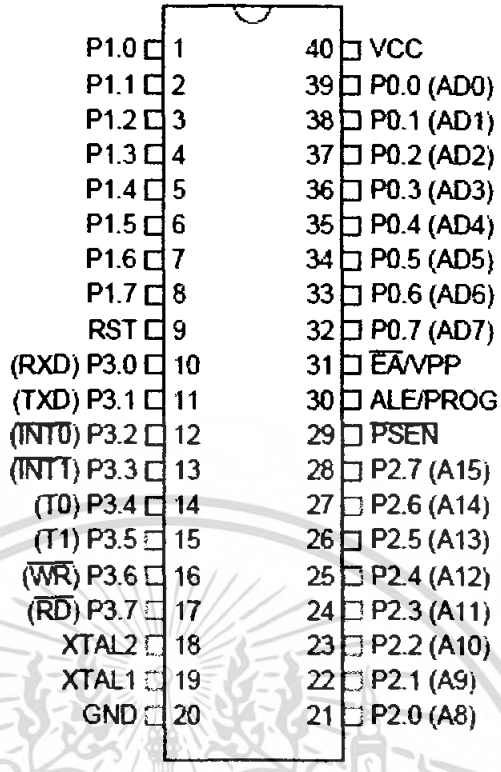
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C52 ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

- มีหน่วยความจำโปรแกรมขนาด 8 กิโลไบต์
- มีพอร์ทอินพุต เอาต์พุต ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มีไทม์เบอร์ 16 บิต 3 ตัว
- สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 9 แหล่ง
- ใช้ไฟเลี้ยง 4.0 – 6.0 โวลต์
- ความถี่ของสัญญาณอินพุตที่สามารถทำงานได้ตั้งแต่ 0-24 MHz
- สามารถโปรแกรมค่า UART ในการใช้งานการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมได้
- กำลังไฟฟ้าต่ำ และมีโหมดประหยัดพลังงาน
- สามารถโปรแกรมซ้ำได้นับพันครั้ง

2.7.2 การจัดขาต่างๆ ของ MCS-51 เบอร์ AT89C52

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C5252 มีโครงสร้างไอซี เป็นแบบ DIP มีขาทั้งหมด 40 ขา โดยขาต่างๆ จะใช้เป็นขาพอร์ทอินพุต, เอาต์พุต, ขาสัญญาณควบคุม, ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูลดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงขาต่างๆ ของ MCS-51 เบอร์ AT89C52

2.7.3 ความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

พอร์ท 0 (Port 0) พอร์ท 0 ได้แก่ ขาที่ 32 – 39 ของ MCS-51 สามารถใช้เป็นอินพุตเอาต์พุตได้ นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขาบัสตำแหน่ง และบัสข้อมูลอีกด้วย

พอร์ท 1 (Port 1) พอร์ท 1 ได้แก่ ขาที่ 1-8 เป็นพอร์ท 8 บิต สามารถอ้างทีละบิตได้ คือ P1.0 – P1.7

พอร์ท 2 (Port 2) พอร์ท 2 ได้แก่ ขาที่ 21 – 28 จะใช้งาน 2 หน้าที่คือ ใช้เป็นพอร์ท 8 บิต กับใช้เป็นขาแอดเดรส 8 บิต ในการอ้างหน่วยความจำภายนอก

พอร์ท 3 (Port 3) พอร์ท 3 ได้แก่ ขาที่ 10 – 17 จะใช้งานสองหน้าที่คือ เป็นพอร์ทอินพุตและเอาต์พุต และใช้เป็นขาควบคุมต่างๆ

PSEN (Program Store Enable) ขา PSEN เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกคือขา 29 ขานี้จะแอคทีฟเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่าน โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก โดยปกติถ้าหน่วยความจำภายนอกเป็นอีพรอม ขา PSEN จะต่อกับขาสัญญาณเปิดทางด้านเอาต์พุต (Output Enable : OE) ของ อีพร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALE (Address Latch Enable) เนื่องจากพอร์ท 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่ง และขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30 ขา นี้จะใช้ มัลติเพล็กซ์ (Multiplex) สัญญาณ บัสตำแหน่งของพอร์ท 0 ในการใช้งานระบบ MCS-51 นั้นจะต้องมีอุปกรณ์มาต่อกับ พอร์ท 0 ที่ทำหน้าที่ คงค่า (Latch) สัญญาณบัสตำแหน่ง เมื่อ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะส่งสัญญาณบัสตำแหน่งออกมาก่อนทาง พอร์ท 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณ ALF มาทำหน้าที่ คงค่า (Latch) อุปกรณ์ภายนอก ให้เก็บค่าบัสตำแหน่งของ พอร์ท 0 ไว้เพื่อใช้ พอร์ท 0 เป็นบัสข้อมูลต่อไป

EA (External Access) ขา EA ได้แก่ขาที่ 31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก "1" จะใช้กับเบอร์ 8051/8052 เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าเป็นลอจิก " 0 " จะให้ MCS-51 ทำโปรแกรมโดย อ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (ถ้าขา EA เป็น "0" ขา PSEN จะแอคทีฟ) ถ้าหากเป็นเบอร์ 8031 หรือ 8032 ขา EA จะเป็น "0" เสมอ เพราะว่าไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายในแต่ถ้าใช้เบอร์ 8051/8052 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในและให้ขา EA เป็น "0" ซึ่งจะหยุดการทำงานของรอม ภายในและอ่านโปรแกรมจาก อีพรอม ภายนอกแทน

RST (Reset) ขา RST ได้แก่ขา 9 จะใช้ในการรีเซ็ต MCS-51 โดยจะให้ขานี้เป็นลอจิก "1" อย่างน้อย 2 คาบเวลา จึงจะรีเซ็ตระบบได้ความถี่สัญญาณนาฬิกาบนชิพ (ON-chip Oscillator Inputs) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์บนชิฟ ได้แก่ ขา 18 – 19 โดยต่อคริสตอลเข้ากับขานี้ โดยปกติมักจะใช้คริสตอลความถี่ 18.432 เมกกะเฮิรตซ์ กับตัวเก็บประจุหรืออาจใช้สัญญาณนาฬิกาจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภายนอก ต่อกับขา 18 และขา 19

การต่อกับแหล่งจ่ายไฟ ใน MCS-51 จะใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ ต่อเข้ากับขา 40 (Vcc) ส่วนขา 20 (Vss) จะต่อลงกราวด์ (Ground)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

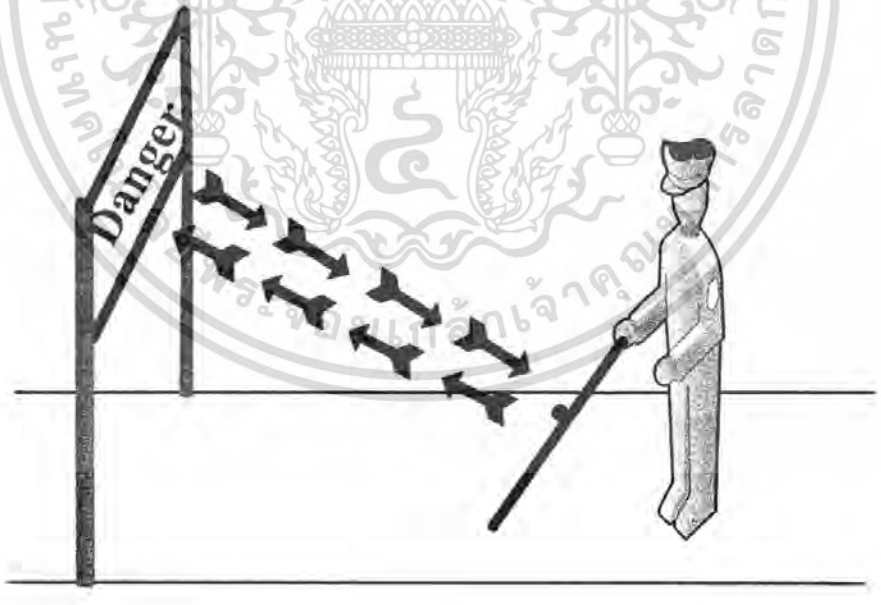
บทที่ 3
การคำนวนและการสร้าง

3.1 ขอบเขตของการทำโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์นำทางผู้พิการทางสายตา โดยใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคในการตรวจจับสิ่งกีดขวางโดยอาศัยคุณสมบัติสะท้อนของคลื่น ซึ่งนำมาประมวลผลให้เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วทำการเตือนผู้ใช้ออกมาในรูปแบบของเสียงเตือนและการสั่น

3.2 หลักการทำงานของไม้เท้านำทางคนตาบอด

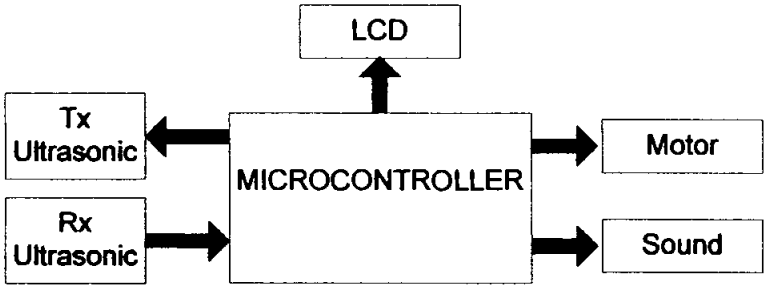
อุปกรณ์ชิ้นนี้ทำงานโดยเซนเซอร์อุลตร้าโซนิคจะปล่อยคลื่นอัลตร้าโซนิคไปสำรวจตำแหน่งสิ่งกีดขวาง และเมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวางหน่วยประมวลผลซึ่งคือตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการประมวลผลว่าสิ่งกีดขวางอยู่ในระยะที่อาจทำให้เกิดอันตรายหรือไม่ ถ้าสิ่งกีดขวางอยู่ในระยะที่อาจทำให้เกิดอันตรายได้นั้นหน่วยประมวลผลจะสั่งการให้ระบบเตือนผู้ใช้ตามเงื่อนไขดังนี้ คือ ถ้าสิ่งกีดขวางอยู่ในระยะ 2 – 3 เมตร อุปกรณ์จะสั่นเตือนผู้ใช้ แต่ถ้าสิ่งกีดขวางอยู่ใกล้เข้ามาในระยะ 1 – 2 เมตร อุปกรณ์เตือนผู้ใช้ในรูปแบบของเสียงถี่สั้นๆติดต่อกัน ถ้าหากสิ่งกีดขวางใกล้ตัวผู้ใช้มากในระยะ 0.03 - 1 เมตร อุปกรณ์จะเตือนออกมาในรูปแบบทั้งสั่นและมีเสียงยาวเตือน ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปแสดงหลักการทำงานของไม้เท้าเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่างๆในระบบไม้เท้านำทางคนตาบอด



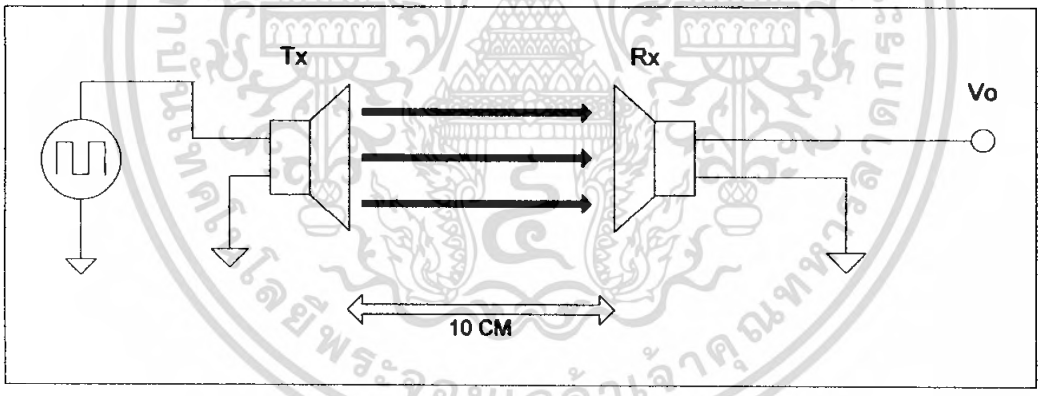
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่างๆในระบบไม้เท้านำทางคนตาบอด

3.4 การออกแบบวงจรในส่วนของการทดลอง

ในการออกแบบการทดลองจะแบ่งออกเป็นสองส่วน โดยส่วนที่หนึ่งจะมีการออกแบบเป็นดังนี้

3.4.1 ความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic

ต่อวงจรตามรูปจากนั้นปรับค่าความถี่

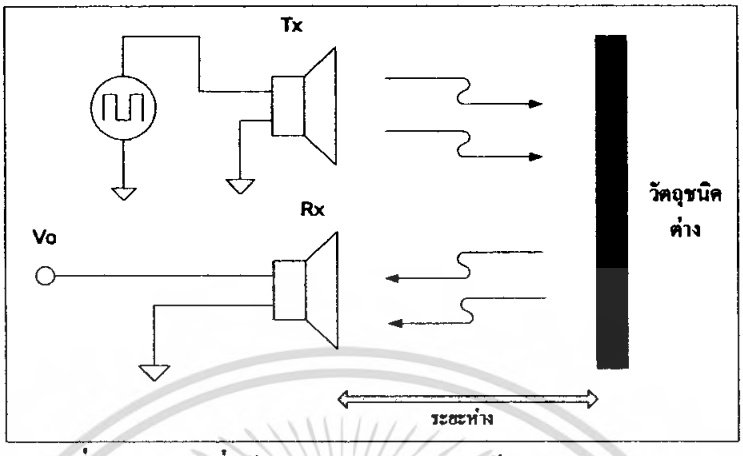


รูปที่ 3.3 วงจรที่ใช้ในการทดลองความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ

ต่อวงจรตามรูปจากนั้นปรับระยะทางของวัตถุ



รูปที่ 3.4 วงจรที่ใช้ในการทดลองการสะท้อนของ Ultrasonic

3.4.3 การทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40 kHz ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการทดลองนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS51 ผลิตความถี่สัญญาณพัลส์ 40 kHz ออกมาเพื่อส่งสัญญาณให้กับอัลตราโซนิค ซึ่งการที่จะสร้างความถี่มีขั้นตอนและสูตรดังนี้

$$\text{Re}load = 65536 - \frac{fosc}{fx} \qquad (3.1)$$

fx คือ ความถี่ที่ต้องการ (Hz)

fx คือ ความถี่ crytal ที่ใช้

$$\text{Re}load = 65536 - \frac{11.0592MHz}{40k} \qquad (3.2)$$

$$= 65260$$

เมื่อได้ค่า Reload แล้วให้นำค่า Reload ไปแทนในสมการ (3.2)

$$\text{Reload} = (256 \times \text{RCAP2H}) + \text{RCAP2L} \qquad (3.3)$$

$$65260 = (256 \times \text{RCAP2H}) + \text{RCAP2L} \qquad (3.4)$$

$$\text{ให้ RCAP2H} = 255 = \text{FFH} \qquad (3.5)$$

ดังนั้น

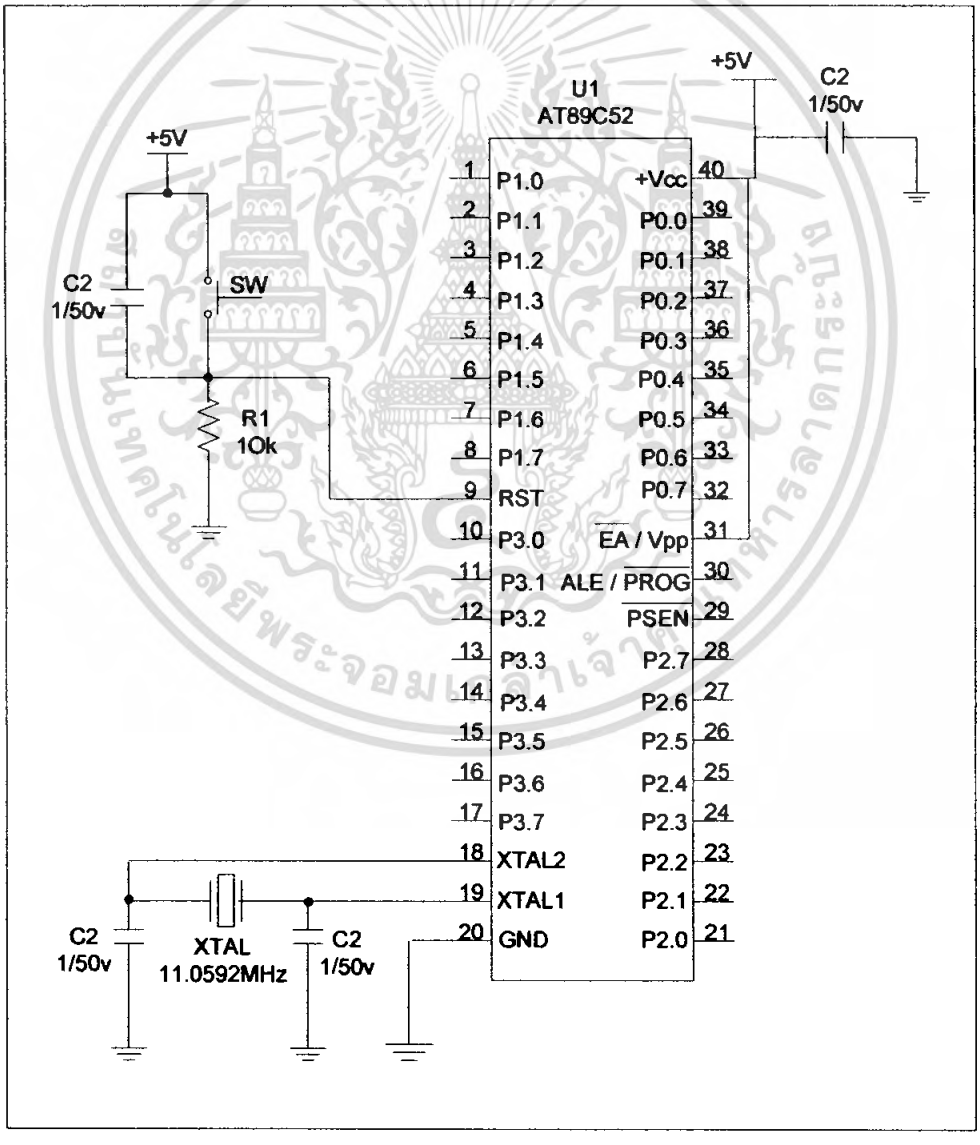
$$\text{RCAP2L} = (256 \times 255) - 65260 = 187 = \text{BBH} \qquad (3.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าที่ได้แทนในโปรแกรม

```
# include<reg51rx.h>
Void  main  (void)
{
      T2MOD  =  0x02;
      TH2  =  0xFF;
      TL2  =  0xBB;
      RCAP2H  =  0xFF;
      RCAP2L  =  0xBB;
      TR2  =  1;
      While  (1) ;
}
```

เมื่อต่อวงจรแล้วให้ดูค่าที่ Vout



รูปที่ 3.5 การทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40kHz ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สองจะเป็นการออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลPICเบอร์ PIC18F458 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีศักยภาพในการทำงานที่ดีกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS51ในเรื่องความเร็วของการประมวลผล ความแม่นยำ ขนาดของหน่วยความจำ มีโมดูลต่างไว้ใช้งานเพิ่มขึ้นมาอีกมาก และอีกอย่างหนึ่งของ PIC18F458 คือ มีการทำงานที่มีความเสถียรภาพ ซึ่งการออกแบบการทดลองดังนี้

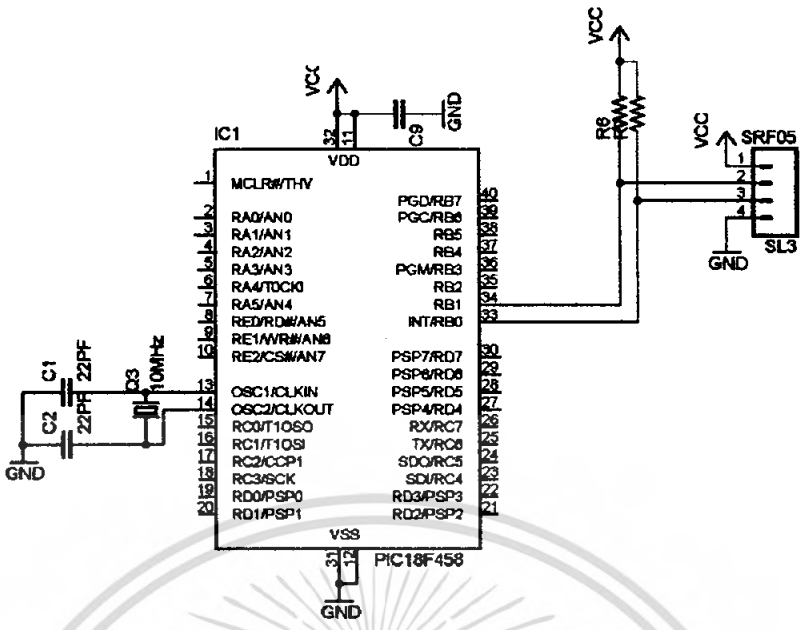
3.4.4 การกำเนิดสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาทีที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ

อัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ใช้คือโมดูลSRF05 ต้องใช้สัญญาณพัลส์สำหรับกระตุ้นการทำงานที่มีความกว้าง 10 ไมโครวินาที ที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ซึ่งสามารถผลิตสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 ซึ่งใช้คำสั่งในการโปรแกรมดังนี้

```
#include <pic.h>
#include <stdio.h>
unsigned int get_srf05(void)
{
    TMR1H = 0xff;                   // prepare timer for 10uS pulse
    TMR1L = -14;
    T1CON = 0x21;                   // 1:4 prescale and running
    TMR1IF = 0;
    TrgDir = 0;                     // make trigger/echo pin an output
    TrgEch = 1;                     // start trigger pulse
    while(!TMR1IF);                 // wait 10uS
    TrgEch = 0;                     // end trigger pulse
    TMR1ON = 0;                     // stop timer
    TrgDir = 1;                     // make trigger/echo pin an input

    TMR1H = 0;                      // prepare timer to measure echo pulse
    TMR1L = 0;
    T1CON = 0x20;                   // 1:4 prescale but not running yet
    TMR1IF = 0;
    while(!TrgEch && !TMR1IF); // wait for echo pulse to start (go
high)
    TMR1ON = 1;                     // start timer to measure pulse
    while(TrgEch && !TMR1IF);  // wait for echo pulse to stop (go
low)
    TMR1ON = 0;                      // stop timer
    TrgDir = 0;                    // make trigger/echo pin an output again
    return (TMR1H<<8)+TMR1L; // TMR1H:TMR1L contains flight time of
the pulse in 0.8uS units
}
```

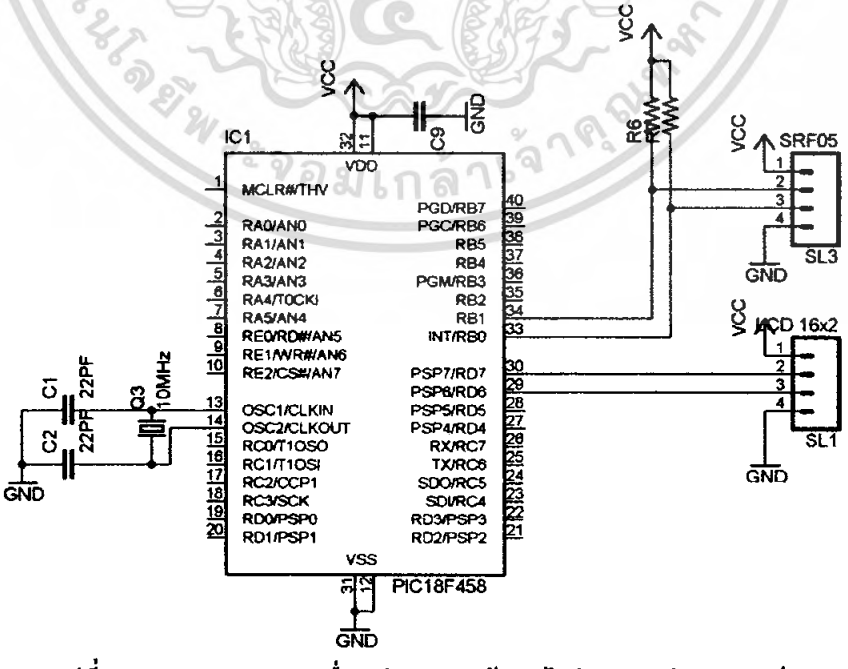
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การทดลองการกำเนิดสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาทีที่ความถี่ 40kHz ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

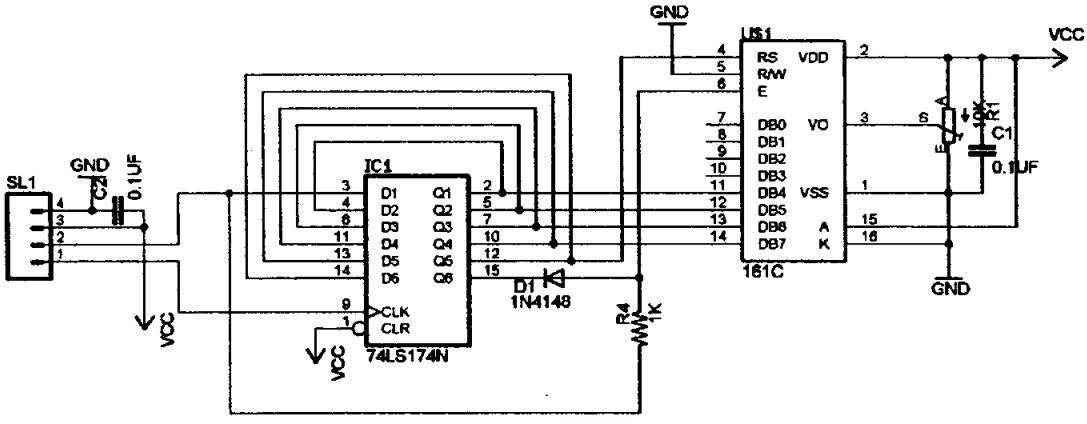
3.4.5 วงจรแสดงการเชื่อมต่อกับLCD

การเชื่อมต่อ LCD เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผลการวัดระยะทางจากอัลตร้าโซนิคทรานดิวเซอร์ SRF05 ซึ่งข้อมูลที่ต้องการแสดงผลจะส่งผ่านPIC18F458 ทางพอร์ต PSP6/RD6 และ PSP7/RD7 ดังรูปที่ 3.6 จากนั้นจะShift data ไปยัง LCD ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรแสดงการเชื่อมต่อ LCD เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

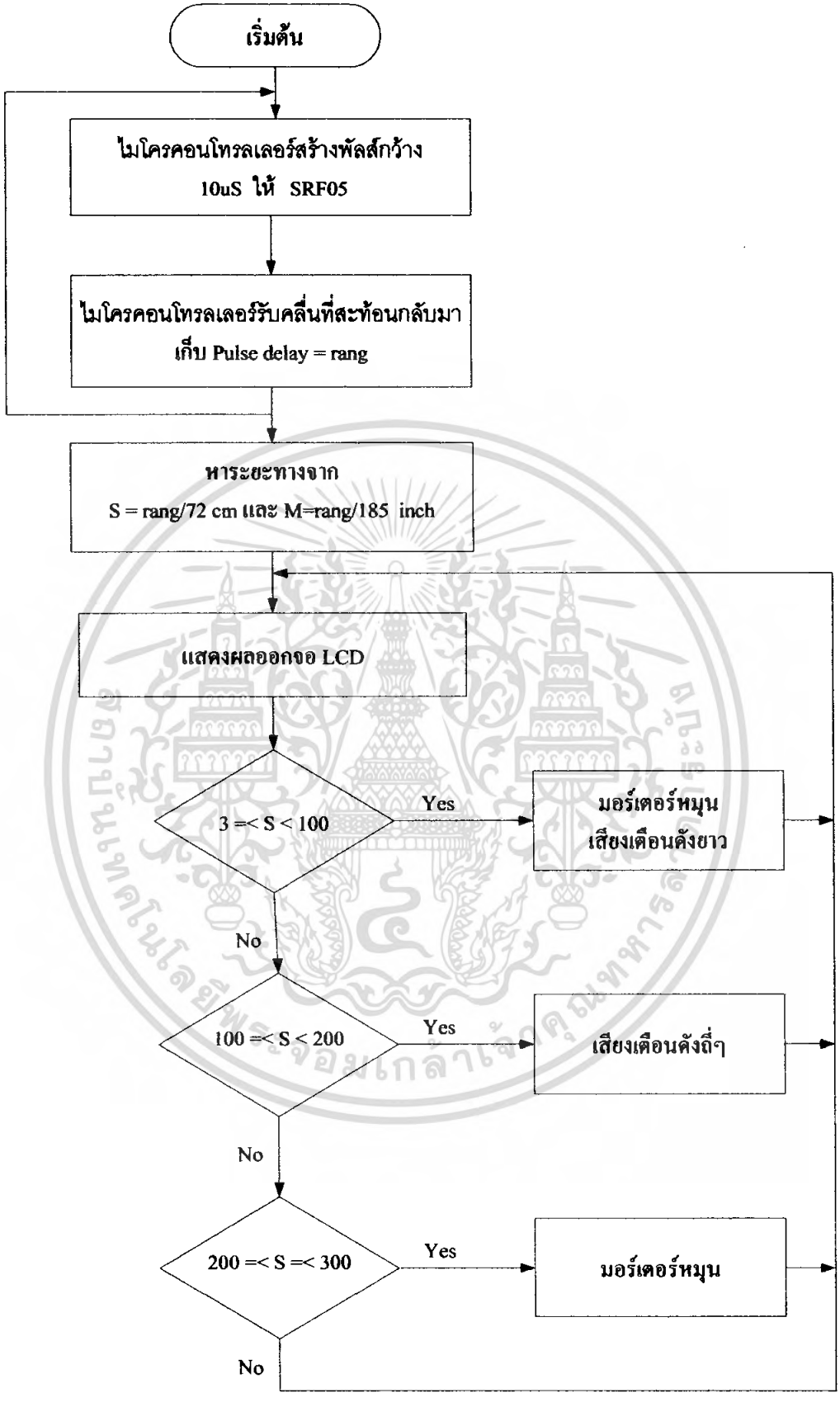


รูปที่ 3.8 วงจรแสดงการ shift data จาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เข้าสู่LCD

3.4.6 วงจรภาครวมของอุปกรณ์นำทางผู้พิการทางสายตา

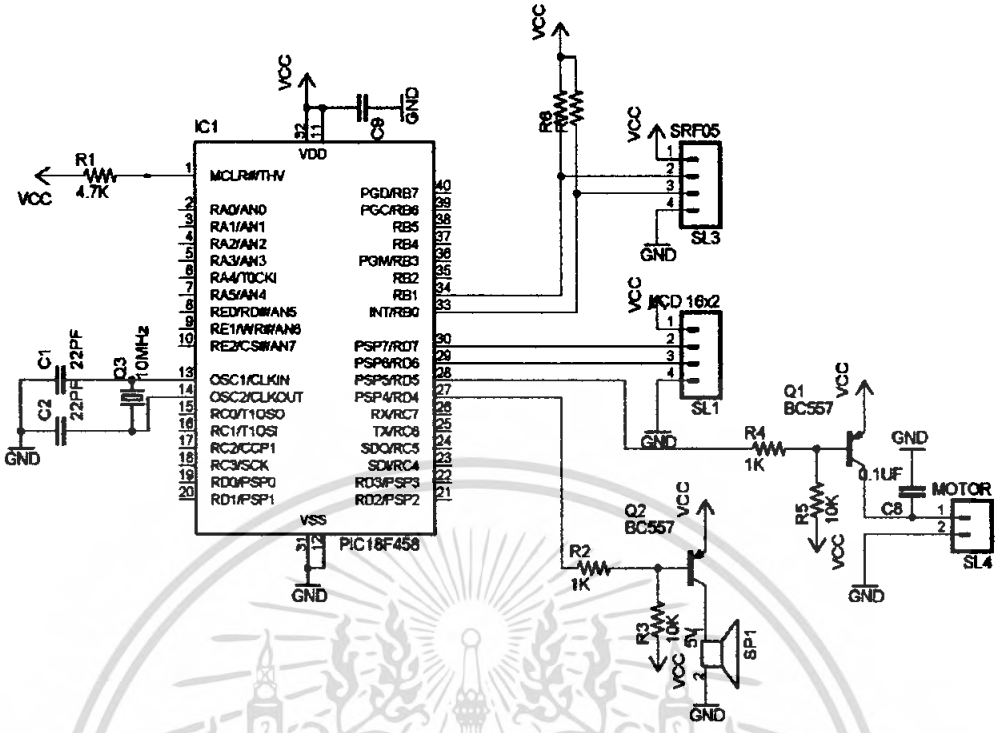
วงจรนี้เป็นวงจรรวมของระบบดังรูปที่ 3.8 ซึ่งประกอบด้วย อัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05 ทำหน้าที่ส่งและรับสัญญาณการสะท้อนมายังไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 จากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F4580 จะทำการประมวลผลแล้วแสดงทางผ่านจอ LCD เป็นระยะทางที่ห่างจากสิ่งกีดขวางและทำการประมวลผลตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ดังนี้ ถ้าสิ่งกีดขวางอยู่ในระยะ 2 .00– 3.00 เมตร อุปกรณ์จะสั่นเตือนผู้ใช้โดยมอเตอร์ที่เชื่อต่อกับพอร์ต PSP5/RD5 แต่ถ้าสิ่งกีดขวางอยู่ใกล้เข้ามาในระยะ 1.00 – 2.00 เมตร อุปกรณ์เตือนผู้ใช้ในรูปแบบของเสียงถี่สั้นๆ ถ้าหากสิ่งกีดขวางใกล้ตัวผู้ใช้มากในระยะ 0.03 – 1.00 เมตร อุปกรณ์จะเตือนออกมาในรูปแบบทั้งสั่นและมีเสียงยาวเตือนเมื่อระยะทาง ซึ่งคำสั่งในการเขียนโปรแกรมจะอยู่ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Flowchart แสดงการทำงานของวงจรรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรรวมของอุปกรณ์นำทางผู้พิการทางสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic

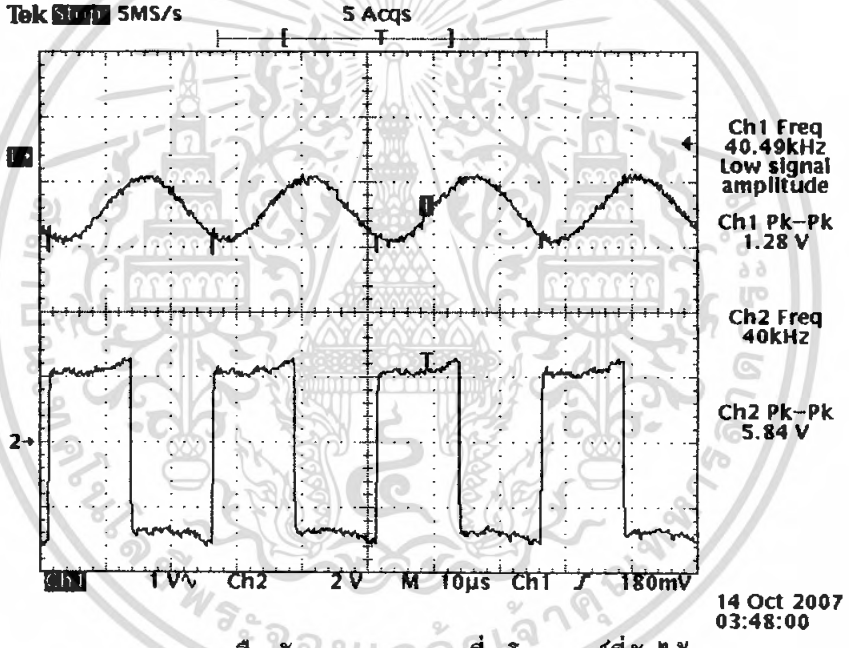
จุดประสงค์ เพื่อหาค่าความถี่เรโซแนนซ์ของ Utrasonic

วิธีการทดลอง 1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.3 วงจรที่ใช้ในการทดลองความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic

2. ป้อนสัญญาณนาฬิกาขนาด 6 Vp-p ความถี่ 20 kHz ไปจนถึง 50 kHz

3. บันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง



Ch 1 คือ สัญญาณของความถี่เรโซแนนซ์ที่วัดได้

รูปที่ 4.1 ผลการทดลองความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic

ความถี่ (KHz)	ค่าแรงดันที่ส่ง (Vp-p)	ค่าแรงดันที่รับได้ (Vp-p)	ความถี่ (KHz)	ค่าแรงดันที่ส่ง (Vp-p)	ค่าแรงดันที่รับได้ (Vp-p)
20	6	0.28	38	6	0.34
22	6	0.28	39	6	0.6
24	6	0.29	40	6	1.28
26	6	0.292	41	6	0.64
28	6	0.292	42	6	0.337
30	6	0.3	44	6	0.32
32	6	0.32	46	6	0.28
34	6	0.32	48	6	0.27
36	6	0.32	50	6	0.27

สรุปผลการทดลอง

ความถี่เรโซแนนซ์ของ Ultrasonic คือความถี่ที่ทำให้แรงดัน Output มีค่าสูงสุดซึ่งเท่ากับ 40 กิโลเฮิร์ตซ

4.2 การทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ

<u>จุดประสงค์</u> เพื่อทราบว่าวัตถุแต่ละชนิดและระยะทางที่ต่างกัน จะมีผลทำให้การสะท้อนของคลื่นอัลตราโซนิคแตกต่างกัน

<u>วิธีการทดลอง</u>

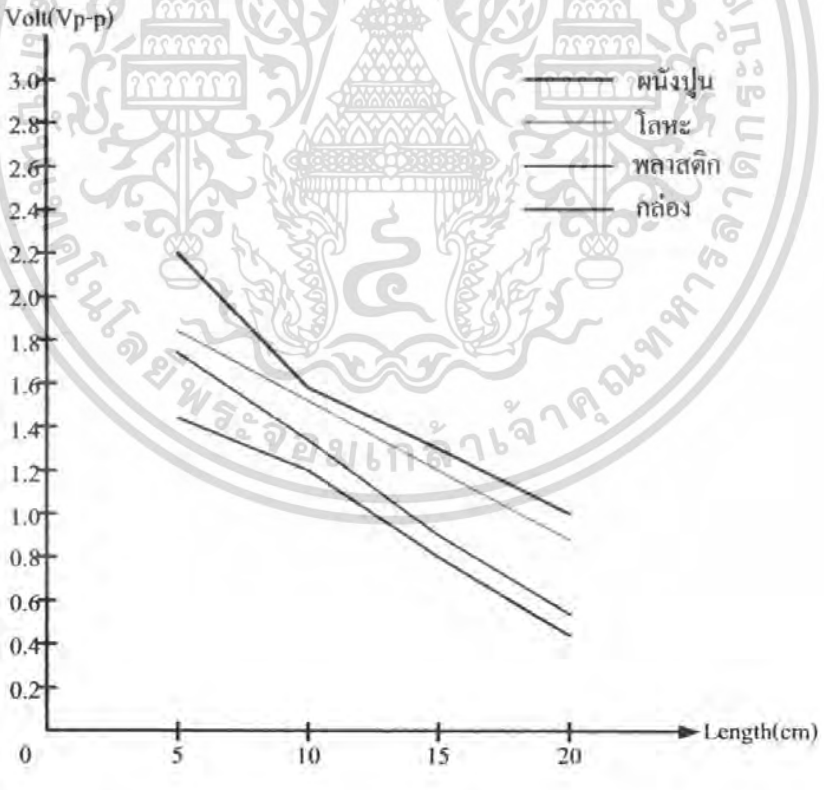
1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.4 วงจรที่ใช้ในการทดลองการสะท้องของ Ultrasonic
2. ปรับระยะทางของวัตถุแต่ละชนิด
3. บันทึกผลการทดลอง
4. กำหนดให้ด้านส่ง ส่งสัญญาณขนาด 5Vp-p ความถี่40 กิโลเฮิร์ตซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ ที่มีสัญญาณขนาด 5 Vp-p

ชนิดวัตถุ	ค่าแรงดันที่วัดได้(Vp-p)			
	ระยะ 5 ซม.	ระยะ 10 ซม.	ระยะ 15 ซม.	ระยะ 20 ซม.
ผนังปูน	2.20	1.58	1.30	1.00
โลหะ	1.82	1.52	1.20	0.86
พลาสติก	1.74	1.33	0.90	0.54
กล่อง	1.42	1.20	0.80	0.45

จากค่าที่บันทึกได้สามารถนำมาพล็อตเป็นกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ ที่มีสัญญาณขนาด 5 Vp-p

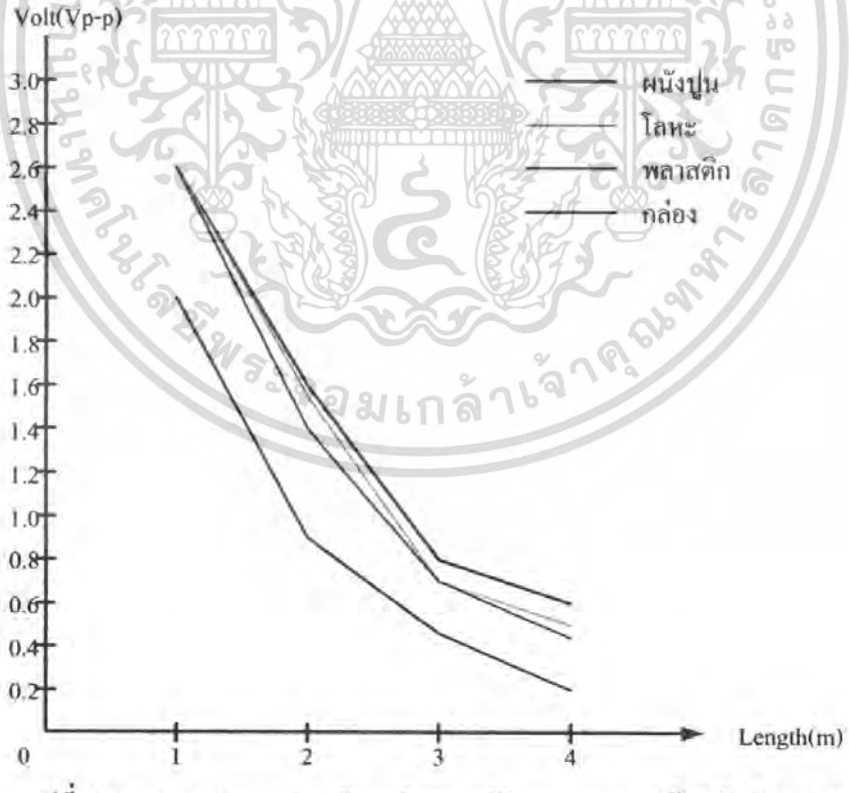
เมื่อเพิ่มระยะทางให้มากขึ้นจะพบว่าระดับแอมปลิจูดการสะท้อนของสัญญาณจะลดต่ำลง จึงมีการเพิ่มกำลังขยายเป็น 10 ตรงด้านรับ สามารถเก็บผลการทดลองได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆที่มีการเพิ่ม กำลังขยาย เป็น 10 เท่า

ชนิดวัตถุ	ค่าแรงเคลื่อนยอดต่อยอดที่วัดได้			
	ระยะ 1 ม.	ระยะ 2 ม.	ระยะ 3 ม.	ระยะ 4 ม.
ผนังปูน	2.60	1.60	0.80	0.60
โลหะ	2.60	1.55	0.70	0.50
พลาสติก	2.60	1.40	0.70	0.45
กล่อง	2.00	0.90	0.45	0.23

จากค่าที่บันทึกได้สามารถนำมาพล็อตเป็นกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองการวัดระดับแอมปลิจูดของการสะท้อนกับวัตถุต่างๆ ที่มีการเพิ่มเพิ่มกำลังขยาย 10 เท่า

สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าชนิดของวัตถุและระยะทางในการสะท้อนของคลื่นอัลตราโซนิคจะมีผลในการรับสัญญาณจากการสะท้อน คือ เมื่อระยะทางมากขึ้นขนาดของคลื่นที่สะท้อนกลับจะเล็กลง

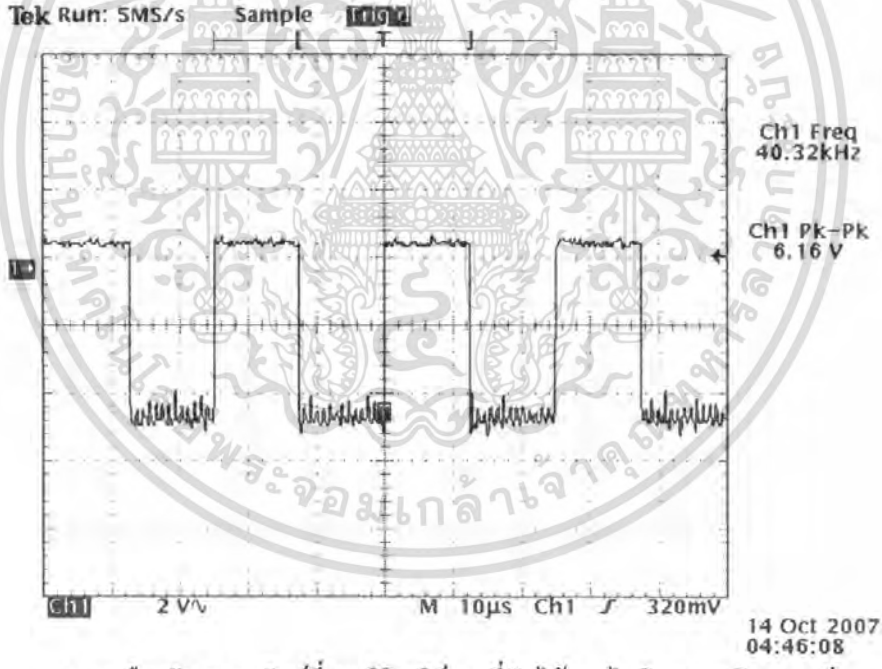
4.3 การทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40 kHz ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

<u>จุดประสงค์</u> เพื่อทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40 กิโลเฮิร์ตซ จากไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อเอาไปใช้ในวงจรตรวจสอบสิ่งกีดขวาง

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. เขียนโปรแกรมภาษา C จากหัวข้อที่ 3.4.3 ลงในตัวไมโครคอนโทรเลอร์ AT89C52
2. ต่อวงจรดังรูปที่ 3.5 ทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
3. วัดสัญญาณเอาต์พุตจากขาที่ 1
4. บันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง



Ch 1 คือ สัญญาณพัลส์ที่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ที่วัดได้จากไมโครคอนโทรเลอร์

รูปที่ 4.4 ผลการทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองความถี่ที่ได้ตรงกับความถี่ที่ต้องการ ดังนั้นสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการผลิตความถี่ให้กับอัลตราโซนิคได้

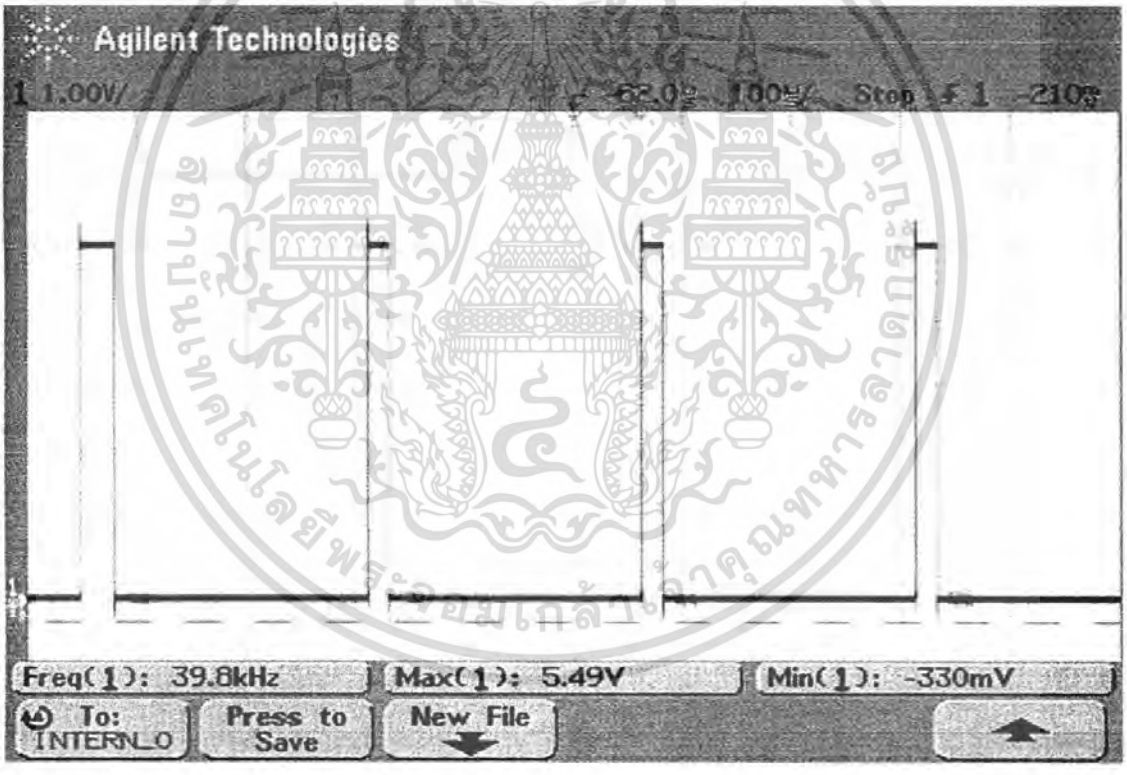
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการผลิตสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที ที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยจากไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

จุดประสงค์ เพื่อทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที ที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซด้วยจากไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 ให้กับSRF05 เพื่อใช้ในการตรวจสอบสิ่งกีดขวาง

วิธีการทดลอง

1. เขียนโปรแกรมภาษา C จากหัวข้อที่ 3.4.4 ลงในตัวไมโครคอนโทรเลอร์ PIC18F458
2. ต่อวงจรดังรูปที่ 3.6 การทดลองการกำเนิดสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาทีที่ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458
3. วัดสัญญาณเอาต์พุตจากขาที่ 33
4. บันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 4.5 ผลการทดลองผลิตสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 สามารถผลิตสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาที ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ ให้กับอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05 ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองการวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05

<u>จุดประสงค์</u> 1. เพื่อทดลองวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05

2. เพื่อทดลองการเชื่อมระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 และLCD

<u>วิธีการทดลอง</u> 1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.7 วงจรแสดงการเชื่อมต่อ LCD เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458และ 3.8 วงจรแสดงการ shift data จาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เข้าสู่LCD

2. เขียนโปรแกรมภาษา C โปรแกรมที่ 1 จากภาคผนวก ลงในตัวไมโครคอนโทรเลอร์ PIC18F458

3. บันทึกผลการทดลองลงในตาราง

4. Plot กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงและระยะทางที่วัดได้

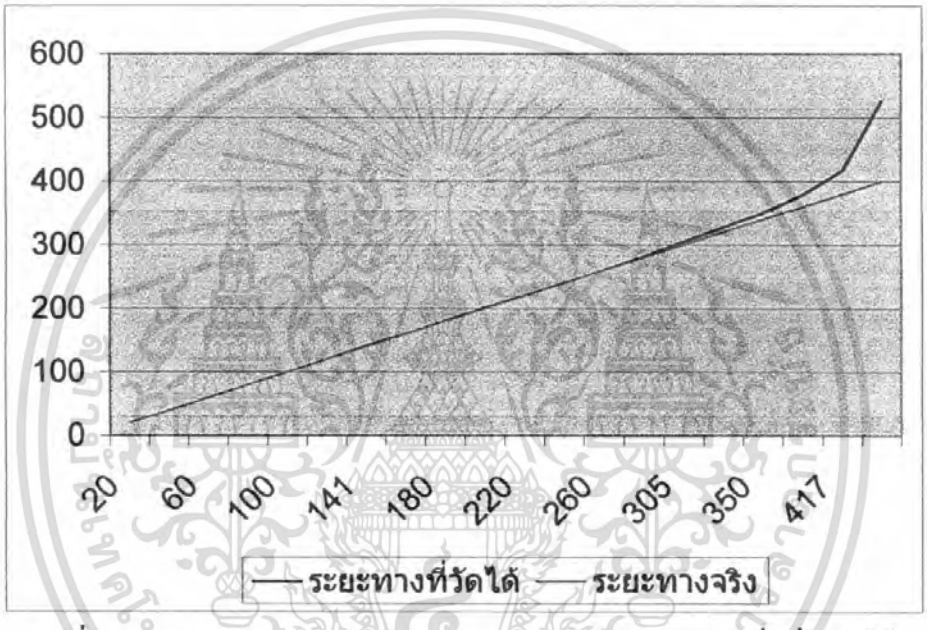
ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระยะทาง (cm)	ทดลองครั้งที่ 1(cm)	ทดลองครั้งที่ 2(cm)	ทดลองครั้งที่ 3(cm)
20	20	20	20
40	40	40	40
60	60	59	60
80	80	80	80
100	101	100	101
120	120	120	120
140	140	142	140
160	159	160	160
180	180	180	179
200	202	200	200
220	221	200	220
240	240	242	240
260	262	260	257
280	281	280	281
300	304	306	305
320	327	325	331
340	350	347	354

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระยะทาง (cm)	ทดลองครั้งที่ 1(cm)	ทดลองครั้งที่ 2(cm)	ทดลองครั้งที่ 3(cm)
360	376	380	379
380	428	413	417
400	501	526	538



รูปที่ 4.6 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางที่เครื่องวัดได้

รูปที่ 4.7 การทดลองวัดะยะทางด้วยอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05 ทาง LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05 สามารถแสดงผลออกจอ LCD ได้ ผลการวัดที่ค่อนข้างแม่นยำในระยะไม่เกิน 3 เมตรเมื่อเกินระยะ 3 เมตรไปแล้วระยะทางที่วัดได้เกิดความผิดพลาดมากขึ้นเราจึงใช้ระยะ 3 เมตรในการกำหนดเงื่อนไขการใช้งาน

4.6 การทดลองการตรวจสอบสิ่งกีดขวาง

<u>จุดประสงค์</u> เพื่อทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ ว่าเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.7 วงจรแสดงการเชื่อมต่อ LCD เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458และ 3.8 วงจรแสดงการ shift data จาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F458 เข้าสู่LCD
2. เขียนโปรแกรมภาษา C โปรแกรมที่ 1 จากภาคผนวก ลงในตัวไมโครคอนโทรเลอร์ PIC18F458
3. วัดระยะทางตรวจสอบกับสิ่งกีดขวาง
4. บันทึกการแสดงผล

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระยะทางที่ตรวจสอบ	การแสดงผล/ลักษณะการเตือน
30	เสียงดังยาว มอเตอร์หมุนสั่น
60	เสียงดังยาว มอเตอร์หมุนสั่น
90	เสียงดังยาว มอเตอร์หมุนสั่น
120	เสียงดังสั้นๆ มอเตอร์ไม่หมุน
150	เสียงดังสั้นๆ มอเตอร์ไม่หมุน
180	เสียงดังสั้นๆ มอเตอร์ไม่หมุน
210	ไม่มีเสียง มอเตอร์หมุน
240	ไม่มีเสียง มอเตอร์หมุน
270	ไม่มีเสียง มอเตอร์หมุน
300	ไม่มีเสียง มอเตอร์หมุน
330	ไม่มีเสียง มอเตอร์ไม่หมุน
360	ไม่มีเสียง มอเตอร์ไม่หมุน
390	ไม่มีเสียง มอเตอร์ไม่หมุน
390	ไม่มีเสียง มอเตอร์ไม่หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อส่งสัญญาณจากอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05 กระทบกับสิ่งกีดขวางในระยะต่างๆแล้วบันทึกผลดังตารางจะเห็นได้ว่า การทำงานของวงจรเป็นไปตามที่เราได้เขียนโปรแกรมไว้คือ ที่ระยะไม่เกิน 1 เมตรจะมีเสียงยาวเตือน และการสั่นของมอเตอร์ ถัดมาในระยะระหว่าง 1 – 2 เมตร จะมีเสียงเตือนสั้นๆติดต่อกัน แต่มอเตอร์ไม่หมุน จากนั้นช่วงระยะระหว่าง 2-3 เมตร จะไม่มีเสียงใดๆเตือน จะมีการหมุนของมอเตอร์เท่านั้น ระยะ 3 เมตรขึ้นไปจะไม่มีเสียง และมอเตอร์จะไม่หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 บทสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในส่วนของวงจรควบคุมการทำงานของไม้เท้านั้น เราใช้อัลตร้าโซนิค 1 ชุดด้วยกันในการตรวจสอบสิ่งกีดขวางซึ่งได้ทำการติดตั้งที่ตำแหน่งสำคัญของไม้เท้า ทำให้ตรวจสอบสิ่งกีดขวางได้แม่นยำที่สุด จากนั้นเราได้ทำการทดลองส่งสัญญาณจากอัลตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ SRF05 กระทบกับสิ่งกีดขวางในระยะต่างๆ SRF05 จะทำการส่งสัญญาณคลื่นอัลตร้าโซนิคออกไป แล้ววัดระยะเวลาที่มีสัญญาณสะท้อนตอบจาก SRF05

ความถี่สัญญาณอัลตร้าโซนิคของ SRF05 คือ 40 กิโลเฮิร์ตซ ถูกส่งออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 346 เมตรต่อวินาที ดังนั้นเมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น เวลาเริ่มต้นส่งคลื่น และเวลาที่รับเสียงสะท้อนกลับมาจึงสามารถคำนวณหาค่าของระยะทางได้ จากสูตรทางฟิสิกส์ว่า

$$V = s / t$$

เมื่อทราบระยะทางไปกลับทั้งหมดแล้วเราจึงนำมาหาร 2 เพื่อให้ได้ระยะทางจริงจึงนำไปแสดงผลที่ LCD

ในส่วนการใช้งานนั้นเราได้ใส่ฟังก์ชั่นการทำงานไว้สองรูปแบบเพื่อเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งานคือมอเตอร์ระบบสั่นและระบบเสียงให้คล้ายกับการทำงานของมือถือด้วยหลักการทำงานง่ายๆ สามารถเข้าใจง่ายคือ ที่ระยไกลจะไม่มีการทำงานในส่วนต่างๆ ต่อมาเมื่อผู้พิการทางสายตาเริ่มเข้าใกล้สิ่งกีดขวางในระยะปานกลางเครื่องก็จะสั่นเพียงอย่างเดียวเพื่อให้ผู้ใช้รู้ตัวก่อน ต่อมาเมื่อเริ่มเข้าใกล้สิ่งกีดขวางในระยะประชิดไม้เท้าจะส่งเสียงเตือนออกมาพร้อมกับสั่นเตือนสำหรับบอกให้คนอื่นได้รู้ด้วย จึงบันทึกผลดังตารางจะเห็นได้ว่า การทำงานของวงจรเป็นไปตามที่เราออกแบบ

ในส่วนโปรแกรมนั้นเราพบว่าที่การวัดระยะสั้นจะมีความแม่นยำสูง แต่เมื่อที่ระยะไกลออกไปจะเริ่มมีความคลาดเลื่อนเกิดขึ้นคือระยะทางที่วัดได้จะไม่ถูกต้อง โดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดน่าจะมาจากสาเหตุของ ส่วนโปรแกรมในการหน่วงเวลารับส่งของสัญญาณที่ไม่ถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้ส่วนของการคำนวณเวลาผิดเพี้ยนไป ส่งผลต่อระยะทางตามมา

5.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ

แนวทางในการพัฒนาของไม้เท้านำทางคนตาบอด อาจมีอีกหลายทางที่คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ซึ่งคณะผู้จัดทำได้เคยลองการเพิ่มฟังก์ชั่นเตือนเมื่อแบตเตอรี่ใกล้จะหมด แต่เกิดปัญหาอยู่ว่าตอนใช้แบตเตอรี่ที่เป็นถ่านชาร์จ พอมอเตอร์หมุนระดับแรงดันของถ่านจะตกลงทำให้ไม่สามารถแจ้งเตือนได้อย่างแม่นยำ หากแก้ไขจุดนี้ได้คาดว่าคงเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งานไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คุสิต เครืองาม , "สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ ฟิสิกส์ เทคโนโลยีและการใช้งานเล่ม 1", จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นคร ภักดีชาติ และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตวิไล , "MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C", อินโนเวทีฟเอ็กเพอริเมนต์

อรรถพล บุญยะโภคา วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตวิไล , "เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม", อินโนเวทีฟเอ็กเพอริเมนต์

พรเทพ เลิศบัวรักษ์ , "ควบคุมการหมุนมอเตอร์ไฟตรง", HOBBY ELECTRONIC, ฉบับที่ 141

พรเทพ เลิศบัวรักษ์ , "เชื่อมต่อวงจรผ่านออปโตคัปเปอร์", HOBBY ELECTRONIC, ฉบับที่ 144

ณัฏฐพล วงศ์สุนทรชัย และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , "เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628" , กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ , 2547

http://www.datasheet.com

http://www.electronic-engineering.ch/microchip

David Benson "Easy PIC'n";Square 1 Electronic publisher ; 1996

Mullard "Application of Infrared Detector" ; Mullard Co,LTD Publishe ; 1971

Microchip Tecnology Inc. "Micro Controller PIC16F84 Manual" ; 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

1. โปรแกรมการทำงานของPIC18F458

```
#include <18F458.h>

#FUSES NOWDT                    //No Watch Dog Timer
#FUSES WDT128                   //Watch Dog Timer uses 1:128
Postscale
#FUSES HS                       //High speed Osc (> 4mhz)
#FUSES NOPROTECT                //Code not protected from reading
#FUSES NOOSCSEN                 //Oscillator switching is disabled,
main oscillator is source
#FUSES BROWNOUT                 //Reset when brownout detected
#FUSES BORV20                   //Brownout reset at 2.0V
#FUSES NOPUT                    //No Power Up Timer
#FUSES NOCPD                    //No EE protection
#FUSES STVREN                   //Stack full/underflow will cause
reset
#FUSES NODEBUG                  //No Debug mode for ICD
#FUSES NOLVP                    //No low voltage prgming, B3(PIC16)
or B5(PIC18) used for I/O
#FUSES NOWRT                    //Program memory not write protected
#FUSES NOWRTD                   //Data EEPROM not write protected
#FUSES NOWRTB                   //Boot block not write protected
#FUSES NOCPB                    //No Boot Block code protection
#FUSES NOWRTC                   //configuration not registers write
protected
#FUSES NOEBTR                   //Memory not protected from table
reads
#FUSES NOEBTRB                  //Boot block not protected from table
reads

#use delay(clock=10000000)

#define LCDCLK PIN_D7
#define LCDDAT PIN_D6

#define buzzer PIN_D4
#define virbat PIN_D5
#define SRF05  PIN_B1


#define DATA1   output_high(LCDDAT)
#define DATA0   output_low(LCDDAT)


void lcd_Es()
{
   output_high(LCDDAT);
   delay_us(200); //only in high
   output_low(LCDDAT);
}

void lcd_Clk()
{
   output_high(LCDCLK);
   output_low(LCDCLK);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void lcd_Send_Nibble( char nibble, int1 rs)
 {
   int8 i;

   DATA0; // clear output
   for (i=0; i<6; i++)
   lcd_Clk();

   DATA1;
   lcd_Clk();

   if (rs==1)
   {
      DATA1; // Output the RS Bit Value
   }
    ELSE
    {
      DATA0;
    }
   lcd_Clk();
   for (i = 0; i<4; i++)
   { // Output the Nybble
      if (nibble & 0x08)
      {
         DATA1; // Output the High Order Bit
      }
      else
      {
         DATA0;
      }
      lcd_Clk(); // Strobe the Clock
      nibble<<=1; // Shift up Nybble for Next Byte
   }
   lcd_Es(); // Toggle the "E" Clock Bit
}

void lcd_send_byte( int n , int1 rs)
 {
   lcd_send_nibble(n >> 4 , rs);
   lcd_send_nibble(n & 0xf, rs);
}

void lcd_init( void)
{
   lcd_send_nibble(0x03,0);
   delay_ms(5);
   lcd_es();
   delay_us(160);
   lcd_es();
   delay_us(160);
   lcd_send_nibble(0x02,0);
   delay_us(160);
   lcd_send_byte(0x28,0);
   lcd_send_byte(0x08,0);
   lcd_send_byte(0x01,0);
   delay_ms(5);
   lcd_send_byte(0x06,0);
   lcd_send_byte(0x0C,0);
}

void lcd_gotoxy( int x, int y)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
   BYTE address;
   if (y!=1)
   {
      address=0x40;
   }
   else
    {
      address=0;
   }
   address+=x-1;
   lcd_send_byte(0x80|address,0);
}

void lcd_putc( char c)
{
   switch (c)
    {
      case '\f' :
      lcd_send_byte(1,0);
      delay_ms(10);
       break;

      case '\n' :
      lcd_gotoxy(1,2);
      break;

      case '\b' :
       lcd_send_byte(0x10,0);
       delay_ms(10);
        break;

      default :
      lcd_send_byte(c,1);
      break;
   }
}
void modealarm1(void)    // 2-3.5M
{
 output_high(buzzer);
 output_low(virbat);
 delay_ms(20);
}
void modealarm2(void)
{
 output_low(buzzer);
 delay_ms(50);
 output_high(buzzer);
 output_high(virbat);
 delay_ms(20);
}
void modealarm3(void)
{
 output_low(buzzer);
 output_low(virbat);
 delay_ms(20);
}
int16 Sonar(void)
 {
   setup_timer_1(T1_DISABLED);
   set_timer1(0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   output_low(SRF05);                                    // set current
state
   output_high(SRF05);                                   // bring high
   delay_us(10);                                         // wait 10 uS
   output_low(SRF05);                                   // bring low
   while (!input(SRF05));                               // wait to go
high
   setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_2);               // Start ticking
   while(input(SRF05));                                 // wait until it
goes low
   setup_timer_1(T1_DISABLED);
   return get_timer1();                                  // read timer1
}

void welcome_lcd(void)
{
 lcd_putc('\f');
 lcd_gotoxy(1,1);
 lcd_putc("SRF05 Ultra-Sonic");
 lcd_gotoxy(1,2);
 lcd_putc("Ranger cm/inch");
 delay_ms(2000);
}
void checkmode(void)
{
    modealarm1();
    modealarm2();
    modealarm3();
}
void main()
{
   int16 rang=0,checkrang=0;

   set_tris_a(0xFF);
   set_tris_b(0xF0);
   set_tris_c(0xFF);
   set_tris_d(0xFF);
   set_tris_e(0xFF);
   enable_interrupts(GLOBAL);
   enable_interrupts(INT_TIMER1);


   setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_2);
   lcd_init();
   lcd_putc('\f');
   welcome_lcd();

   while(true)
   {
        rang=Sonar();

        checkrang=rang/72;


        if((checkrang>=3)&&(checkrang<=100))
        {
        modealarm2();
        }

        if((checkrang>100)&&(checkrang<=200))
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        modealarm1();
        }

        if((checkrang>200)&&(checkrang<=300))
        {
       output_low(buzzer);
        output_high(virbat);
        }
        if(checkrang>300)
        {
        modealarm3();
          }
        lcd_putc('\f');
        lcd_gotoxy(1,1);
        lcd_putc("Distance Calcula");
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf(lcd_putc"  %lucm  %luinch",rang/72,rang/185);
        delay_ms(200);

   }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้