สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัตโนมัติ

AUTOMATIC TARGET TRACKING ROBOT

T046240

โดย

นาย ธนาวุฒิ พันธุ์พาณิชย์

นาย นิธิ ทองอุ่น

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46240
วัน, เดือน, ปี 21 มี.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัตโนมัติ

AUTOMATIC TARGET TRACKING ROBOT

โดย

นาย ธนาวุฒิ พันธุ์พาณิชย์ เลขประจำตัว 41014176

นาย นิธิ ทองอุ่น เลขประจำตัว 41014221

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

ปริญญานิพนธ์นี้สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง หุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นาย ธนาวุฒิ พันธุ์พาณิชย์

2. นาย นิธิ ทองอุ่น

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัตโนมัติ

AUTOMATIC TARGET TRACKING ROBOT

ผู้จัดทำ

1. นาย ธนาวุฒิ พันธุ์พาณิชย์ เลขประจำตัว 41014176
2. นาย นิธิ ทองอุ่น เลขประจำตัว 41014221

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบ

.....

(อ.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัตโนมัติ

นาย ธนาวุฒิ พันธุ์พาณิชย์
นาย นิธิ ทองอุ่น
อ. เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

โครงงาน "หุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัตโนมัติ" จะเป็นการสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ไปตามที่ที่เป้าหมายอาศัยอยู่ ซึ่งใช้คลื่นสัญญาณอัลตราโซนิคในการรับส่งสัญญาณระหว่างตัวเป้าหมายกับตัวหุ่นยนต์ โดยที่ตัวเป้าหมายจะมีตัวรับและตัวส่งสัญญาณอัลตราโซนิคอยู่ซึ่งใช้ส่งสัญญาณตอบโต้กับตัวหุ่นยนต์ และที่ตัวหุ่นยนต์ก็จะมีตัวรับและตัวส่งสัญญาณอัลตราโซนิคเช่นกัน แต่จะมีส่วนประมวลผลและควบคุมเพิ่มเข้ามาเพื่อใช้ในการคำนวณและควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวรถ ซึ่งส่วนนี้ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นตัวประมวลผลและควบคุม ส่วนการขับเคลื่อนของตัวหุ่นยนต์จะใช้มอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC TARGET TRACKING ROBOT

Mister Thanawut Panpanish

Mister Nithi Thong-Oun

Advisor Therdsuk Lew-hathong

2001

Abstract

The project presents "Automatic Target Tracking Robot". Ultrasonic Wave is applied for the tracking system between target and the robot; and both of them have been installed the receiver and transmitter. In addition, the robot includes process and control unit for computing and controlling a movement of the robot. PICs are used in the project. DC motors are used to move.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการทำงาน	2
- 2.1 ส่วนประกอบของโครงงาน	2
- 2.2 หลักการทำงาน	3
- 2.2.1 หลักการหาระยะทาง	4
- 2.2.3 หลักการหาทิศทาง	5
- 2.2.4 หลักการเคลื่อนที่ของตัวรถ	6
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
- 3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นอัลตราโซนิค	7
- 3.1.1 คุณสมบัติและธรรมชาติของคลื่นอัลตราโซนิค	7
- 3.1.2 คลื่นอัลตราโซนิค	7
- 3.1.3 ชนิดของคลื่นอัลตราโซนิค	7
- 3.1.4 คุณสมบัติที่สำคัญของคลื่นอัลตราโซนิค	9
- 3.2 อัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์	13
- 3.2.1 ปรากฏการณ์เปียโซอิเลคทริค	13
- 3.2.2 วัสดุเปียโซอิเลคทริค	14
- 3.2.3 ชนิดของเปียโซอิเลคทริคทรานสดิวเซอร์	14
- 3.2.4 การทำงานของทรานสดิวเซอร์	15
- 3.2.5ข้อควรระวังในการใช้งานตัวรับ-ส่งทรานสดิวเซอร์	15
- 3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC	16
- 3.3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84	17
- 3.3.2 สถาปัตยกรรม PIC16F84	19
- 3.3.3 การจัดขาของ PIC16F84	21
- 3.3.4 การป้อนสัญญาณนาฬิการให้ PIC16F84	21
- 3.3.5 จังหวะและไซเคิลการทำงานของ PIC16F84	25
- 3.3.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.3.7 สถาปัตยกรรมของ PIC16F876 28
- 3.3.8 การจัดขาของ PIC16F876 29
- 3.3.9 การป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F876 29
- 3.3.10 การจัดสรรหน่วยความจำใน PIC16F876 30

บทที่ 4 หลักการออกแบบ 31
- 4.1 ภาคส่งคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค 31
- 4.2 ภาครับคลื่นอัลตราโซนิค 32
- 4.3 ภาคขับเคลื่อน 33
- 4.4 ภาคประมวลผล 34

บทที่ 5 ผลการทดลอง 37

บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 43

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 การทำงานของหุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัติโนมัติ	1
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบตัวเป้าหมายและตัวหุ่นยนต์	2
รูปที่ 2.2 การติดต่อระหว่างตัวหุ่นยนต์และตัวเป้าหมาย	3
รูปที่ 2.3 แสดงการผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนจากวัตถุที่ไม่ใช่เป้าหมาย	4
รูปที่ 2.4 แสดงหลักการหาทิศทางจากเป้าหมาย	5
รูปที่ 2.5 เวคเตอร์การเคลื่อนที่	6
รูปที่ 3.1 แสดงหลักการเกิดคลื่นตามขวาง	8
รูปที่ 3.2 แสดงการบีสต์ของคลื่นเสียง 2 คลื่น	9
รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะการเกิดคลื่นนิ่ง	9
รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของคลื่นเสียงที่ผ่านช่องแคบๆจะเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดตัวใหม่	10
รูปที่ 3.5 แสดงการหักเหของคลื่นเสียงในตัวกลางที่มีความหนาแน่นอากาศต่างกัน	10
รูปที่ 3.6 คลื่นวงกลมกระทบกันกับฉากที่เป็นเส้นตรง	11
รูปที่ 3.7 ผลของเปียโซอิเล็คทริค	13
รูปที่ 3.8 วงจรเสมือนของเปียโซอิเล็คทริค	13
รูปที่ 3.9 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F84	20
รูปที่ 3.10 การจัดขาของ PIC16F84	21
รูปที่ 3.11 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ	22
รูปที่ 3.12 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้คริสตอล	24
รูปที่ 3.13 การป้อนสัญญาณนาฬิกาด้วยเซรามิคเรโซเนเตอร์	25
รูปที่ 3.14 แสดงจังหวะและไซเคิลการทำงานของ PIC16F84	26
รูปที่ 3.15 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F84	28
รูปที่ 3.16 การจัดขาของ PIC16F84	29
รูปที่ 3.17 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมใน PIC16F876	30
รูปที่ 4.1 วงจรภาคส่งสัญญาณอัลตราโซนิค	31
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณที่ได้ ณ จุดต่างๆขณะส่งสัญญาณ 40 kHz	32
รูปที่ 4.3 วงจรภาครับคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค	32
รูปที่ 4.4 แสดงการต่อวงจรภาคขับเคลื่อน	33
รูปที่ 4.5 หลักการทำงานอย่างง่ายของรถ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 โฟลวชาร์ตการทำงานของโปรแกรม 36
รูปที่ 5.1 วงจรภาคส่งคลื่นอัลตราโซนิค 37
รูปที่ 5.2 แสดงรูปคลื่นที่วัดได้ที่ พอร์ต A0 และ A1 ของ PIC 38
รูปที่ 5.3 แสดงรูปคลื่นที่วัดคร่อมตัวส่งอัลตราโซนิค 38
รูปที่ 5.4 วงจรภาครับสัญญาณอัลตราโซนิค 39
รูปที่ 5.5 วัดสัญญาณที่ระยะ 1 เมตร 39
รูปที่ 5.6 วัดสัญญาณที่ระยะ 2 เมตร 40
รูปที่ 5.7 วัดสัญญาณที่ระยะ 4 เมตร 40
รูปที่ 5.8 วัดสัญญาณที่ระยะ 6 เมตร 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

โครงงานหุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัตโนมัตินี้ จะเป็นการสร้างหุ่นยนต์ที่สารถเคลื่อนที่ติดตามเป้าหมายได้ ซึ่งจะประกอบไปด้วยสองส่วนใหญ่ๆ คือ ตัวเป้าหมายและตัวหุ่นยนต์ โดยอาศัยการส่งสัญญาณโต้ตอบกันระหว่างตัวเป้าหมายและตัวหุ่นยนต์

รูปที่ 1.1 การทำงานของหุ่นยนต์ตามเป้าหมายอัติโนมัติ

จากรูปที่ 1.1 เมื่อเป้าหมายเป้าหมายอยู่ที่ตำแหน่ง ก. หุ่นยนต์ก็จะเคลื่อนที่ ตรงเข้าไปหาเป้าหมาย แต่เมื่อเป้าหมายมีการเปลี่ยนตำแหน่งไปยังตำแหน่ง ข. หุ่นยนต์ก็จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางที่เป้าหมายใหม่อาศัยอยู่ และในการเคลื่อนที่นี้จะมีการรักษาระยะห่างระหว่างตัวเป้าหมายกับตัวหุ่นยนต์ด้วย เช่น เมื่อเป้าหมายอยู่ห่างจากตัวหุ่นยนต์มากก็จะให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าหาตัวเป้าหมาย แต่ถ้าหุ่นยนต์อยู่ใกล้กับเป้าหมายเกินไปก็จะทำการถอยหลัง จนระยะระหว่างตัวเป้าหมายกับตัวหุ่นยนต์อยู่ในระยะที่พอเหมาะ รถก็จะหยุดไม่เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการทำงาน

จากที่ได้กล่าวถึงการทำงานของหุ่นยนต์ไปพอสังเขปแล้วในบทนำ ในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานโดยละเอียดในแต่ละส่วน โดยจะกล่าวเป็นถึงส่วนประกอบของโครงงานให้ทราบเสียก่อนว่าประกอบไปด้วยอะไรบ้างแล้วจะกล่าวถึงหลักการทำงานต่อไป

2.1 ส่วนประกอบของโครงงาน

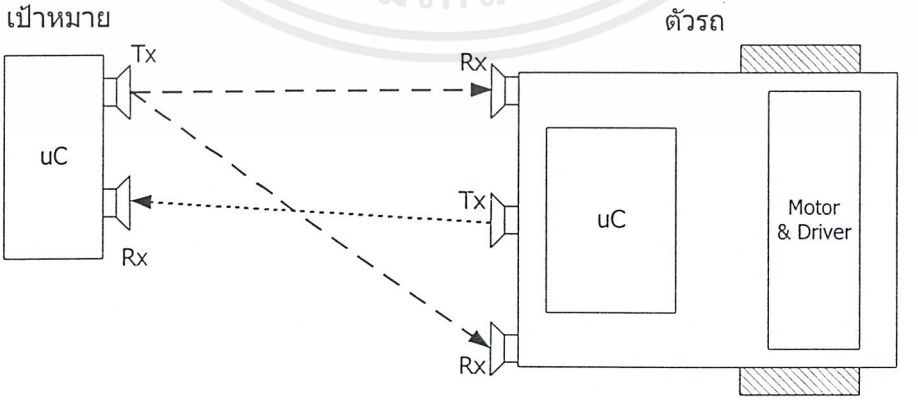
ในโครงงานนี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักคือ

2.1.1 ตัวหุ่นยนต์ ส่วนนี้จะทำหน้าที่ส่งคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค (ความถี่ 40 kHz) ออกไป และจะรอสัญญาณตอบกลับจากตัวเป้าหมาย จากนั้นก็จะเคลื่อนที่ไปตามที่เป้าหมายอยู่ ในส่วนนี้ประกอบไปด้วย 4 ส่วนย่อยคือ

- ชุดรับสัญญาณ 2 ชุด
- ชุดส่งสัญญาณ 1 ชุด
- ชุดประมวลผลและควบคุมตัวรถ 1 ชุด
- ชุดขับเคลื่อน

2.1.2 ตัวเป้าหมาย ส่วนนี้จะทำหน้าที่คล้ายกับเป็นตัวสะท้อนสัญญาณ คือตัวเป้าหมายได้รับสัญญาณจากหุ่นยนต์ ก็จะทำการส่งสัญญาณตอบกลับออกไปยังตัวหุ่นยนต์ โดยจะมีการควบคุมจังหวะการส่งสัญญาณไว้ด้วย ส่วนนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนย่อยคือ

- ชุดรับสัญญาณ 1 ชุด
- ชุดส่งสัญญาณ 1 ชุด
- ชุดควบคุมการส่งสัญญาณ



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของตัวเป้าหมายและหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

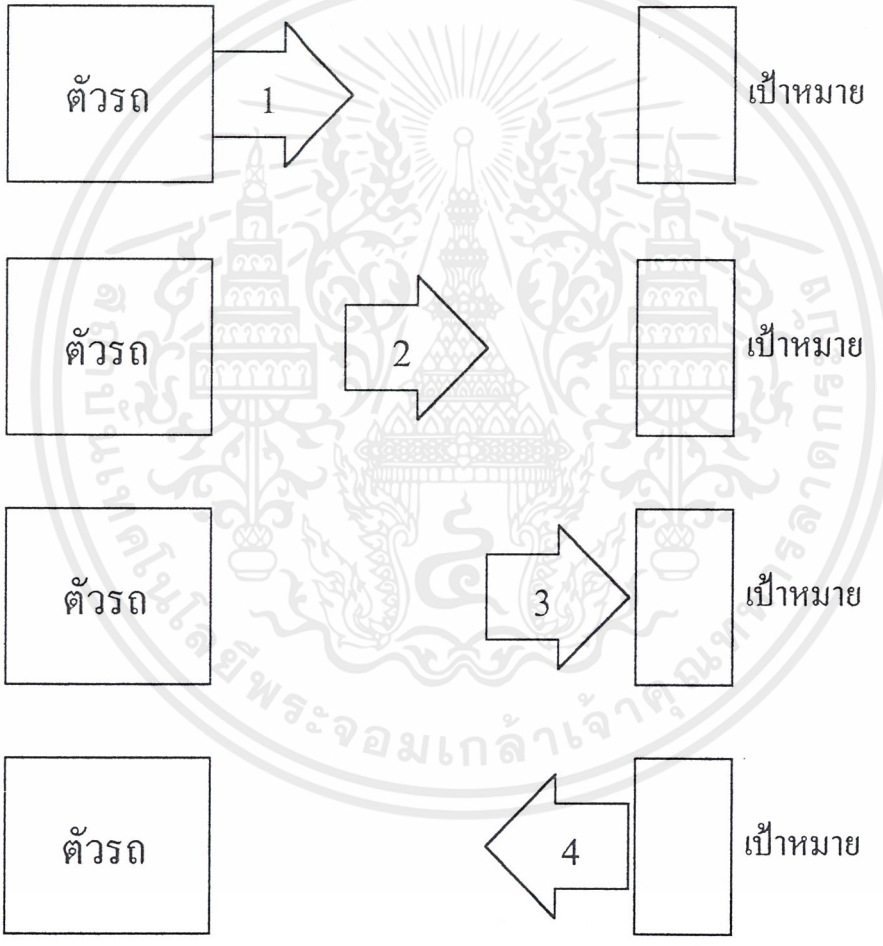
2.2 หลักการทำงาน

จากส่วนประกอบที่ได้กล่าวไปแล้วจะกล่าวถึงหลักการทำงานโดยรวมคือ เริ่มแรกตัวหุ่นยนต์จะส่งสัญญาณ (ความถี่ 40 kHz) ออกไปพร้อมกับเริ่มจับเวลา ถ้าตัวเป้าหมายได้รับสัญญาณที่ออกมาจากตัวหุ่นยนต์ ก็จะทำการส่งสัญญาณตอบรับกลับไป เมื่อตัวหุ่นยนต์ได้รับสัญญาณตอบกลับก็จะทำการเก็บค่าเวลานั้นไปประมวลผลเพื่อนำไปควบคุมการเคลื่อนที่ต่อไป รูปที่ 2.2 แสดงการติดต่อกันระหว่างตัวเป้าหมายและตัวหุ่นยนต์ และจากการติดต่อกันนี้ค่าที่ต้องการหาคือ

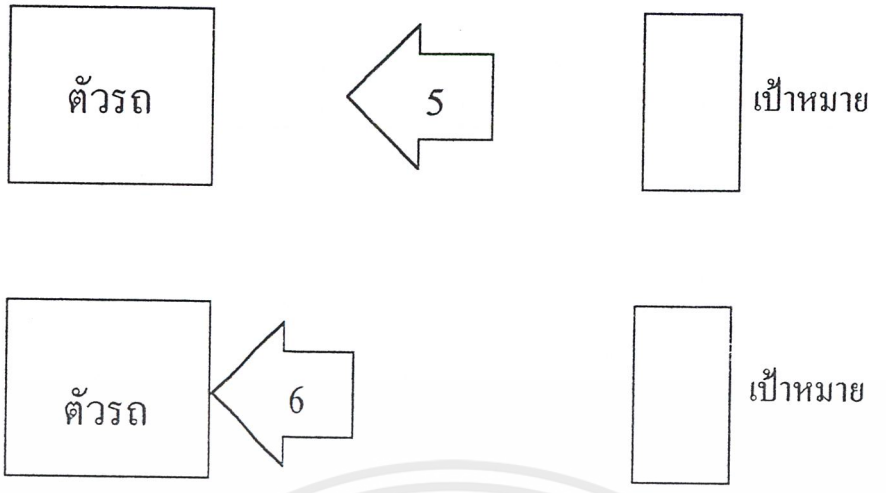
ก. *ค่าระยะทาง* จะนำไปควบคุมระยะการเคลื่อนที่หรือระยะการหยุดรถ

ข. *ค่าทิศทาง* จะนำไปควบคุมการเลี้ยวรถ

ซึ่งหลักการหาค่าระยะทางและค่าทิศทางนี้จะกล่าวในหัวข้อต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

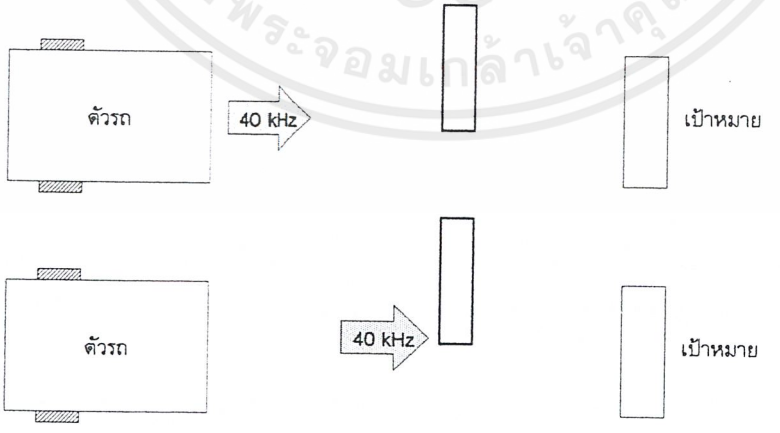


รูปที่ 2.2 การติดต่อระหว่างตัวหุ่นยนต์และตัวเป้าหมาย

2.2.1 หลักการหาระยะทาง

การหาระยะทางมีวิธีการดังนี้ เริ่มแรกตัวส่งสัญญาณที่อยู่บนตัวหุ่นยนต์จะส่งสัญญาณออกไปพร้อมกับเริ่มจับเวลา ถ้าตัวรับที่ตัวเป้าหมายได้รับสัญญาณก็จะทำการส่งสัญญาณกลับมายังตัวหุ่นยนต์ เมื่อตัวรับสัญญาณที่ตัวรถได้รับสัญญาณก็จะทำการหยุดนับเวลา ค่าเวลาที่ได้นั้นก็จะเป็นระยะเวลาที่สัญญาณเดินทางไปและเดินทางกลับมาที่ตัวหุ่นยนต์ ซึ่งค่าเวลานี้ก็จะนำไปคำนวณและประมวลผลเพื่อที่จะได้นำไปควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์

แต่ในการใช้งานจริง จะไม่ทราบเลยว่าจะมีสิ่งกีดขวางอยู่ระหว่างตัวเป้าหมายกับตัวหุ่นยนต์หรือไม่ ถ้ามีสิ่งกีดขวางอยู่จะทำให้เกิดการจับเวลาผิดพลาด ซึ่งค่าที่ได้จะน้อยกว่าที่เป็นจริง ดังแสดงในรูปที่ 2.3

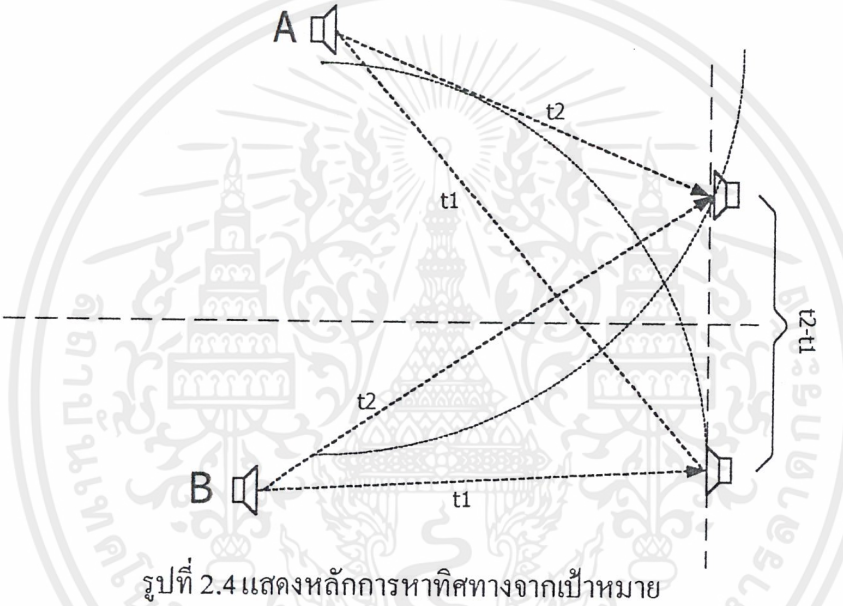


รูปที่ 2.3 แสดงการผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนจากวัตถุที่ไม่ใช่เป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 หลักการหาทิศทาง

การหาทิศทางจะอาศัยการจับเวลาที่ตัวรับสัญญาณทั้งสองตัวที่อยู่บนตัวหุ่นยนต์ได้รับต่างกัน ซึ่งค่าเวลานี้จะได้มาในขณะที่ตัวเป้าหมายส่งสัญญาณตอบกลับมายังตัวหุ่นยนต์ แสดงดังรูปที่ 2.4 โดยค่าเวลาในส่วนนี้จะนำไปคำนวณหาระดับการเลี้ยวของตัวหุ่นยนต์ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าผลต่างเวลามีค่าน้อยแสดงว่าตัวเป้าหมายอยู่ใกล้กับแนวตรงกลางตัวรถ ก็จะให้ตัวรถวิ่งตรง แต่ถ้าค่าต่างเวลามีค่ามาก ก็จะควบคุมให้ตัวหุ่นยนต์ทำการเลี้ยวด้วยระดับความเร็วค่าหนึ่ง ซึ่งค่าความเร็วในการเลี้ยวขึ้นอยู่กับการออกแบบ ซึ่งจากหลักการทำงานแบบนี้จะทำให้ตัวรถพยายามรักษาค่าความแตกต่างของเวลาที่จับได้ระหว่างตัวรับสัญญาณทั้งสองตัวให้มีค่าน้อยที่สุด เพื่อให้หันไปในทิศทางที่เป้าหมายอยู่



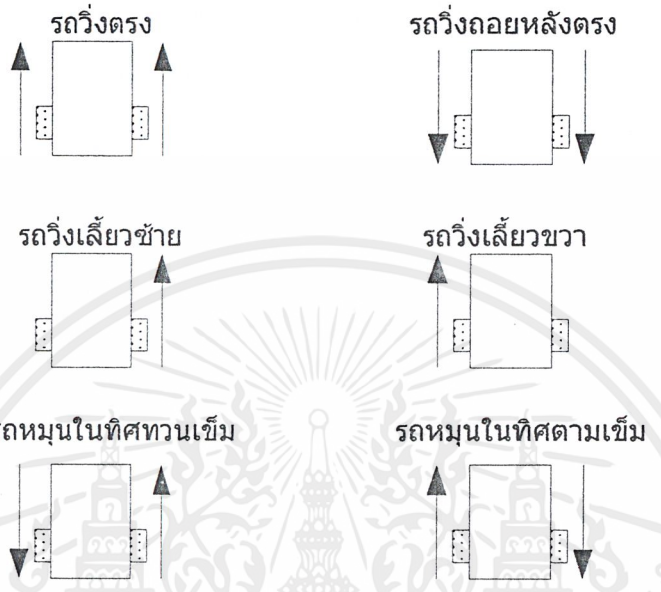
รูปที่ 2.4 แสดงหลักการหาทิศทางจากเป้าหมาย

จากรูปที่ 2.4 แสดงถึงหลักการหาระยะทางที่ตำแหน่งต่าง ๆ (A และ B) จากการที่คลื่นอัลตราโซนิคที่เคลื่อนที่มาจากเป้าหมาย ที่จุด A หรือ B นั้นจะเห็นได้ว่าใช้เวลาในการเดินทางไปยังตัวรับทั้งสองตัวซึ่งอยู่บนตัวรถไม่เท่ากัน เป็นระยะเวลา t1 และ t2 ดังรูป ซึ่งจากค่าผลต่างของเวลานี้จะเป็นตัวบอกทิศทางของตัวรถและเป้าหมายว่าอยู่ในทิศใน ซึ่งมุมที่ทำกับเป้าหมายและผลต่างของเวลานี้จะแปรตามกันดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 หลักการเคลื่อนที่ของตัวรถ

เมื่อได้ค่าระยะทางและค่าทิศทางแล้ว ก็จะเป็นการส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของตัวหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปที่ตามเป้าหมายอยู่ ซึ่งการควบคุมตัวหุ่นยนต์นั้นจะเป็นการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ให้หมุนด้วยความเร็วต่างๆ กัน โดยเวคเตอร์เป็นตัวกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ ดังรูปที่



รูปที่ 2.5 เวคเตอร์การเคลื่อนที่

ดังนั้นลักษณะการเคลื่อนที่ของตัวรถจะแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะ แต่ละลักษณะจะทำที่เงื่อนไขต่างๆกันไปดังนี้

ก. เดินหน้าตรง: ทำเมื่อเป้าหมายอยู่ในใกล้แนวตรงกลางของตัวหุ่นยนต์และอยู่ไกล

ข. ถอยหลัง: เมื่อตัวเป้าหมายอยู่ใกล้กับตัวหุ่นยนต์มากเกินไป

ค. เลี้ยวซ้าย: เมื่อตัวเป้าหมายอยู่ห่างจากแนวกลางของตัวหุ่นยนต์ไปทางซ้ายมาก ๆ

ง. เลี้ยวขวา: เมื่อตัวเป้าหมายอยู่ห่างจากแนวกลางของตัวหุ่นยนต์ไปทางขวามาก ๆ

จ. หยุด: เมื่อตัวเป้าหมายอยู่ห่างจากตัวหุ่นยนต์ในระยะที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นอัลตราโซนิค

หุ่นยนต์วิ่งตามเป้าหมายตัวนี้ อาศัยหลักการวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค ซึ่งสาเหตุที่เลือกอัลตราโซนิคมาใช้นั้น เนื่องจากง่ายในการตรวจจับ เมื่อเทียบกับตัวกลางชนิดอื่นๆ โดยนำค่าระยะทางที่วัดได้มาคำนวณหาพิกัดตำแหน่ง โดยทฤษฎีของคลื่นอัลตราโซนิคจะกล่าวโดยสังเขปดังนี้

3.1.1 คุณสมบัติและธรรมชาติของคลื่นอัลตราโซนิค

หลักการของคลื่นเสียง คือ ฟิลด์ของพลังงานจะถูกส่งออกมาจากตัวส่ง ซึ่งถ้าเรานำตัวรับชนิดเดียวกันกับตัวส่งซึ่งมีความถี่ตรงกันแล้วก็สามารถรับสัญญาณได้ ซึ่งคลื่นอัลตราโซนิคจะเป็นคลื่นที่มีทิศทางและจะพุ่งออกจากตัวส่งซึ่งจะมีขอบเขตประมาณ 30 องศาจากตัวส่ง เวลาที่ใช้ในการเดินทางในอากาศสามารถที่จะคำนวณระยะทางได้เพราะฉะนั้นการศึกษาธรรมชาติของคลื่น จะสามารถทำให้เข้าใจในการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง

3.1.2 คลื่นอัลตราโซนิค

คลื่นอัลตราโซนิค คือ คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูมนุษย์จะได้ยินคลื่นความถี่ประมาณ 20 Hz ถึง 20 kHz ดังนั้นแล้วคลื่นอัลตราโซนิคจึงหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 kHz จนถึง 104 GHz โดยคลื่นที่มีความถี่สูงกว่า 104 GHz และแอมปลิจูดสูงๆ จะเรียกว่า “ไฮเปอร์ซาวน์”

3.1.3 ชนิดของคลื่นอัลตราโซนิค

คลื่นอัลตราโซนิคที่เดินทางผ่านตัวกลางต่างๆ มีหลายชนิดด้วยกันซึ่งแต่ละชนิดแตกต่างกันตามการเคลื่อนของอนุภาคในตัวกลางนั้น

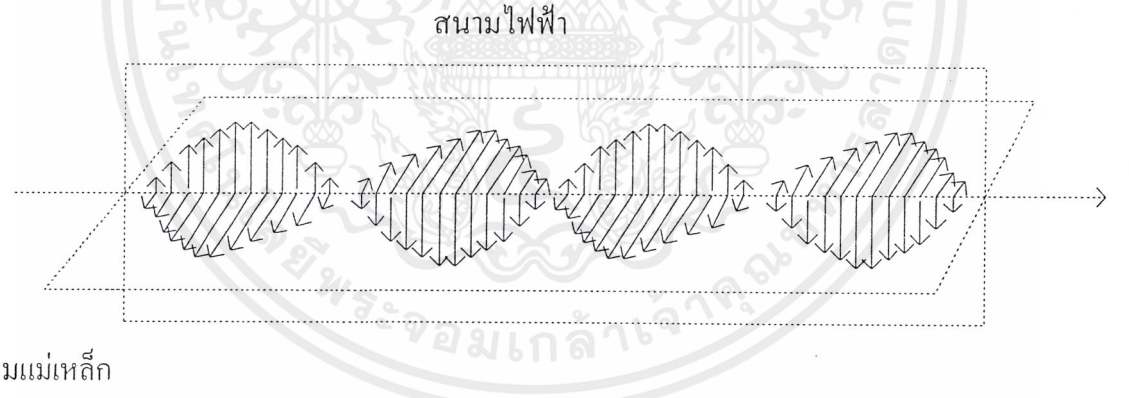
3.1.3.1 คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) คือคลื่นอนุภาคตัวกลางที่มีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นตามขวาง คือ คลื่นช่วงของอนุภาคตัวกลางมีความชันสูงและคลื่นขยาย (Reaction) คือที่อนุภาคมีความดันต่ำและเมื่อนำค่าของความดันที่เปลี่ยนแปลงตามระยะทางมาเขียนกราฟจะได้รูปซายน์ โดยยอดคลื่นจะตรงกับส่วนอัดและท้องคลื่นจะตรงกับส่วนขยาย ระยะทางส่วนที่อัดถึงส่วนอัด หรือ ส่วนขยายถึงส่วนขยาย คือ 1 ความยาวคลื่น และมีคาบเวลาเป็น (t) ซึ่งเท่ากับ 1/f โดยจุดที่เป็นแกนนั้นยาว 1 บรรยากาศ

3.1.3.2 คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) คือที่ทุกๆจุดบนคลื่นมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ คลื่นชนิดนี้จะเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง คลื่นชนิดนี้ไม่สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวและก๊าซได้

คลื่นตามขวางมีลักษณะเหมือนกับการเกิดขั้วลบและบวก ซึ่งเป็นเหตุผลที่ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาคเป็นไปในทิศทางเดียว เช่น ในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางของคลื่นที่เคลื่อนที่ไปจากต้นกำเนิดของคลื่นตามขวาง เป็นพื้นที่หน้าเรียบของระนาบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคอันเนื่องมาจากการแกว่ง และความหนาของตัวกลาง จะไม่เปลี่ยนแปลงโดยการเคลื่อนที่ของคลื่นแบบตามขวาง ความเร็วของคลื่นชนิดนี้จะน้อยกว่าความเร็วของคลื่นชนิดตามยาว ในขณะที่เดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน ดังนั้นที่ความถี่เดียวกันความยาวคลื่นของคลื่นตามขวางจะน้อยกว่าคลื่นตามยาวเสมอ



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะการเกิดคลื่นตามขวาง

3.1.3.3 คลื่นผิวหน้า (Surface Wave or Raleigh) คือคลื่นชนิดหนึ่งซึ่งคล้ายกับคลื่นตามขวางจะต่างกันที่ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค ไม่เป็นไปในทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่เพียงอย่างเดียว แต่มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ด้วย จึงทำให้คลื่นเคลื่อนที่ไปตามระนาบในแนวนอน ด้วยเหตุนี้คลื่นจึงเดินทางผ่านไปเฉพาะบนผิวของตัวกลางเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

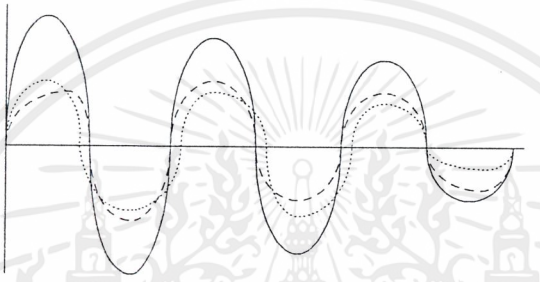
3.1.4 คุณสมบัติที่สำคัญของคลื่นอัลตราโซนิค

คุณสมบัติโดยทั่วไปของคลื่นเสียงจะแสดงได้ 4 แบบคือ

3.1.4.1 การแทรกสอดของคลื่นเสียง (Interference)

การแทรกสอดของคลื่นคือการรวมกันของคลื่น 2 คลื่นขึ้นไป ขณะเมื่อพบกันในตัวกลางเดียวกัน ซึ่งทำให้เกิดผลได้หลายลักษณะคือ

ก.) การบีตส์ (Beats) ของคลื่นเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรวมคลื่นที่มีความถี่ต่างกันหรือเฟสต่างกัน เคลื่อนที่ไปในตัวกลางเดียวกันแล้วรวมเป็นคลื่นใหม่ ซึ่งทำให้แอมปลิจูดเปลี่ยนไปดังแสดงในรูปที่ 3.2

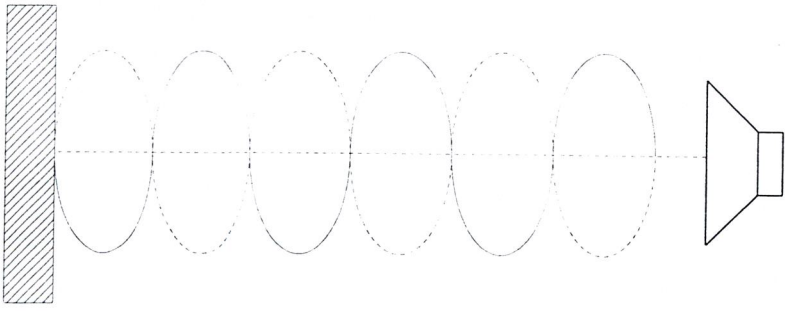


รูปที่ 3.2 แสดงการบีสต์ของคลื่นเสียง 2 คลื่น

จากรูปที่ 3.2 เป็นการแสดงบีตส์ของคลื่นสองคลื่นซึ่งเคลื่อนที่มีแอมปลิจูดเปลี่ยนไปซึ่งประโยชน์ของการบีตส์ของคลื่นนั้น จะนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความถี่ของคลื่นให้แสดงผลออกมาในลักษณะของแอมปลิจูดที่แตกต่างกันนี้

ข.) การเกิดคลื่นนิ่ง (Standing Wave) เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นชุดที่มีแอมปลิจูดเท่ากันและความถี่เท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามหรือเฟสตรงกันข้าม ซึ่งจะทำให้เกิดคลื่นนิ่งดังรูปที่ 3.3

$d = n\lambda/2$; n = 1,2,3,...

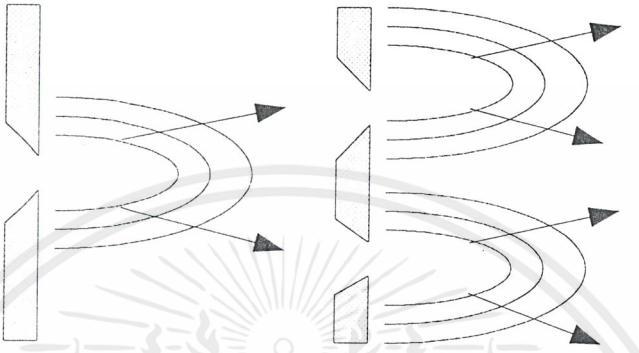


รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะการเกิดคลื่นนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.2 การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง (Diffraction)

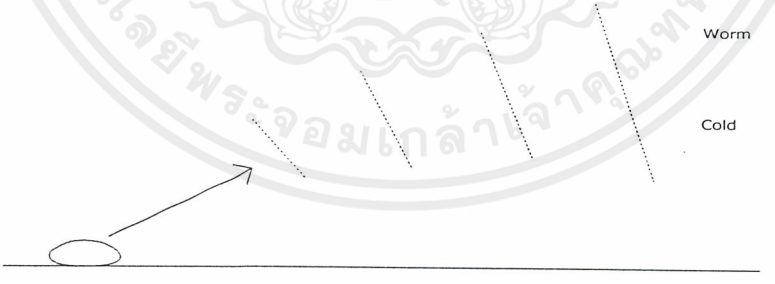
คลื่นเสียงจะเลี้ยวเบนอ้อมสิ่งกีดขวางที่มีลักษณะเป็นมุมหรือเป็นช่องแคบ ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้พบในชีวิตประจำวันอยู่ตลอดเวลา เช่น การที่เราได้ยินเสียงแตรรถที่อยู่คนละมุมถนนของตึก หรือการได้ยินเสียงลอดผ่านช่องเล็กๆจากอีกห้องหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 รูปแสดงการลักษณะของคลื่นเสียงที่ผ่านช่องแคบๆ จะเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดตัวใหม่

3.1.4.3 การหักเหของคลื่น (Refraction)

คลื่นเสียงเมื่อเดินผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันจะเกิดการหักเหของคลื่นความเร็วของคลื่นเสียงเปลี่ยนไป โดยที่ความถี่ยังคงเท่าเดิม

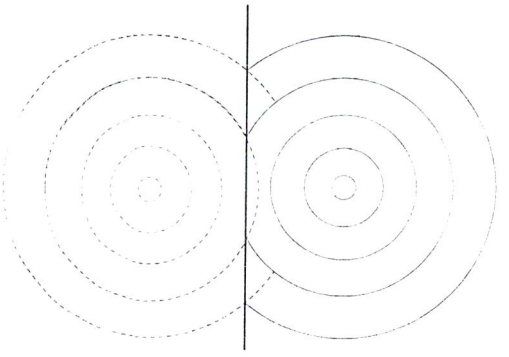


รูปที่ 3.5 แสดงการหักเหของคลื่นเสียงในตัวกลางที่มีความหนาแน่นอากาศต่างกัน

3.1.4.4 การสะท้อนของคลื่นเสียง (Reflection)

คลื่นเสียงสามารถสะท้อนได้เมื่อตกกระทบตัวกลางโดยที่มุมสะท้อนและจะทำให้เกิดเสียงก้อง ซึ่งเสียงก้องที่สะท้อนกลับมาในเวลาที่มากกว่า 50 msec จะทำให้เราได้ยินเสียงนี้เป็นครั้งที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงเมื่อคลื่นวงกลมกระทบกันกับฉากที่เป็นเส้นตรง
คลื่นที่สะท้อนกลับมาจะเป็นคลื่นวงกลมเช่นเดียวกัน

3.1.4.5 การเกิดคลื่นอัลตราโซนิค

อัลตราโซนิคเป็นคลื่นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานรูปอื่นให้เป็นพลังงานกล โดยการสั่นไปมา หรือ เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกลให้เกิดคลื่นย่านอัลตราโซนิคกระจายออกไปในอากาศ ดังนั้นจึงถือว่าคลื่นที่เกิดขึ้นเป็นคลื่นกล (Mechanical Wave) อัลตราโซนิคสามารถสร้างได้โดยตัวทรานสดิวเซอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล หลักการสร้างมีหลายวิธีดังนี้

ก.) แบบเปียโซอิเลกทริค (Piezo-electric Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล โดยมีความถี่เรโซแนนซ์คงที่อยู่ค่าหนึ่ง (** เป็นแบบที่นิยมใช้เพราะมีราคาถูกและหาซื้อง่าย **)

ข.) แบบแมกนิโตสตริคทีฟ (Magnetrostrictive Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้น

ค.) แบบอิเลคโทรสตริคทีฟ (Electrostrictive Wave) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล

3.4.1.6 ความถี่และความยาวคลื่น (Frequency and Wave Length)

ความถี่ คือ จำนวนของการออสซิลเลทที่สมบูรณ์จากแหล่งกำเนิดคลื่นภายในหนึ่งวินาที คลื่นที่ถูกส่งจากแหล่งกำเนิดจะเดินทางด้วยความถี่เดียวกัน

ความยาวคลื่น คือ ระยะทางที่คลื่นเดินทางระหว่างการสั่นที่สมบูรณ์ หรือเดินทางครบ 1 รอบ (Cycle) สามารถกล่าวได้ว่า ความยาวคลื่นเป็นระยะทางระหว่างการอัดอย่างต่อเนื่องสัญญาณ (Success Compression) หรือการเบาบางของอากาศ (Rare Fraction) การอัดคือการที่บริเวณนั้นมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่นของโ มเลกุล และแรโดันมากกว่าบริเวณรอบๆ ส่วนการเบาบาโเป็นบริเวณเฉพาะที่การเกิดการลดความหนาแน่นของโ มเลกุลและแรโดันของโอากาศปกติ

ความถี่และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์ตามสมการข้าโล่าโ

$$C = f\lambda \qquad E = hf = \frac{c}{\lambda} f$$

C : ความเร็วในการเดินทาโของโแสโ

f : ความถี่

λ: ความยาวคลื่น

3.1.4.7 ความเร็วของคลื่นอัลตราโซนิค

ความเร็วที่ยอมรับของโคลื่นในอากาศที่อุณหภูมิปกติความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นดัโสมการ

$$V = 331.4 + 0.6T \quad m/s$$

$$\mathbf{V = 331.45 + 0.607T \ (m/sec)}$$

V: ความเร็วคลื่นในตัวกลาโอากาศ (m/sec)

T: อุณหภูมิของโคลื่นในอากาศ (Kelvin)

3.1.4.8 ปริมาณพลังงานของคลื่นอัลตราโซนิค

ปริมาณพลัโโานของโคลื่นอัลตรา ซนิคจะถูกวัดในรูปความเข็มข้นของโคลื่นอัลตรา ซนิค จะมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตาราโเซนติเมตร เป็นการไหลของโพลัโโานผ่านพื้นที่ 1 ตาราโเซนติเมตร ซึ่โตั้โฉากกับทิศทาโการเดินทาโของโคลื่นใน 1 วินาที

3.1.4.9 การลดทอนของคลื่นอัลตราโซนิค

เมื่อคลื่นอัลตรา ซนิคเดินทาโผ่านตัวกลาโ ลำคลื่น (Beam) จะสูญเสียความเข้มซึ่โเกิดจากการลู่ออกของโลำดับคลื่นอัลตรา ซนิค หรือเกิดจากการกระจายพลัโโานของโคลื่นออกจากลำคลื่นเนื่องโจากความไม่ต่อเนื่องโตัวกลาโ และอาจเกิดการดูดซับพลัโโานส่วนหนึ่โของโคลื่นออกจากลำคลื่น ดยตัวกลาโที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน พลัโโานที่ถูกดูดซับนี้จะเปลี่ยนเป็นพลัโโานความร้อน การดูดซับพลัโโานความร้อนนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของโวัตถุ ความยืดหยุ่นละความหนาแน่น รวมทั้โความถี่ของโคลื่นที่ใช้ยิ่โความถี่สูโพลัโโานยิ่โถูกดูดซับมาก

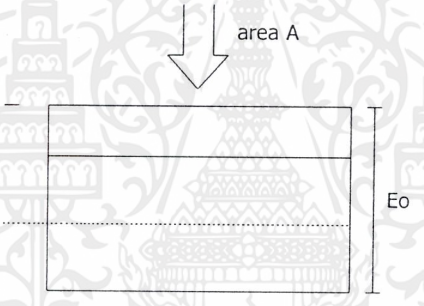
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์

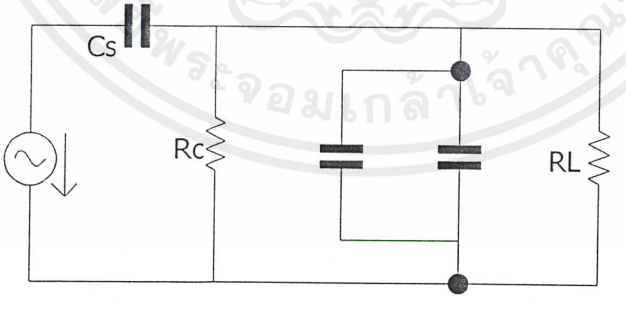
3.2.1 ปรากฏการณ์เปียโซอิเลคทริค

เปียโซอิเลคทริคเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้พลังงานสามารถเปลี่ยนแปลงจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ กล่าวคือถ้าป้อนแรงกลให้แก่ Solid Crystalline Dielectric ดังรูปที่ 3.7 ก็จะทำให้เกิดความเค้น (Stress) ภายในคริสตอลและทำให้ผลึกของคริสตอลผิดรูปไป เช่นพวกควอทซ์ (Quartz) ผลก็คือ ประจุเปลี่ยนไป การผิดรูปร่างของแลททิสเป็นผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างการแทนที่ (Displacement) ของประจุบวกและลบในแลททิสเปลี่ยนไป การแทนที่ของประจุภายในจะเท่ากับประจุภายนอกของขั้วที่ตรงข้ามของคริสตอล เรียกว่าผลของเปียโซอิเลคทริค

การวัดประจุทำได้โดยการต่ออิเลคโทรด (Electrode) เข้าที่ผิวนอก แล้ววัดค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสอง ขนาด (Magnitude) และการมีขั้ว (Polarity) ของประจุบนผิวที่ถูกเหนี่ยวนำ (Induce) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดและทิศทางของแรงที่มากระทำ



รูปที่ 3.7 ผลของเปียโซอิเล็กทริค



รูปที่ 3.8 วงจรเสมือนของเปียโซอิเล็กทริค

Ce: คาปาซิแตนซ์ของชิ้นส่วนเปียโซอิเลคทริค

Re: Leakage Resistance ของเปียโซอิเลคทริค ปกติมีค่าสูงประมาณ 108-1010 ความต้านทานระหว่างเทอร์มินอล โดยทั่วไปจะเป็นความต้านทานทางโหลด RL (ในช่วง 106-107)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C_L: คาปาซิแตนซ์ ของ Subsequent Stage (Load) ร่วมกับ Connection Cable

ที่ความถี่ปานกลางและความถี่สูง โวลท์เทจ E0 ที่คร่อมโหลดหาได้โดย Ce และ C_L ค่านี้มาได้โดยการใช้การแบ่งโวลท์เทจ โดยโวลท์เทจ E0 ได้จากสมการ

$$E0 = E. \{Ce / (Ce + CL)\}$$

โดยขึ้นกับความถี่ ถ้าเอาท์พุตโวลท์เทจมีค่ามากสามารถทำให้ลดลงได้โดยการเพิ่มค่า C_L เช่นการนำค่า Ce ต่อขนานเข้าไปที่ความถี่ต่ำโวลท์เตจ E0 คร่อมโหลดหาได้โดยค่ารีแอคแตนท์ของ Ce และอิมพีแดนซ์ของ C_L และ R_L ที่ต่อขนานกับโวลท์เตจ E0 ขึ้นกับความถี่และจะลดลงถ้าความถี่ลดลง การตอบสนองต่อความถี่สามารถปรับปรุงได้โดยการใช้ทรานสดิวเซอร์ที่มีค่าคาปาซิแตนท์สูงหรือโดยการเพิ่มความต้านทานทางโหลด R_L

3.2.2 วัสดุเปียโซอิเลคทริค

วัสดุเปียโซอิเลคทริคที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น Quartz, Tourmaline sulphate, Barium Tilanate และ Ziconnate Titanate (TZI) โดยทั่วไปแล้วพวกควอทซ์ และคริสตอลที่เป็นเปียโซอิเลคทริคธรรมชาติมักจะมีขั้วของมันเองตามธรรมชาติ แต่พวกวัสดุเปียโซอิเลคทริคที่สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น แบเรียม ไททาเนท เซรามิค จะต้องนำมาทำการอบคริสตอลภายในแรงดัน และวางวัสดุที่ได้นี้ในสนามไฟฟ้าที่มีแรงดันของไฟฟ้ากระแสตรงมาก หลังจากชิ้นส่วนนี้ถูกนำในสนามไฟฟ้าแล้ว คริสตอลนี้จะมีขั้วตามแนวของทิศทางของสนาม และประพฤติตัวตามคุณสมบัติของเปียโซอิเลคทริคสำหรับชิ้นส่วนที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์นี้ไม่มีข้อจำกัดทางขนาดโดยโครงสร้างของคริสตอล และยังสามารถทำให้มีรูปร่างและขนาดต่างๆและทิศทางของขั้วก็จะถูกสร้างขึ้นระหว่างขั้นตอนการผลิต

3.2.3 ชนิดของเปียโซอิเลคทริคทรานสดิวเซอร์

เปียโซอิเลคทริคทรานสดิวเซอร์สามารถแบ่งได้เป็นสองชนิดคือ

1. แบบ Generation-Action Transducer ใช้เป็นตัวรับโดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะหาได้จากแรงดันและความถี่ที่มากระทำต่อวัสดุเปียโซอิเลคทริค

2. แบบ Motor-Action Transducer ใช้เป็นตัวส่งโดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ทำให้เกิดคลื่นอัลตราโซนิค โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดความสูงและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ให้ในทั้งสองกรณี ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับขนาดของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การทำงานของทรานสดิวเซอร์

เมื่อเซรามิคได้รับสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมจะทำให้ชิ้นส่วนสารเซรามิคโค้งงอทำให้เกิดการอัดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นขึ้นมา ดังนั้นถ้าป้อนสัญญาณเป็นห้วงๆ (Electrically Pulse) จากการออสซิลเลทก็จะให้ชิ้นสาร โก่งงอมากน้อยหรือทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณไฟฟ้าจากการออสซิลเลทนั้นออกไป โดนทั่วไปกำลังเอาท์พุตที่ออกมาตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แต่เอาท์พุตจะสูงที่ค่านี้ โดยประมาณก็ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณออสซิลเลทที่ป้อนเข้าชิ้นสารเซรามิค รงกับความถี่เรโซแนนท์เป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิคนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆ กำลังเอาท์พุตจะลดลงกว่านี้ ส่วนการทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวรับมักมีการทำงานตรงข้ามกับตัวส่ง คือเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนท์ของชิ้นสารเซรามิคเข้ามา จะทำให้ชิ้นสารโก่งตัวไปมาและเกิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กขึ้นคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมัน

คุณสมบัติทั่วไปของอัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริคก็คือ มีความต้านทานไฟฟ้าตรงสูงมากอาจถึง 10 เมกกะโอมห์ เรียกว่า ถ้าเอมัลติมิเตอร์ธรรมดาตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูงๆเข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ขณะที่มันทำงานความต้านทานไฟฟ้าสลับจะลดลง

3.2.5 ข้อควรระวังในการใช้งานตัวรับ-ตัวส่งทรานสดิวเซอร์

1.ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระทบกระเทือนหรือตกจากที่สูง เพื่อป้องกันโครงสร้างภายในไม่ให้เสียหาย

2. ทรานสดิวเซอร์ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันได้ไม่เกิน 20 Vrms ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่ป้อนให้กับตัวทรานสดิวเซอร์ก็ควรอยู่ภายในขีดจำกัด

3. ความถี่เรโซแนนท์ (คือ ความถี่ที่ตัวมันสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด) ของทรานสดิวเซอร์ 40 KHz (Bandwidth) ที่มีขายโดยทั่วไปจะผิดพลาดไม่เกิน +/- 1 KHz และมีแถบความถี่ประมาณ 4.5 KHz (Bandwidth) สำหรับตัวส่ง และมีแถบความถี่ประมาณ 5 KHz (Bandwidth) สำหรับตัวรับ จะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าตัวส่งเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกจากตัวส่งได้

4. อุณหภูมิที่ใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ภายในช่วง -20 ถึง 60 องศาเซลเซียส

5. ตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายกันมาก กล่าวคือที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10 dB ทำนองเดียวกัน ถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงเบนไป จากแกนของตัวรับประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดของแรงดันที่ออกมาจะลดลง จึงควรทำให้ตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงมากที่สุดอย่างไรก็ตาม ในกรณีที่อยู่ในห้องจะเกิดการเบี่ยงเบนกันได้มาก เพราะคลื่นเสียงอัลตราโซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิคจะสะท้อนกับกำแพงและวัสดุที่อยู่ภายในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง อัลตราโซนิคนี้สามารถทำให้เป็นลำแคบได้โดยใช้เลนส์ที่เรียกว่า Planacone avelenes วางข้างหน้าของทรานสดิวเซอร์ แต่การทำให้เป็นลำแคบ (Beam) นี้จะทำให้ near field สั้นลงและ far field กระจายกว้างขึ้น การทำให้เป็นลำคลื่นเหมาะสำหรับการใช้ทรานสดิวเซอร์ที่สร้างความถี่สูงที่เหมาะสำหรับที่ใช้งานในงานแพทย์ (Ultrasound) ที่มีความถี่ตั้งแต่ 2-5 MHz เพื่อใช้ตรวจเนื้อเยื่อมีการส่งเป็นลำแคบ

6.ในกรณีที่ใช้งานตัวรับ จะต้องมีความต้านทานต่อขนานกับตัวรับที่ทำหน้าที่เป็นโหลดตามปกติแล้วตัวต้านทานนี้ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 10 K ถึง 100 K จากการทดลองพบว่าถ้าเปลี่ยนจาก 100 K มาเป็น 10 K ความไวจะลดลงประมาณ 10-12 dB แต่ความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าความต้านทานต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนท์ (ความถี่กลาง) จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงสักหน่อย เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีความถี่แคบ

7. ตามปกติแล้วสามารถนำตัวส่งและตัวรับมาใช้งานแทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่ตัวส่งและตัวรับรุ่นใด ก็สามารถใช้แทนกันได้ในงานส่วนใหญ่ ของเพียงแต่ให้มีความถี่เรโซแนนท์เดียวกันเท่านั้นเอง อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจต้องเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสมมูลย์ทางไฟฟ้าทางด้านไฟฟ้าสลับเพื่อให่เกิดลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

8.ประโยชน์การใช้งานคลื่นอัลตราโซนิค คลื่นอัลตราโซนิคเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้สามารถเล็งคลื่นไปตามเป้าหมายที่ต้องการได้เจาะจง ยิ่งคลื่นที่มีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นจะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ทำให้เสียงออกมา) ของตัวที่ทำให้เกิดเสียงความถี่นี้ เช่น คลื่นความยาว 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวคลื่นถึงประมาณ 1 เมตรกว่าๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องเปิดที่ให้เสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมาย คลื่นจะหักเหที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงที่ทำให้เกิดการกระจายทิศทางของคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตราโซนิค อย่างเช่น 40 KHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียง 8 มิลลิเมตรเท่านั้น ซึ่งเล็กกว่าตัวที่ทำให้เกิดคลื่นความถี่นี้มากๆ คลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบ จึงพุ่งออกมาเป็นลักษณะลำแคบๆ หรือที่เรียกว่า “มีทิศทาง” นั่นเอง การมีทิศทางของคลื่นเสียงอัลตราโซนิคทำให้เราสามารถนำเอาไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น คลื่นวัดความหนาแน่นของวัตถุ โดยสังเกตระยะที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกทำแผนที่ใต้ท้องทะเลส่วนการใช้งานทางด้านการแพทย์ อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz ก็มีใช้กันหลายๆการใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ

3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ที่จัดอยู่ในกลุ่มของไมโครโปรเซสเซอร์แบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) กล่าวคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตระกูลนี้จะมีชุดคำสั่งน้อยมาก คำสั่งพื้นฐานเท่านั้นและทุกคำสั่งสามารถทำงานให้เสร็จสิ้นได้ด้วยการใช้สัญญาณนาฬิกาเพียงลูกเดียว ทั้งยังทำงานในลักษณะไปป์ไลน์ (Pipe Line) เหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์ในสมัยใหม่ ความเร็วในการทำงานจึงสูงมากเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ที่ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเท่ากัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC นี้ บริษัทผู้ผลิตได้ทำออกมาหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งในโครงงานนี้ได้เลือกมาใช้ 2 เบอร์ด้วยกันคือ PIC16F84 และ PIC16F876 ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของทั้งสองตัวนี้ในหัวข้อต่อไป

3.3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84

3.3.1.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC16F84

สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ หน่วยประมวลผลกลาง(Central Processing Unit: CPU) ส่วนของเพอริเฟอรัล (Peripheral) และคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ

3.3.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของหน่วยประมวลผลกลางภายใน PIC16F84

- หน่วยประมวลกลางเป็นแบบ RISC
- มีคำสั่งเพียง 33 คำสั่ง ขนาด 14 บิต
- ทุกคำสั่งใช้เวลาในการประมวลเพียง 1 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา หรือประมาณ 400 นาโนวินาทีที่สัญญาณนาฬิกาความถี่ 10 MHz ยกเว้นชุดคำสั่งการกระโดดจะใช้เวลา 2 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา
- ประมวลผลข้อมูลขนาด 8 บิต
- มีรีจีสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ 15 ตัว
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีโหมดการอ้างอิงแอดเดรส โหมดคือ แบบโดยตรง (Direct), แบบโดยอ้อม, (indirect) และแบบสัมพัทธ์ (relative)
- มีแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ 4 แหล่งได้แก่
    1. รับสัญญาณจากภายนอกโดยป้อนสัญญาณอินเตอร์รัปต์เข้าที่อินพุต RB0/NT
    2. จาก TMRO ไทเมอร์โอเวอร์โฟลว์
    3. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทีพอร์ต B
    4. เมื่อการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำอีอีพีรอมเสร็จสอ้นสมบูรณ์
- หน่วยความจำข้อมูล (data memory) เป็นแบบอีอีพรอมสามารถลบและเขียนใหม่ได้ประมาณล้านครั้งและเก็บข้อมูลได้นาน 40 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46240

- ขนาดหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นแบบแฟลชมีขนาด 1 กิโลเวิร์ด (1 เวิร์ดของ PIC16F84 มีขนาด 14 บิต) หน่วยความจำอีอีพรอมภายใน 64 ไบต์ และหน่วยความจำแรม 68 ไบต์ซึ่งใช้เป็นรีจีสเตอร์

3.3.1.3 คุณสมบัติทางเทคนิคของเพอริเฟอรัลใน PIC16F84

- มีขาอินพุตเอาต์พุต 13 ขา สามารถกำหนดเป็นขาอินพุตหรือเอาต์พุตได้อย่างอิสระ
- กระแสซิงก์ / ซอร์สของแต่ละขาอินพุตสูงพอที่จะขับ LED ได้โดยตรง
- กระแสซิงก์สูงสุด 25 mA ต่อขา
- กระแสซอร์สสูงสุด 20 mA ต่อขา
- มีโหมด/ เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิตคือ TMRO พร้อมกับปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิตที่สามารถโปรแกรมได้

3.3.1.4 คุณสมบัติอื่น ๆ

- มีเพาเวอร์ออนรีเซตในตัว (POR: Power- On Rest)
- มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์ในตัว (PWRT : Power-up Timer)
- มีออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ (OST : Oscillator Start –up Timer)
- มีวอชด็อกไทเมอร์ (WDT : Watch Dog Timer)พร้อมกับวงจรออสซิลเลเตอร์ RC ภายใน เพื่อช่วยให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์มีความแน่นอนยิ่งขึ้น
- ป้องกันการคัดลอกข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรม
- มีโหมดประหยัดพลังงานหรือโหมดสลีป (Sleep mode)
- สามารถเลือกวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้การกำหนดการทำงานได้
- การเขียนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบอนุกรมผ่านขาใช้งานเพียง 2 ขา
- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับการพัฒนาภายในใต้เทคโนโยลีซีมอสแฟลช / อีอีพรอมความเร็วสูง พลังงานต่ำ
- ย่านไฟเลี้ยง 2.0 – 6.0 V
- ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า

  < 2 mA ที่ไฟฟ้า + 5 V สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4 MHz

  15 uA ที่ไฟเลี้ยง + 2 V สัญญาณนาฬิกาความถี่ 32 kHz

  < 1 uA ที่ไฟเลี้ยง + 2 V ขณะสแตนด์บาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 สถาปัตยกรรมของ PIC16F84

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 ได้รับการบรรจุหน่วยประมวลผล, หน่วยความจำ, หน่วยคำนวณทางคณิตศาตร์และหน่วยอินพุตเอาต์พุตไว้พร้อมสรรพทั้งยังมีไทเมอร์และวอตซ์ด็อกครบถ้วนสมบูรณ์ ดังแสดงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 ในรูปที่ 2.9

PIC16F84 มีการจัดสรรหน่วยความจำดังนี้

- หน่วยความจำโปรแกรมมีโครงสร้างเป็นหน่วยความจำแบบแฟลซ มีขนาด 1 กิโลเวิร์ด โดยใน 1 เวิร์ดของ PIC16F84 มีขนาด 14 บิต
- หน่วยความจำข้อมูลเป็นหน่วยความจำแบบอีอีพรอมขนาด 64 ไบต์
-หน่วยความจำแรมได้รับการกำหนดให้ทำงานเป็นรีจีสเตอร์กำหนดแฟ้มข้อมูล หรือรีจีสเตอร์ไฟล์ขนาด 68 ไบต์

การเข้าถึงหน่วยความจำทั้งหมดของหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์นี้สามารถทำได้ทั้งในลักษณะโดยตรง, โดยอ้อม และแบบสัมพัทธ์โดยมีรีจีสเตอร์ FSR (File Select Register) ทำหน้าที่ในการควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำ

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามคำสั่งที่กำหนดให้ข้อมูลชุดคำสั่งจะถูกนำไปเก็บไว้ในรีจีสเตอร์คำสั่ง (Instruction register) จากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังวงจรถอดรหัส เพื่อทำการควบคุมไทเมอร์ทั้งหมดภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนั้นยังส่งไปควบคุมหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยผ่ายวงจรมัลติเพล็กซ์ด้วย

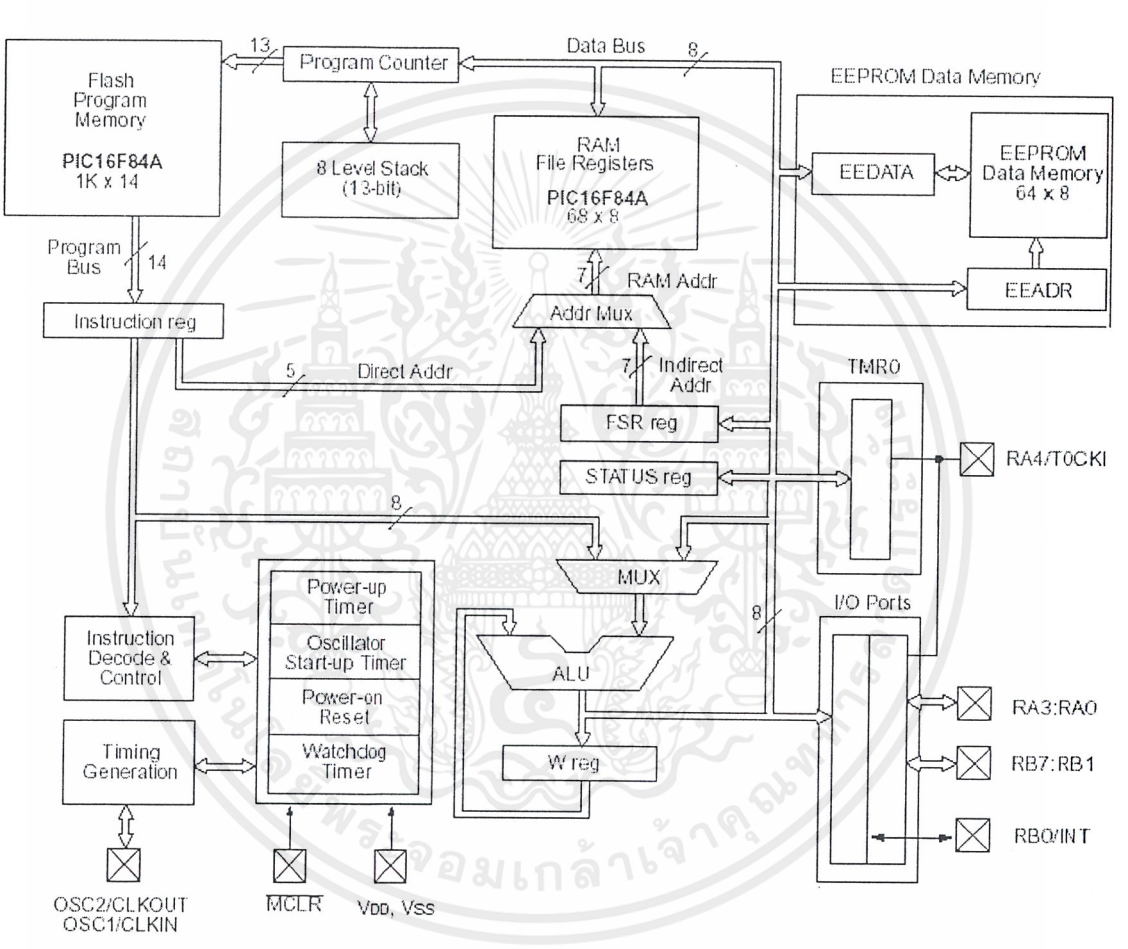
ใน PIC16F84 มีไทเมอร์ / เคาน์เตอร์ขนาด 8 บิต 1 ตัวคือ TMRO ภายในไทเมอร์ / เคาน์เตอร์ตัวนี้มีปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิตที่สามารถโปรแกรมได้ โดยมีขาต่อใช้งาน 1 ขาคือ ขา RA4 / T0CKI

หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Logic Unit: ALU) มีขนาด 8 บิต สามารถทำการบวก, ลบ, เลื่อนข้อมูล และประมวลผลทางลอจิกโดยใช้ฟังก์ชั่นบูลีน ในการทำงาน ALU จะต้องมีรีจีสเตอร์ W ช่วย ซึ่งซีพียูจะไม่สามารถเข้าถึงรีจีสเตอร์ W นี้ได้โดยตรงเมื่อ ALU ทำงานจะมีผลต่อบิตทด (carry bit) บิตหลักทด (digit carry) และบิตศูนย์ (zero bit) ในรีจีสเตอร์ STATUS

ในส่วนของพอร์ตอินพุตใน PIC1684 มีด้วยกัน 2 พอร์ตคือ พอร์ต A และ B โดยที่พอร์ต A มี 5 บิตคือ RA0 – RA4 สำหรับขา RA4 ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสำหรับรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกให้แก่ TMRO ด้วย ส่วนพอร์ต B มี 8 บิตคือ RB0 – RB7 สำหรับขา RB0 ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

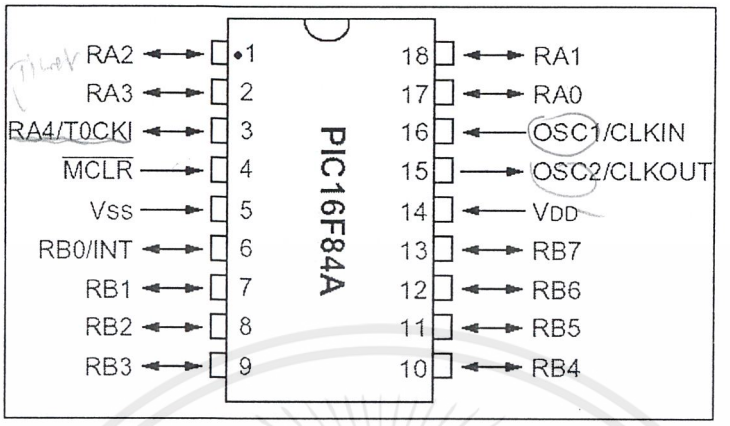
การกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 เป็นหน้าที่ของส่วนกำเนิดจังหวะการทำงาน (timing generation) ซึ่งต้องทำงานสัมพันธ์กับไทเมอร์ทั้ง 3 ตัวคือ เพาเวอร์อัปไทเมอร์, ออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ และวอตช์ด็อกไทเมอร์ สำหรับ PIC16F84 สามารถใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกโดยต่อสัญญาณเข้าที่ขา OSC1 และ OSC2 หรือจะใช้สัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ได้



รูปที่ 3.9 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การจัดขาของ PIC16F84



รูปที่ 3.10 การจัดขาของ PIC16F84

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 บรรจุอยู่ในตัวถัง 2 แบบคือ POP (Plastic Dual- in Line package) ซึ่งมีลักษณะเดียวกับไอซีแบบตีนตะขาบที่พบเห็นโดยทั่วไป และแบบ SOIC อันเป็นตัวถังแบบที่ใช้ติดตั้งบนผิวหน้าของแผ่นวงจรพิมพ์ ตัวถังทั้งสองแบบของ PIC16F84 มีขาต่อใช้งานของ PIC16F84 เป็น 4 กลุ่มคือ

1. กลุ่มสัญญาณนาฬิกา มี 2 ขา คือ OSCI / CLKIN (ขา 16) และ OSC2 / CLKOUT (ขา 15)
2. กลุ่มขาควบคุม มี 1 ขาคือ MCLR (ขา 4)
3. กลุ่มขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต มี 13 ขา แบ่งเป็นขาพอร์ต A 5 ขา ได้แก่ RA0 – RA4 (ขา 17, 18,1,2 และ 3) และขาพอร์ต B ได้แก่ RB0- RB7 (ขา 6 ถึง ขา 13)
4. กลุ่มขาไฟเลี้ยง มี 2 ขาคือ ขา Vss (ขา 5) หรือขาต่อกราวด์ และขา VDD (ขา 14) หรือขาต่อไฟเลี้ยง ปกติใช้ + 5 V

สำหรับรายละเอียดโดยสรุปของขาต่อใช้งานทั้งหมดแสดงในตารางที่ 2.2

3.3.4 การป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F84

สามารถเลือกได้ 4 วิธี ดังนี้

1. RC - เป็นการใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุร่วมกับแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง
2. XT - ใช้คริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์
3. HS - ใช้คริสตอลความเร็วสูง
4. LP - ใช้คริสตอลกำลังงานต่ำ

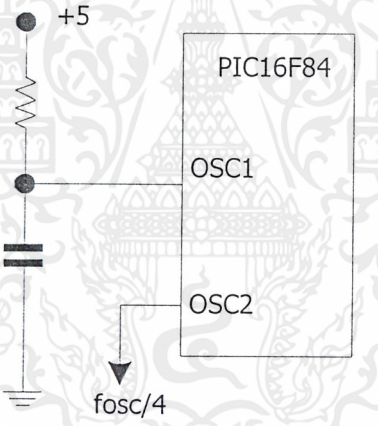
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจสรุปได้ว่า การป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F84 ทำได้ 3 วิธีการใหญ่ โดยใช้อุปกรณ์ 3 รูปแบบคือ ตัวต้านทานร่วมกับตัวเก็บประจุ, เซรามิกเรโซเนเตอร์ และคริสตอล

3.3.4.1 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (RC clock circuit)

การใช้ตัวต้านทานตและตัวเก็บประจุเพื่อกำหนดความถี่ของสัญญาณนาฬิกา เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดและใช้งบประมาณต่ำที่สุด โดยสามารถเลือกความถี่ของสัญญาณนาฬิกาได้จากการกำหนดค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุดังแสดงวงจรในรูปที่ 3.11

การป้อนสัญญาณนาฬิกาแบบนี้เหมาะสำหรับที่มีการควบคุมขนาดของวงจร มีพื้นที่ของแผ่นวงจรพิมพ์จำกัด และจะต้องเป็นงานที่ไม่เข้มงวดเรื่องความแม่นยำและเสถียรภาพของความถี่ของสัญญาณนาฬิกามากนัก



รูปที่ 3.11 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของขาต่อใช้งานทั้งหมดของ PIC16F84

ชื่อขา	ขาที่	ชนิดของขา	ชนิดของบัฟเฟอร์ที่ติดอยู่	รายละเอียด
OSC1/CLKIN	16	อินพุต	ชมิตต์ทริกเกอร์/ซีมอส(	เป็นขาสำหรับรับสัญญาณนาฬิกาจากคริสตอลหรือจากแหล่งบกำนิดสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก
OSC2/CLKOUT	15	เอาต์พุต	-	-เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณนาฬิกาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

				-หากทำงานในโหมดคริสตอลให้ต่อกับ ขาหนึ่งของคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์ -หากทำงานในโหมด RCขานี้ปล่อยไว้ -สัญญาณนาฬิกาที่ออกจากขานี้จะมีความถี่เท่ากับ1/4ของความถี่ของขา OSC1
$\overline{\text{MCLR}}$	4	อินพุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	- เป็นขาสำหรับรับสัญญาณรีเซตโดยทำงานที่ลอจิก '0' - เป็น ขารับแรงดันสำหรับโปรแกรมหรือเขียนข้อมูลลงในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย
ขาสัญญาณพอร์ต A				
RA0	17	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	-เป็นขาอินพุตเอาต์พุต 2 ทิศทางทุกขา
RA1	18	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	-เป็นขาอินพุตเอาต์พุต 2 ทิศทางทุกขา
RA2	1	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	-เป็นขาอินพุตเอาต์พุต 2 ทิศทางทุกขา
RA3	2	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	-เป็นขาอินพุตเอาต์พุต 2 ทิศทางทุกขา
RA4/T0CKI	3	อินพุต /เอาต์พุต	ชมิตต์ทริกเกอร์	เฉพาะขานี้ใช้เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาให้แก่ TMR0 ด้วย
ขาสัญญาณพอร์ต B				
RB0 / INT	6	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์	-เป็นขาอินพุตเอาต์พุต 2 ทิศทางทุกขา
RB1	7	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	-ขา RB0/ INTใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ด้วย
RB2	8	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	
RB3	9	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	

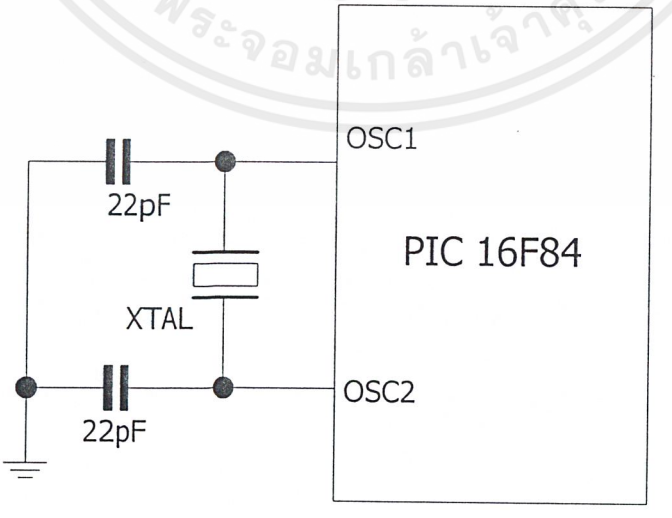
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RB4	10	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	-ขา RB4-RB7ยังใช้
RB5	11	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล	
RB6	12	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์	
RB7	13	อินพุต /เอาต์พุต	ทีทีแอล/ชมิตต์ทริกเกอร์	
ขาไฟเลี้ยง				
Vss	5	ขาต่อไฟเลี้ยง	-	- ต่อกับกราวด์
Vdd	14	ขาต่อไฟเลี้ยง	-	- ต่อกับไฟเลี้ยงบวก 2-6 โวลท์

3.3.4.2 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้คริสตอล

แสดงวงจรตามรูปที่ 3.12 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบนี้มีความเที่ยงตรงสูงมาก ส่งผลให้การคำนวณเกี่ยวกับการหน่วงเวลาในการเขียนโปรแกรมกระทำได้อย่างเม่นยำมากขึ้น สัญญาณนาฬิการจะป้อนเข้าขา OSC1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 จะทำการหารความถี่ 4 เท่าเพื่อให้เกิดสัญญาณนาฬิกาภายในมีความถี่ 1 MHz ที่ขา OSC2 จะมีสัญญาณออกมามีความถี่ เท่ากับความถี่ที่ขา OSC1/4

ด้วยการกำหนดความถี่ของสัญญาณนาฬิการภายในเท่ากับ 1 MHz ทำให้เวลาในการทำงาน 1 คำสั่งซึ่งจะใช้สัญญาณนาฬิกา 1 ไซเคิล เท่ากับ 1 ไมโครวินาที แต่ถ้าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ขา OSC1 มีการเปลี่ยนแปลง คาบเวลาของ 1 ไซเคิลการทำงานก็จะเปลี่ยนไปด้วย

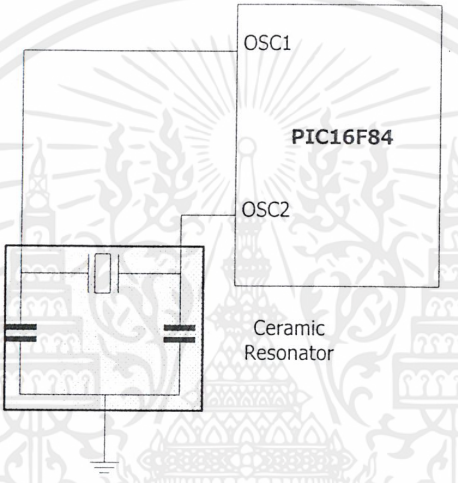


รูปที่ 3.12 การป้อนสัญญาณนาฬิการโดยใช้คริสตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.3 การป้อนสัญญาณนาฬิกาโดยใช้เซรามิคเรโซเนเตอร์

ภายในเซรามิคเรโซเนเตอร์ จะมีตัวเก็บประจุค่าน้อยๆ ต่อรวมอยู่ด้วย เพื่อช่วยให้สัญญาณนาฬิกาที่ออกมาจากเซรามิคเรโซเนเตอร์มีคุณภาพเพิ่มขึ้น ทั้งในแง่ความเที่ยงตรงและความเพี้ยนของสัญญาณ อย่างไรก็ตามในการใช้งานเซรามิคเรโซเนเตอร์ กับ PIC16F84 ต้องออกแบบให้สายเชื่อมต่อ หรือลายทองแดงที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวเซรามิคเรโซเนเตอร์กับ PIC16F84 มีความยาวน้อยที่สุดเท่าที่ทำได้



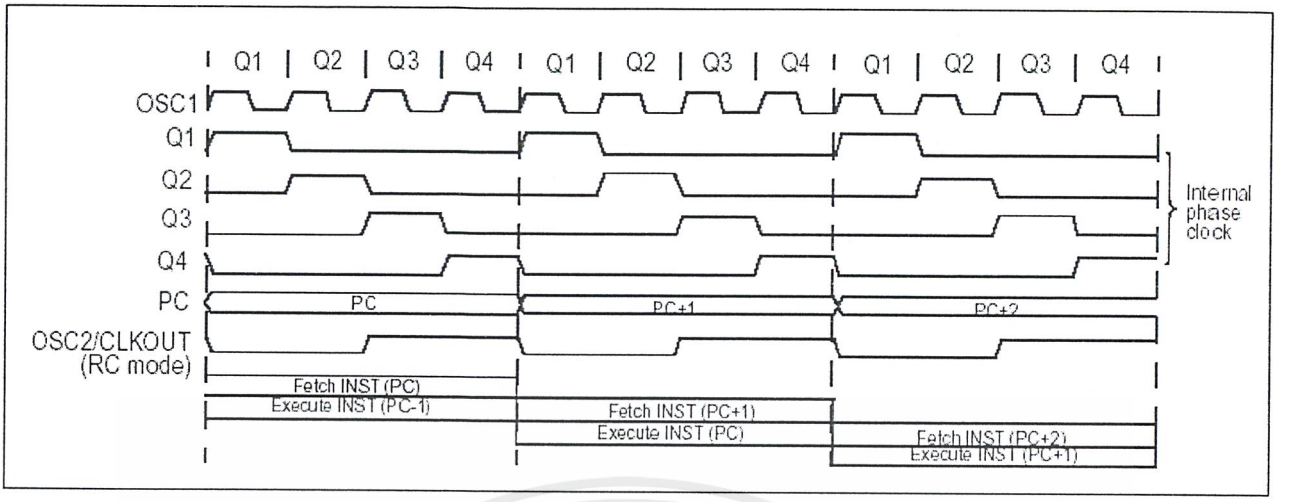
รูปที่ 3.13 การป้อนสัญญาณนาฬิกาด้วยเซรามิคเรโซเนเตอร์

3.3.5 จังหวะและไซเคิลการทำงานของ PIC16F84

สัญญาณนาฬิหาอินพุตของ OSC1 จะถูกหารด้วย 4 แล้วแบ่งเป็น 4 ช่วง กำหนดเป็น Q1, Q2, Q3 และ Q4 โปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) ภายในซีพียู จะเพิ่มค่าขึ้นทุกๆ ครั้งที่ช่วงสัญญาณนาฬิกา Q1

เมื่อโปรแกรมเคาน์เตอร์เพิ่มค่าขึ้น คำสั่งจะถูกเฟตซ์จากหน่วยความจำโปรแกรม (เฟตซ์: Fetch หมายถึงการเรียกหรือการเข้าถึงคำสั่ง แล้วทำการถอดรหัสเป็นภาษาเครื่อง แล้วส่งให้แก่ซีพียูเพื่อเตรียมประมวลผล) จากนั้นซีพียูทำการแลตซ์ข้อมูลคำสั่งนั้นไว้ในรีจิสเตอร์คำสั่ง ที่ช่วงสัญญาณนาฬิกา Q4 คำสั่งจะถูกถอดรหัสและเอ็กซิคิวต์ (execute: การกระทำตามคำสั่งที่กำหนด) จนเสร็จสิ้นภายในช่วงสัญญาณนาฬิหา Q1-Q4 หรือภายใน 1 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกานั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงจังหวะและไซเคิลการทำงานของ PIC16F84

3.3.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876

สำหรับไมโครคอนโทรล PIC16F876 นี้ เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่จัดอยู่ในกลุ่มไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ RISC ซึ่งจะมีชุดคำสั่งเพียง 35 คำสั่งเท่านั้น การทำงานเป็นแบบไปป์ไลน์(pipeline) เช่นเดียวกับ PIC16F84

3.3.6.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC16F876

- หน่วยประมวลกลางเป็นแบบ RISC
- มีคำสั่งเพียง 35 คำสั่ง ขนาด 14 บิต
- ทุกคำสั่งใช้เวลาในการประมวลเพียง 1 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา หรือประมาณ 200 นาโนวินาทีที่สัญญาณนาฬิกาความถี่ 20 MHz ยกเว้นชุดคำสั่งการกระโดดจะใช้เวลา 2 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา
- ประมวลผลข้อมูลขนาด 8 บิต
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีโหมดการอ้างอิงแอดเดรส โหมดคือ แบบโดยตรง (Direct), แบบโดยอ้อม, (indirect) และแบบสัมพัทธ์ (relative)
- หน่วยความจำข้อมูล (data memory) เป็นแบบอีอีพรอมสามารถลบและเขียนใหม่ได้ประมาณล้านครั้งและเก็บข้อมูลได้นาน 40 ปี
- ขนาดหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นแบบแฟลซมีขนาด 8 กิโลเวิร์ด หน่วยความจำอีอีพรอมภายใน 256 ไบต์ และหน่วยความจำแรม 368 ไบต์ซึ่งใช้เป็นรีจีสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของเพอริเฟอรัลใน PIC16F84

- มีขาอินพุตเอาต์พุต 22 ขา สามารถกำหนดเป็นขาอินพุตหรือเอาต์พุตได้อย่างอิสระ
- กระแสซิงก์ / ซอร์สของแต่ละขาอินพุตสูงพอที่จะขับ LED ได้โดยตรง
- กระแสซิงก์สูงสุด 25 mA ต่อขา
- กระแสซอร์สสูงสุด 25 mA ต่อขา
- มีไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 3 ตัว
- มีขาแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ขนาด10 บิต 5 ช่องสัญญาณ

3.3.6.3 คุณสมบัติอื่น ๆ

- มีเพาเวอร์ออนรีเซตในตัว (POR: Power- On Rest)
- มีเพาเวอร์อัปไทเมอร์ในตัว (PWRT : Power-up Timer)
- มีออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ (OST : Oscillator Start –up Timer)
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT : Watch Dog Timer)พร้อมกับวงจรออสซิลเลเตอร์ RC ภายใน เพื่อช่วยให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์มีความแน่นอนยิ่งขึ้น
- ป้องกันการคัดลอกข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรม
- มีโหมดประหยัดพลังงานหรือโหมดสลีป (Sleep mode)
- สามารถเลือกวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้การกำหนดการทำงานได้
- การเขียนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบอนุกรมผ่านขาใช้งานเพียง 2 ขา
- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับการพัฒนาภายในใต้เทคโนโยลีซีมอสแฟลซ / อีอีพรอมความเร็วสูง พลังงานต่ำ
- ย่านไฟเลี้ยง 2.0 – 6.0 V
- ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า

  < 2 mA ที่ไฟฟ้า + 5 V สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4 MHz

  15 uA ที่ไฟเลี้ยง + 2 V สัญญาณนาฬิกาความถี่ 32 kHz

  < 1 uA ที่ไฟเลี้ยง + 2 V ขณะสแตนด์บาย

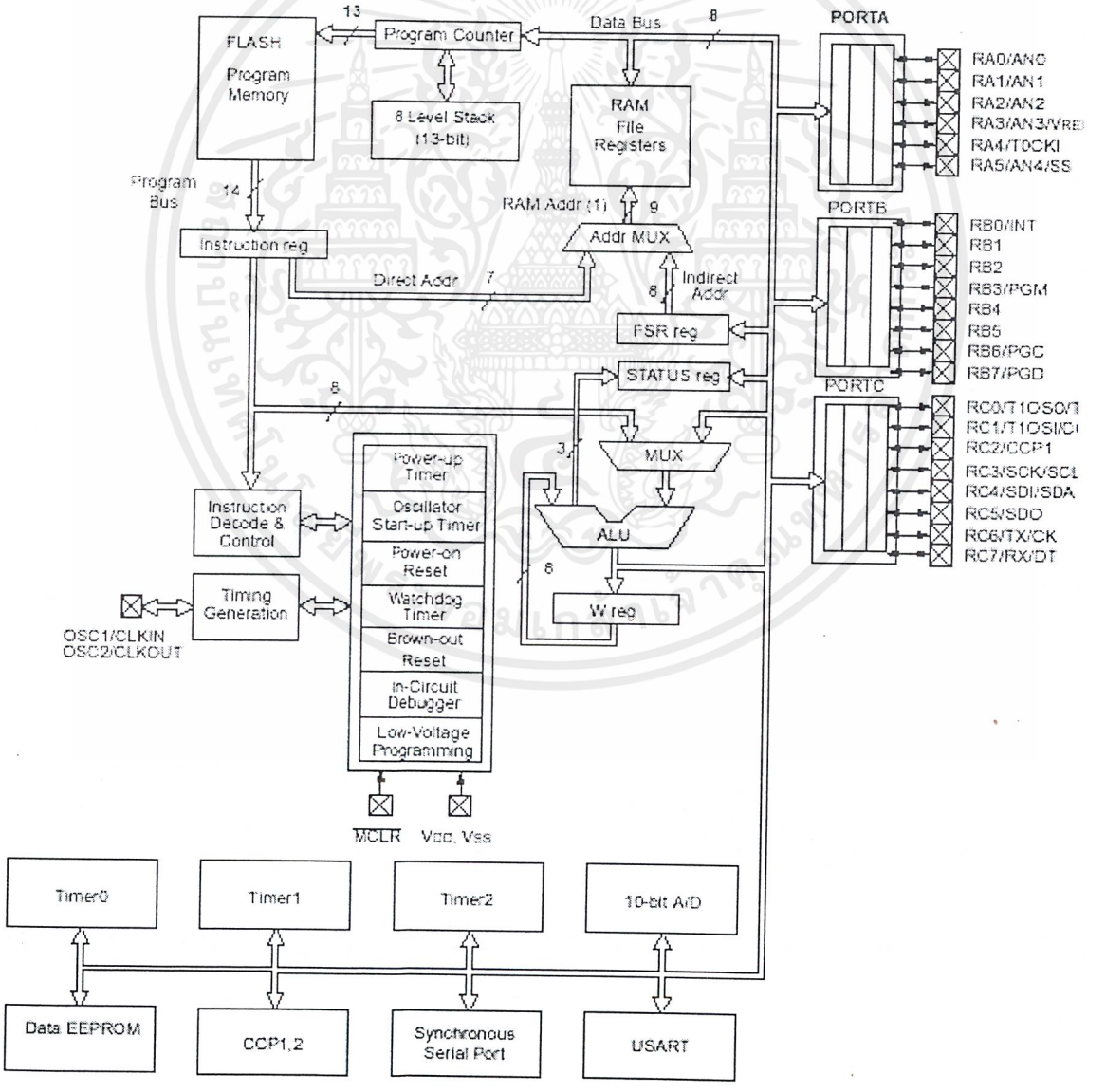
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 สถาปัตยกรรมของ PIC16F876

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876 ได้รับการบรรจุหน่วยประมวลผล, หน่วยความจำ, หน่วยคำนวณทางคณิตศาตร์และหน่วยอินพุตเอาต์พุตไว้พร้อมสรรพทั้งยังมีไทเมอร์และวอตซ์ด็อกครบถ้วนสมบูรณ์ ดังแสดงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876

PIC16F84 มีการจัดสรรหน่วยความจำดังนี้

- หน่วยความจำโปรแกรมมีโครงสร้างเป็นหน่วยความจำแบบแฟลซ มีขนาด 4 กิโลเวิร์ด โดยใน 1 เวิร์ดของ PIC16F876 มีขนาด 14 บิต
- หน่วยความจำข้อมูลเป็นหน่วยความจำแบบอีอีพรอมขนาด 256 ไบต์
- หน่วยความจำแรมได้รับการกำหนดให้ทำงานเป็นรีจีสเตอร์กำหนดแฟ้มข้อมูล หรือรีจีสเตอร์ไฟล์ขนาด 368 ไบต์



รูปที่ 3.15 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876

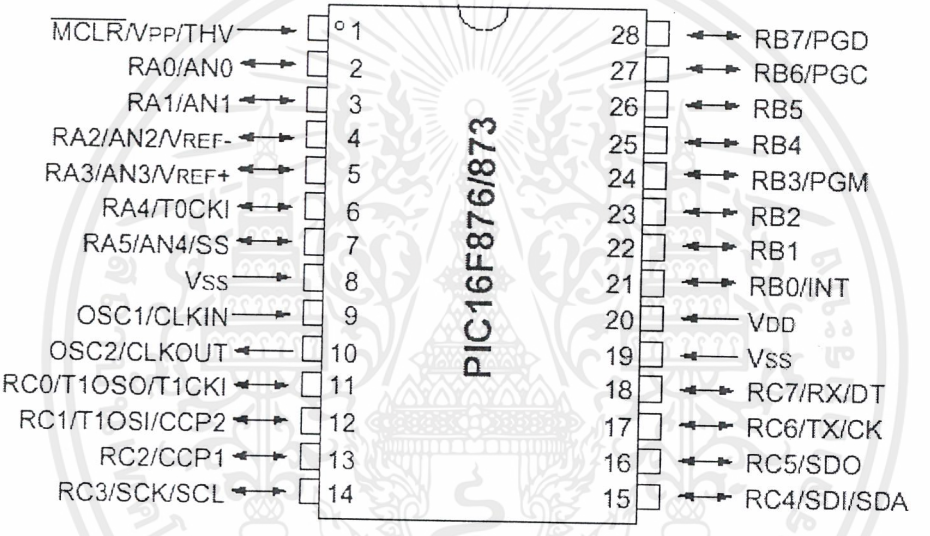
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 การจัดขาของ PIC16F876

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876 นั้น จะมีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 28 ขา ซึ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่ คือ

1. กลุ่มสัญญาณนาฬิกา OSC1,OSC2
2. กลุ่มขาควบคุม MCLR
3. กลุ่มพอร์ตอินพุท/เอาท์พุท A0-A5,B0-B8,C0-C7
4. กลุ่มขาไฟเลี้ยง

ซึ่งมีตำแหน่งการจัดวางของขาต่างๆ ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การจัดขาของ PIC16F876

3.3.9 การป้อนสัญญาณนาฬิกาให้แก่ PIC16F876

สำหรับการป้อนสัญญาณนาฬิกาให้กับ PIC16F876 นั้น สามารถเลือกได้ 4 วิธีด้วยกัน คือ

1.RC-เป็นการใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุร่วมกับแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก ร่วมแบบแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง

2.T - ใช้คริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์

3.HS - ใช้คริสตอลความเร็วสูง

4.LP - ใช้คริสตอลกำลังงานต่ำ

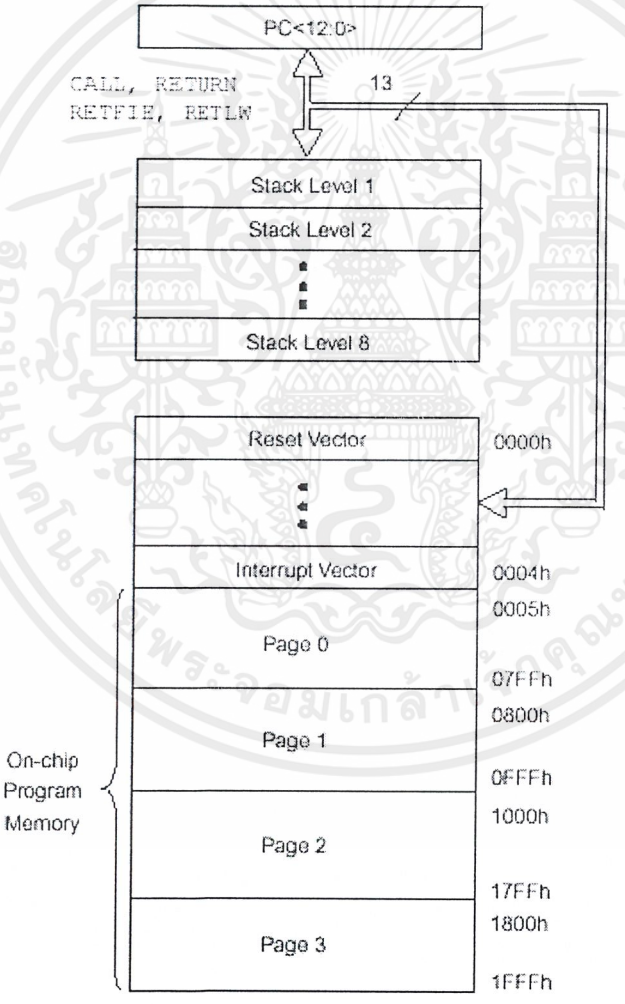
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการต่อใช้งานสำหรับในแต่ละวิธีนั้นก็มีลักษณะการต่อใช้งานเช่นเดียวกันกับ PIC16F84 ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วในตอนต้น

3.3.10 การจัดสรรหน่วยความจำใน PIC16F876

หน่วยความจำโปรแกรม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876 จะมีขนาดของ program memory ซึ่งสามารถอ้างได้ถึง 8K byte จะมีขนาดหน่วยความจำเท่ากับ 8K x 14 ตำแหน่ง reset vector จะอยู่ที่ 0000h และ interrupt vector จะอยู่ที่ 0004h ซึ่งการจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของ PIC16F876 แสดง ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมใน PIC16F876

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
หลักการออกแบบ

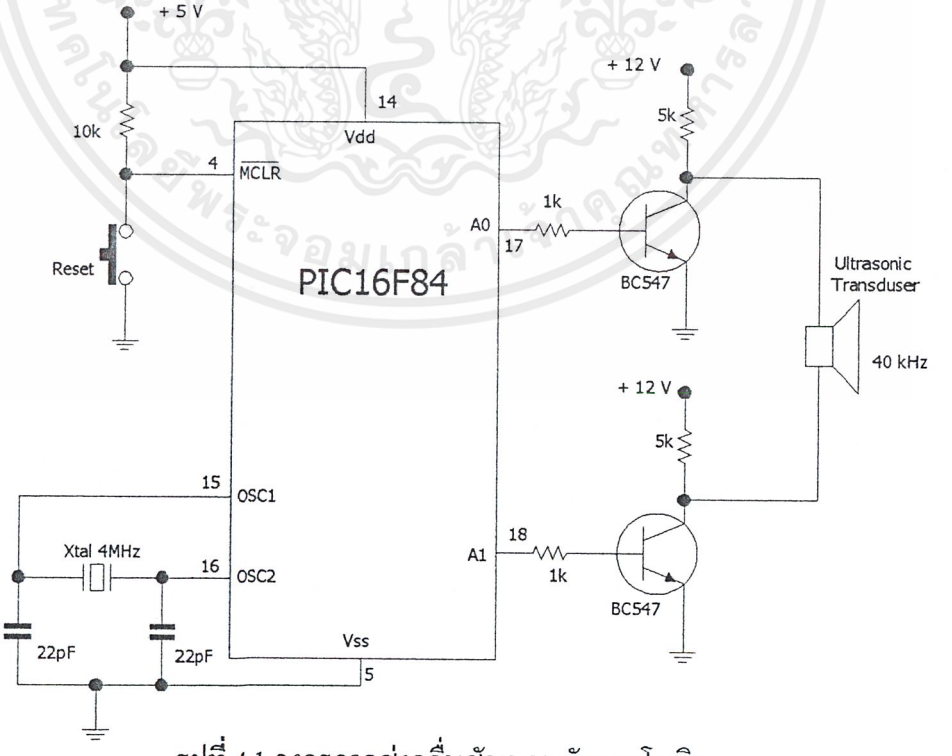
เมื่อทราบส่วนประกอบของโครงงานนี้แล้ว ก็จะเป็นการสร้างชุดวงจรขึ้นโดยจะแบ่งออกเป็น 4 ภาคคือ

1. ภาคส่งคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค
2. ภาครับคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค
3. ภาคประมวลผล
4. ภาคขับเคลื่อน

ซึ่งในแต่ละภาคมีรายละเอียดวงจรและหลักการทำงานดังนี้

4.1 ภาคส่งคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค

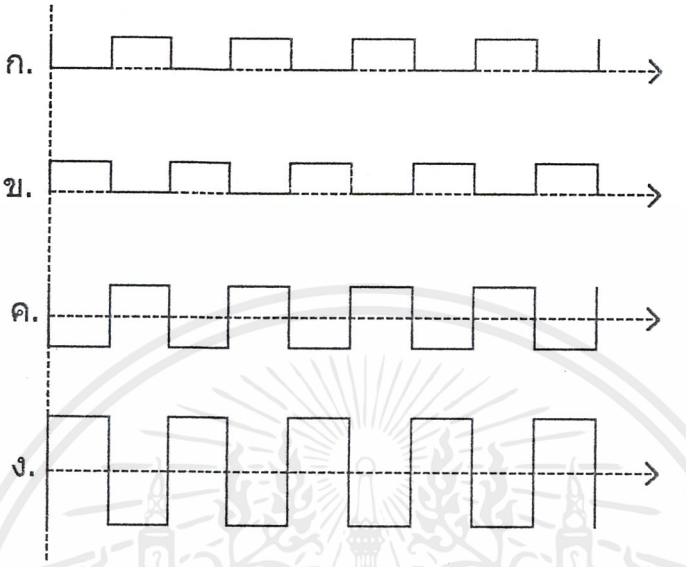
ในการส่งคลื่นอัลตราโซนิคนั้นต้องสร้างสัญญาณที่ความถี่ 40 kHz ซึ่งเป็นความถี่เรโซแนนท์ของตัวส่งอัลตราโซนิคซึ่งในวงจรข้างล่างนี้ก็เป็นการสร้างความถี่ 40kHz โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F84 เป็นตัวสร้างความถี่ออกมา สาเหตุที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพราะ มีความยืดหยุ่นในการแก้ไขและเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ได้โดยแก้ไขในโปรแกรม เท่านั้นซึ่งมีการต่อวงจร ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งจากขา PIC จะเห็นว่ามีการต่อเข้าขาทรานซิสเตอร์ เนื่องจากต้องการเพิ่มแรงดันให้มากขึ้น เพื่อที่จะขับตัวส่งอัลตราโซนิค ให้สามารถส่งได้ระยะทางมากขึ้น



รูปที่ 4.1 วงจรภาคส่งคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนี้จะส่งคลื่น 40 kHz ออกมา เป็นเวลา 500 ไมโครวินาที (25 ลูกคลื่น) ดังรูปที่ 4.2 ในการกำหนดว่าจะส่งคลื่น 40 kHz ออกมานานเพียงใด และทุกๆช่วงเวลาเท่าใดนั้น กำหนดได้จากตัวโปรแกรมที่โปรแกรมเข้าไปในตัว PIC16F84 จากวงจรรูปสัญญาณที่วัดได้ ณ จุดต่าง ๆจะเป็นดังนี้



รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณที่ได้ ณ จุดต่าง ๆ ขณะส่งสัญญาณ 40 kHz

ก. รูปสัญญาณที่วัดได้ ณ จุด A เทียบกับกราวด์

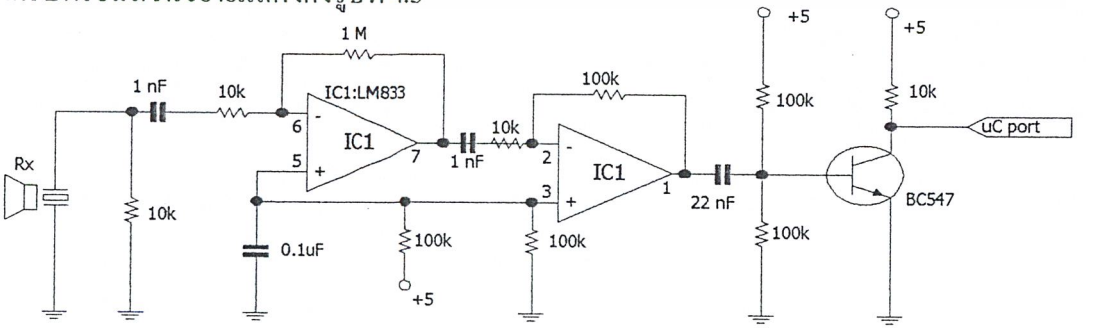
ข. รูปสัญญาณที่วัดได้ ณ จุด A เทียบกับกราวด์

ค. รูปสัญญาณที่วัดได้ ณ จุด A เทียบกับจุด B

ง. รูปสัญญาณที่วัดได้ ณ จุด C เทียบกับจุด D

4.2 ภาครับคลื่นอัลตราโซนิค

สัญญาณที่รับได้โดยตรงจากตัวรับอัลตราโซนิคนั้น ค่าแรงดันที่วัดได้มีค่าค่อนข้างต่ำอยู่ในระดับมิลลิโวลต์ ดังนั้นจึงต้องนำสัญญาณจากตัวรับต่อผ่านวงจรขยาย เพื่อให้ได้ระดับสัญญาณที่สูงขึ้น จากนั้นก็นำสัญญาณที่ได้เข้าสู่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลต่อไป วงจรภาครับพร้อมส่วนขยายแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงจรภาครับคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปวงจรที่ 4.3 มีอัตราขยายประมาณ 1000 เท่า (60dB) เนื่องจากประกอบด้วยวงจรขยาย 2 ชุด ชุดแรกมีอัตราขยายประมาณ 100 เท่า (40dB) และชุดที่สองนั้นมีอัตราขยายประมาณ 10 เท่า (20dB) สาเหตุที่ต้องใช้อัตราขยายเนื่องจากระยะทางที่ต้องการตรวจให้มีระยะทางมากขึ้น ส่วนตัวเก็บประจุที่ใช้ในนี้นั้นก็เพื่อดัปปลิ้งสัญญาณเพื่อไม่ให้สัญญาณไฟตรงผ่านเข้าไปในวงจรขยาย

หลังจากผ่านออปแอมป์ทั้งสองชุดแล้วก็จะผ่านทรานซิสเตอร์ เพื่อปรับค่าแรงดันให้เป็นระดับลอจิก(0 โวลท์, 5โวลท์) เพื่อที่จะเข้าสู่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

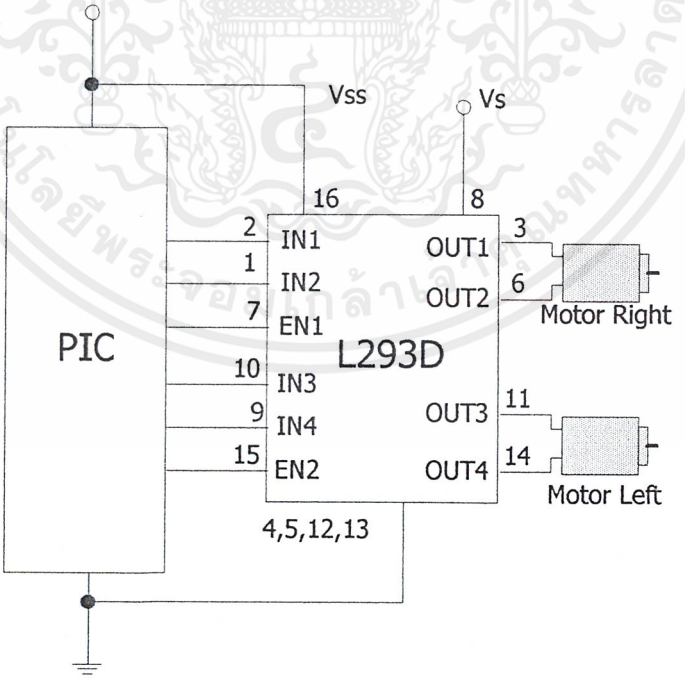
4.3 ภาคขับเคลื่อน

ในการควบคุมตัวรถนั้น ต้องรับการสั่งงานมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งส่วนนี้จะมีไอซี (L293D) คอยทำหน้าที่สั่งงานและขับกระแสให้มอเตอร์ทั้งสองตัวซ้ายและขวา

คุณสมบัติพื้นฐานของไอซี L293D

- จ่ายกระแสได้สูงสุด 600 มิลลิแอมป์
- ในแต่ละช่องสัญญาณ แยกแหล่งจ่ายไฟของมอเตอร์ออกจากไฟเลี้ยงไอซี
- แรงดันไฟเลี้ยงมอเตอร์สูงสุด 36 โวลท์

ซึ่งมีการต่อใช้งานกับวงจรดังรูป



รูปที่ 4 .4 แสดงการต่อวงจรภาคขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสั่งงานจะใช้ค่าลอจิกส่งไปยังไอซี เพื่อควบคุมมอเตอร์แต่ละตัว มีการใช้งาน ดังตาราง

มอเตอร์ตัวขวา

IN1	IN2	การหมุนของมอเตอร์
1	0	หมุนทวนเข็ม
0	1	หมุนตามเข็ม
0	0	หยุด
1	1	หยุด(กรณีไม่ควรใช้)

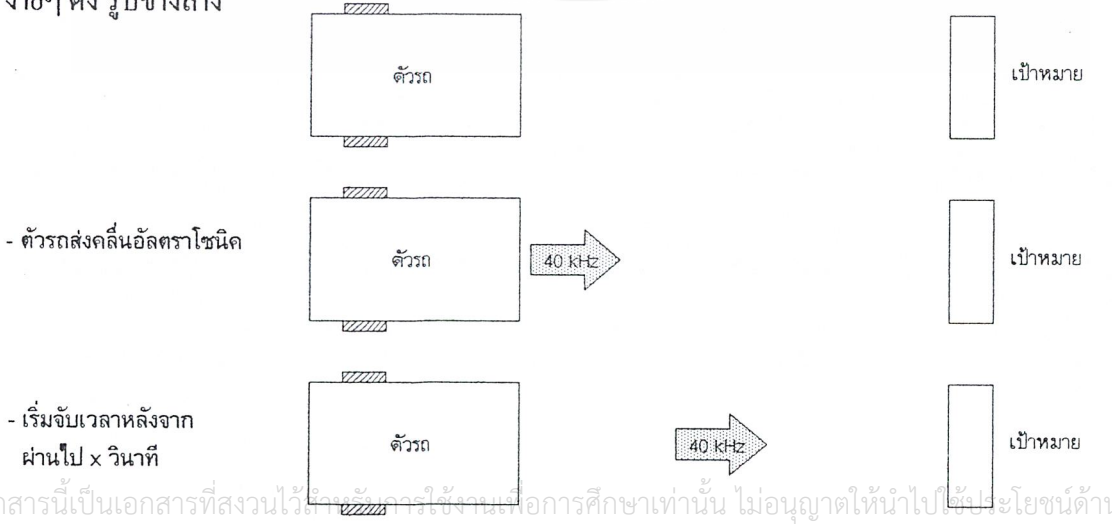
มอเตอร์ตัวซ้าย

IN3	IN4	การหมุนของมอเตอร์
1	0	หมุนทวนเข็ม
0	1	หมุนตามเข็ม
0	0	หยุด
1	1	หยุด(กรณีไม่ควรใช้)

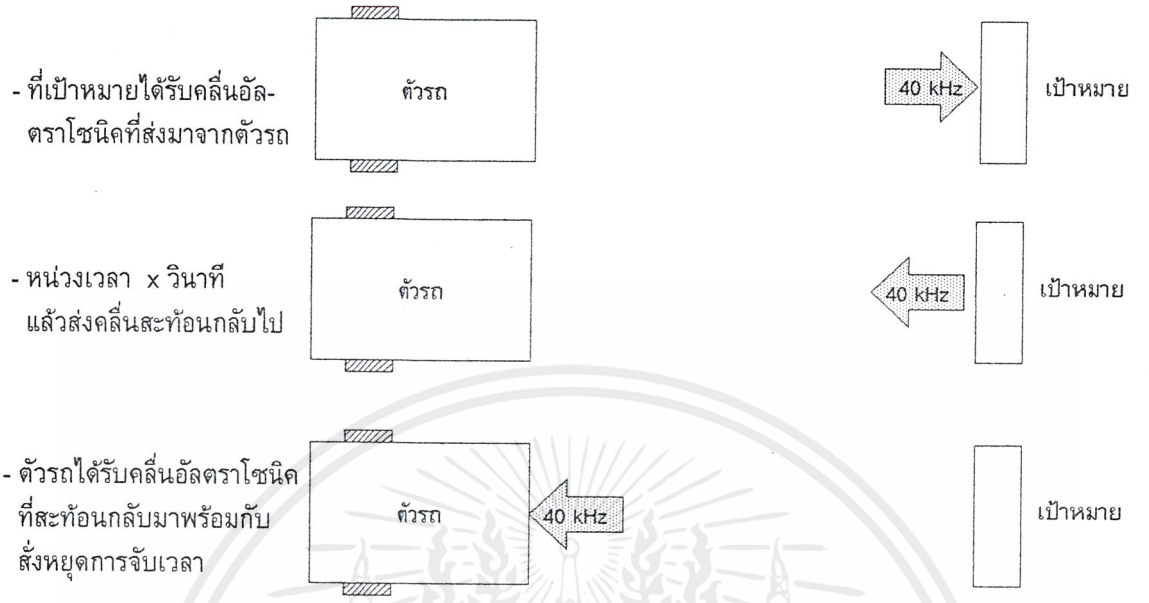
ส่วนขา EN1 และ EN2 เป็นขากำหนดให้ทำงานของแต่ละตัว(Enable) ซึ่งในการควบคุมขานี้จะต่อเข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์เช่นเดียวกัน ซึ่งจะสั่งสัญญาณ PWM มาที่สองขานี้เพื่อควบคุมความเร็วมอเตอร์ทั้งสองตัว

4.4 ภาคประมวลผล

ภาคประมวลผลส่วนนี้จะเป็นการนำสัญญาณที่ตรวจจับได้ เพื่อมาประมวลผลเพื่อบังคับให้รถเคลื่อนที่ไปในทิศที่ต้องการ ซึ่งภาคประมวลผลนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นตัวประมวลผล ซึ่งหลักการหาระยะทางหาได้จากการจับเวลาที่คลื่นอัลตราโซนิคเคลื่อนที่จากตัวรถไปยังเป้าหมาย จากนั้นเป้าหมายก็จะส่งคลื่นอัลตราโซนิคกลับมายังตัวรถ ซึ่งมีหลักการทำงานอย่างง่ายๆ ดัง รูปข้างล่าง



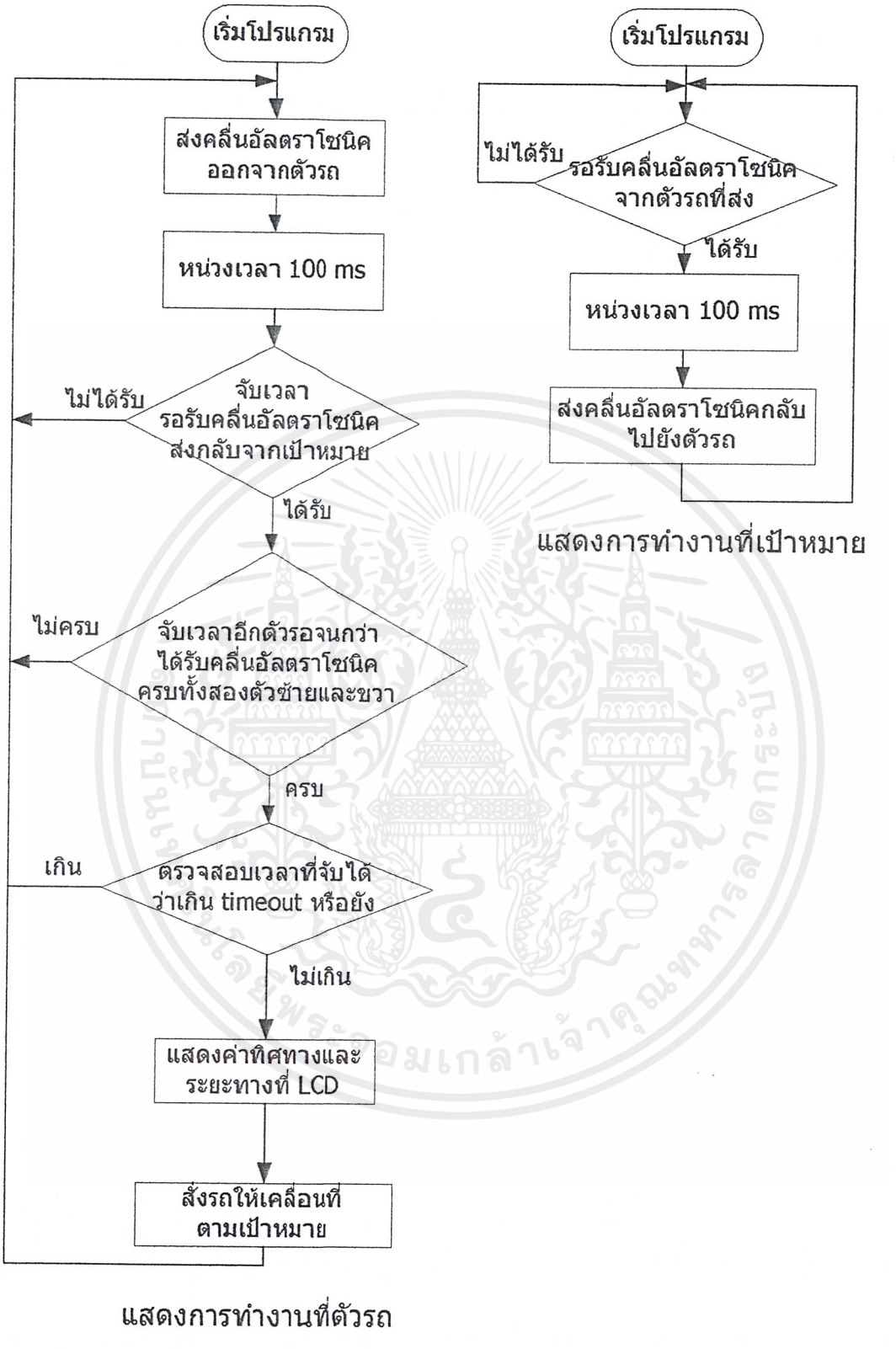
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 หลักการทำงานอย่างง่ายของรถ

การหาระยะทางมีวิธีการดังนี้ เมื่อตัวส่งสัญญาณที่อยู่บนตัวรถส่งสัญญาณออกไปตัวจับเวลาก็จะเริ่มนับ ถ้าตัวรับสัญญาณที่ตัวเป้าหมายได้รับสัญญาณก็จะทำการส่งสัญญาณกลับมายังตัวรถ เมื่อตัวรับสัญญาณที่ตัวรถได้รับสัญญาณก็จะทำการเก็บบันทึกค่าเวลาที่จับได้นั้นไว้ แล้วนำค่าเวลาที่ได้ไปหาระดับระยะทาง แต่ถ้าไม่มีการส่งสัญญาณกลับมายังตัวรถ ไม่ว่าจะเป็นในกรณีของตัวเป้าหมายหลุดแนวทำการหรือระยะห่างระหว่างตัวรถและเป้าหมายไกลกันเกินไปจนไม่สามารถรับสัญญาณได้ ตัวจับเวลาก็จะนับเวลาจนเกิดการเกินค่าที่กำหนด (Overflow) ดังนั้นในกรณีนี้จะถือว่าเกิดข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ซึ่งจากหลักการทำงานที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้นสามารถเขียนเป็นโฟลวชาร์ตการทำงานได้ดัง รูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 โฟลวชาร์ตการทำงานของโปรแกรม

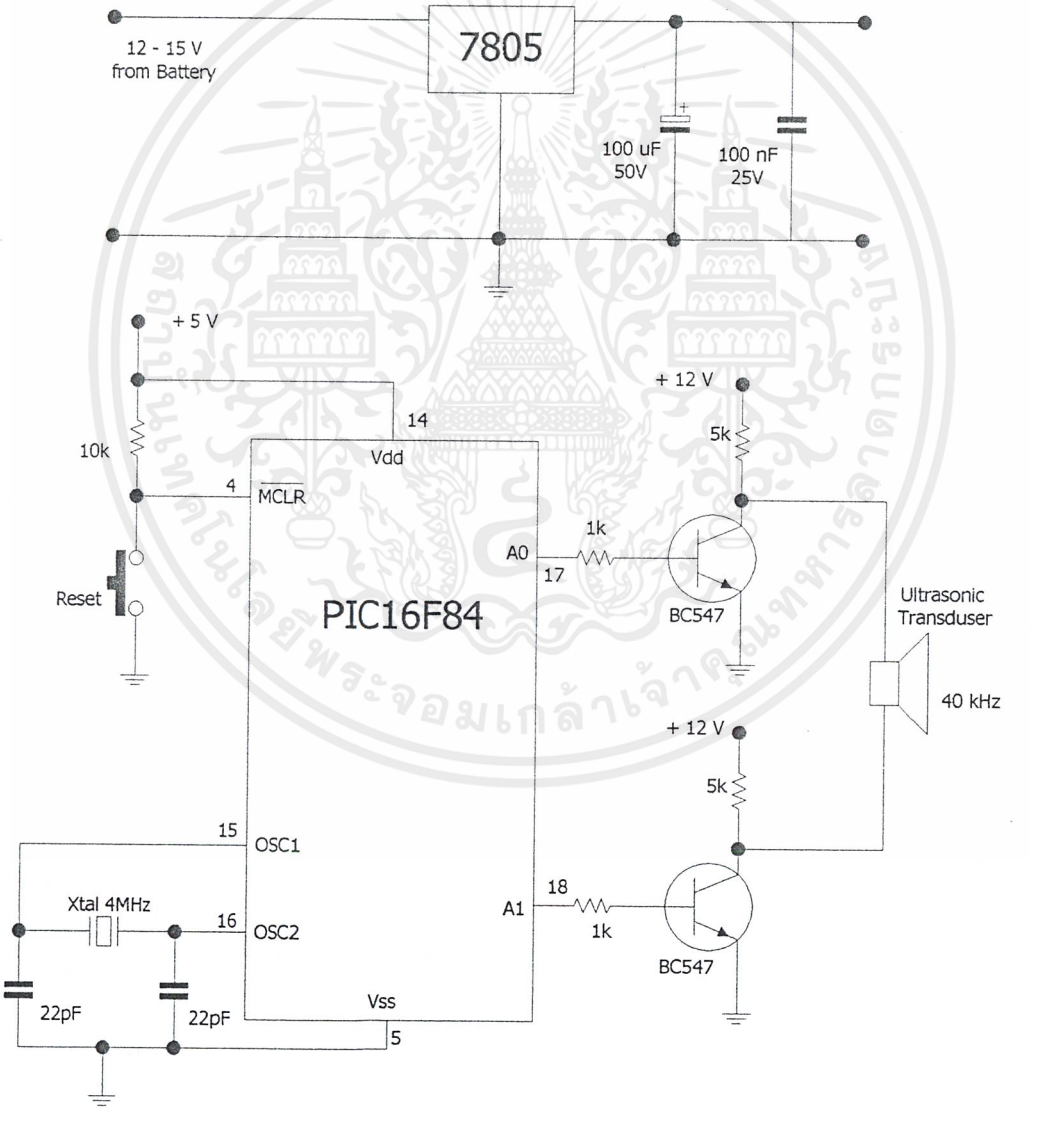
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

ในการทดสอบโครงงานชุดนี้จะทำการทดสอบที่ตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณ โดยจะทำการทดสอบผลการตรวจจับสัญญาณที่ระยะต่างและมุมการทำงานของตัวรับและตัวส่ง นอกจากนี้จะทำการทดสอบผลของโปรแกรมที่ใช้ในการกำหนดระยะทาง และหาทิศทางของอุปกรณ์ด้วยว่าให้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ ในตอนท้ายของบทนี้ก็จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของชุดโครงงานนี้เมื่อประกอบทุกส่วนเข้าด้วยกัน ว่าสามารถทำตามที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่

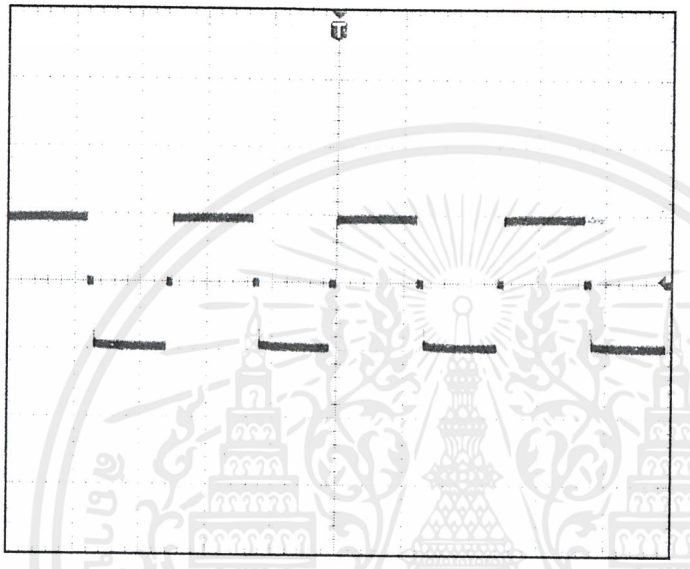
ผลการทดลองภาครับคลื่นอัลตราโซนิค



รูปที่ 5.1 วงจรตัวส่งคลื่นอัลตราโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

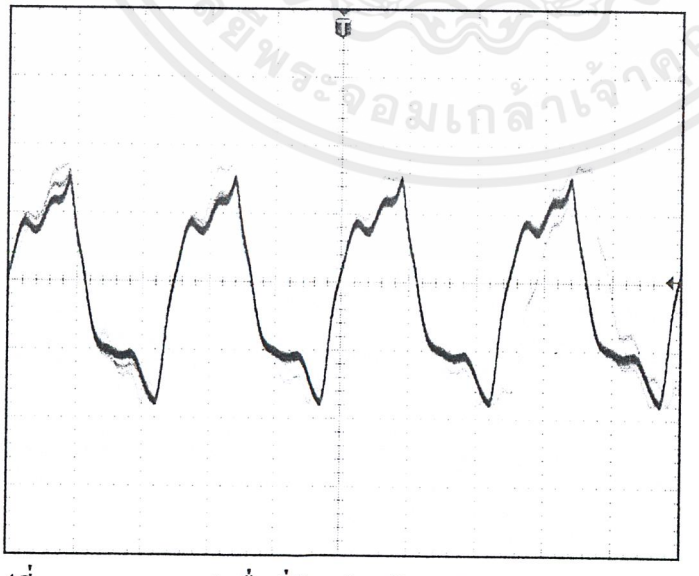
จากการทดลองนี้ ใช้ไฟ 12 โวลท์ป้อนให้กับวงจร ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งจะมีไอซีเร็คกูเลเตอร์ 7805 ทำหน้าปรับแรงดันให้ได้ 5 โวลท์เพื่อจ่ายให้กับ PIC16F84 ส่วนแอมปลิจูดของพัลซ์นั้นก็จะขึ้นโดยตรงกับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งก็เป็นข้อดีของวงจรนี้ คือ สามารถเพิ่มระยะทางในการส่งได้อีก โดยเพิ่มแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ โดยจะไม่กระทบกระเทือนกับ PIC เพราะ มีไอซีเร็คกูเลเตอร์เพื่อลดแรงดันให้เหลือ 5 โวลท์ ซึ่งในโครงงานนี้ได้ใช้ไฟ 12 โวลท์ จากแบตเตอรี่ ทำให้ได้พัลซ์ที่มีแอมปลิจูดถึง 18 โวลท์ ส่งขับอัลตราโซนิค ซึ่งแสดงดังรูปที่ 5.2



Volt/DIV = 5 V

Time/DIV = 10uS

รูปที่ 5.2 แสดงรูปคลื่นที่วัดได้ที่ พอร์ต A0 และ A1 ของ PIC เป็นพัลส์ขนาด 22 โวลต์ ความถี่ 39.4 kHz



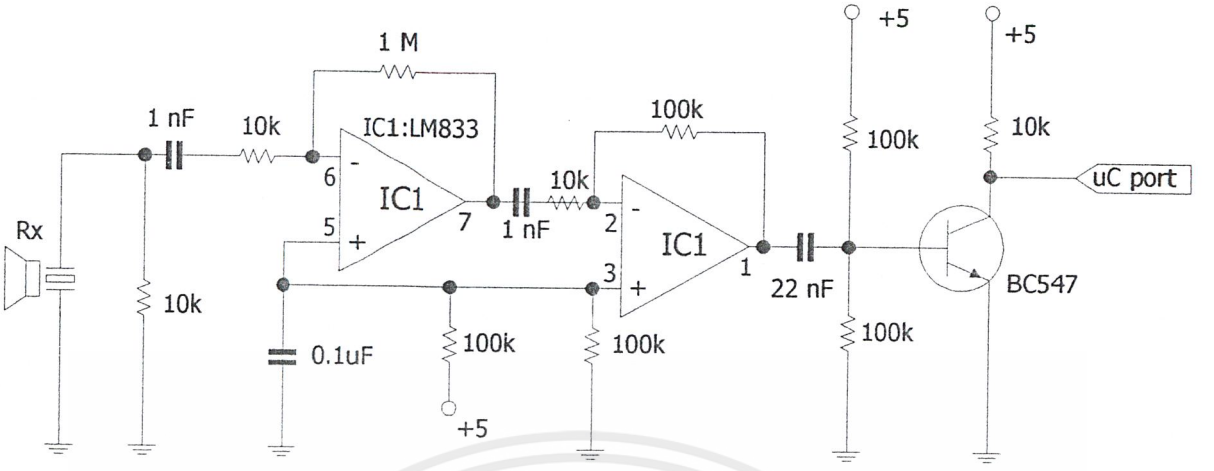
Volt/DIV = 5 V

Time/DIV = 10uS

รูปที่ 5.3 แสดงรูปคลื่นที่วัดคร่อมตัวส่งอัลตราโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

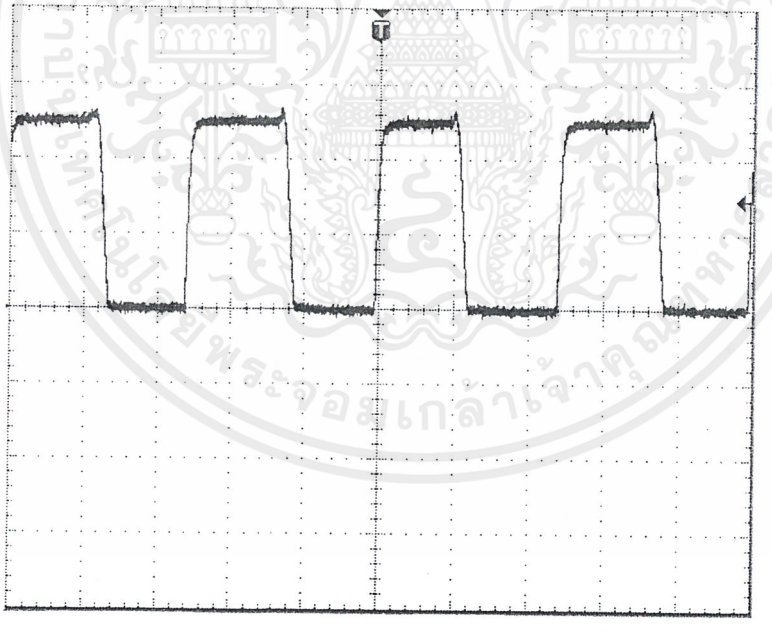
ผลการทดลองภาครับคลื่นอัลตราโซนิค



รูปที่ 5.4 วงจรภาครับอัลตราโซนิค

ผลการทดลองภาครับคลื่นอัลตราโซนิคที่ ระยะต่างๆ

- ทดลองรับคลื่นที่ระยะ 1 เมตร จากตัวส่ง

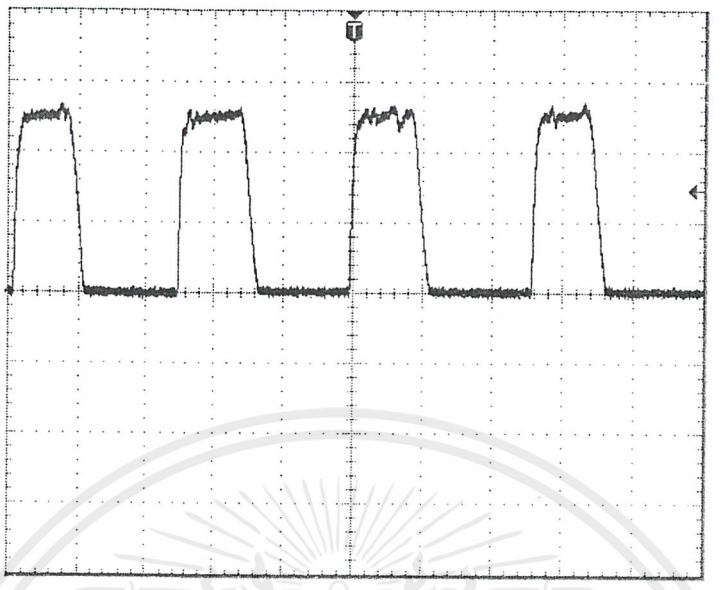


Volt/DIV = 1V, Time/DIV = 10uS

รูปที่ 5.5 วัดสัญญาณที่ระยะ 1 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

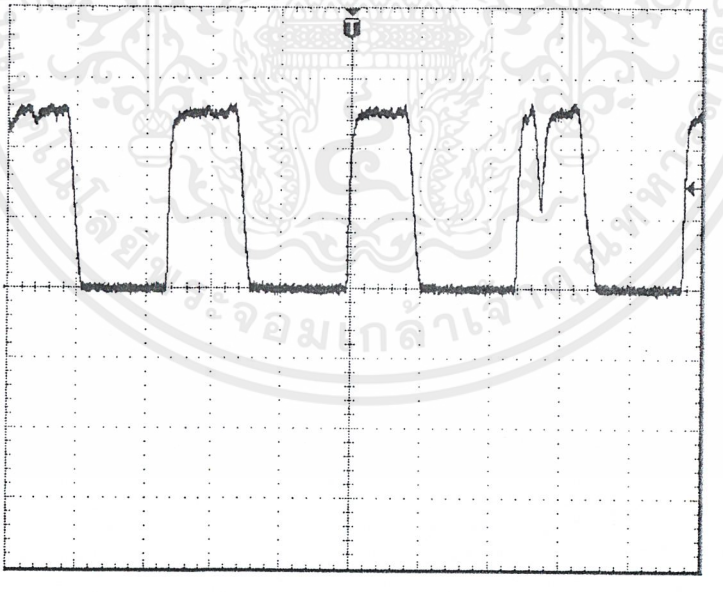
- ทดลองรับคลื่นที่ระยะ 2 เมตร จากตัวส่ง



Volt/DIV = 1 V, Time/DIV = 10uS

รูปที่ 5.6 วัดสัญญาณที่ระยะ 2 เมตร

- ทดลองรับคลื่นที่ระยะ 4 เมตร จากตัวส่ง

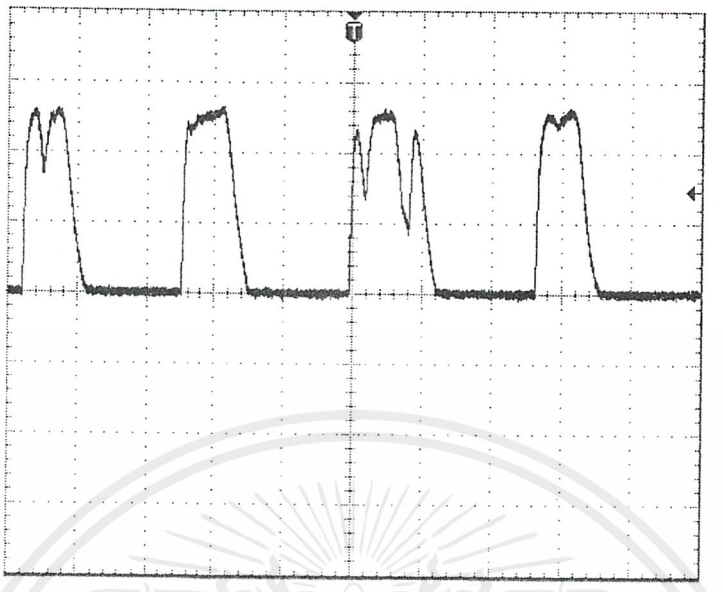


Volt/DIV = 1 V, Time/DIV = 10uS

รูปที่ 5.7 วัดสัญญาณที่ระยะ 4 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทดลองรับคลื่นที่ระยะ 6 เมตร จากตัวส่ง



รูปที่ 5.8 วัดสัญญาณที่ระยะ 6 เมตร

จากการทดลองเมื่อเพิ่มระยะห่างระหว่างตัวรับกับตัวส่ง จะเห็นว่า คลื่นมีลักษณะเปลี่ยนไปดังรูป แต่สิ่งที่ไม่เปลี่ยนไป ตามรูปคลื่น คือ ความถี่ ซึ่งค่าความถี่นี้ก็ มีค่าเท่ากับความที่ถี่ผลิตจากภาคส่งคลื่นนั่นเอง และจากการทดลองเมื่อเลื่อนตัวรับและตัวส่งออกห่างจากกันเรื่อยๆ จนลักษณะของรูปคลื่นก็จะเพี้ยนไปตามทิศทางที่เลื่อนออก และในที่สุดก็จะหายไป เป็นไฟตรงศูนย์โวลท์ในที่สุด ก็หมายความว่า ภาครับไม่สามารถตรวจจับสัญญาณได้ ซึ่งก็ให้ผลเช่นเดียวกัน เมื่อมีการปิดที่ตัวส่งสัญญาณ เพื่อไม่ให้ตัวรับ ตรวจจับสัญญาณได้ และจากพัลซ์ที่ได้นี้ ก็จะส่งเข้าขาของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ทำการประมวลผล และหาค่าต่างๆ ต่อไป

ผลการทดสอบหาค่าทิศทางและระยะทาง

ในการทดสอบส่วนนี้จะเป็นการทดสอบระบบของตัวรถว่าสามารถให้ค่าทิศทางและระยะทางที่เหมาะสมได้หรือไม่ โดยในการตรวจตรวจสอบค่าที่ได้นี้จะเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลค่าต่างๆ ที่หาได้ โดยจะมีการแสดงผลผ่านจอ LCD เพื่อนำค่าที่อ่านได้จาก LCD ไปเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมตัวรถต่อไป ซึ่งในการทดสอบค่าที่อ่านได้นี้ จะเป็นการทดสอบที่ระยะต่าง ๆ และมุมต่างๆ แล้วบันทึกผล ค่าเวลาที่อ่านได้จาก LCD (ระยะห่างของตัวรถกับเป้าหมาย),ค่าความแตกต่างของเวลาที่ตัวรับสองตัวซ้ายขวาได้รับไม่พร้อมกัน ซึ่งได้ทดลองวัดหลายครั้งแล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นความผิดพลาด ซึ่งให้ผลดังตารางในหน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง		ค่าที่อ่านได้จาก LCD		
ระยะทาง (เมตร)	มุมที่ตัวรถทำกับเป้าหมาย(องศา)	ค่าระยะทางที่อ่านได้	ค่าความแตกต่างเวลา	เปอร์เซ็นความผิดพลาด
1	0	42	1	0
2	0	76	1	0
4	0	166	2	0
6	0	242	2	2
1	10	42	5	0
2	10	77	5	3
4	10	167	4	5
6	10	241	4	7
1	15	42	8	29
2	15	76	7	26
4	15	166	7	29
6	15	244	6	35

จากผลการทดลองส่วนนี้จะเห็นได้ว่า มุมการทำงานของตัวรับสัญญาณจะค่อนข้างแคบ เนื่องจากเมื่อเพิ่มมุมที่ทำกับเป้าหมายมากขึ้น เปอร์เซ็นค่าผิดพลาดก็จะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นข้อจำกัดของตัวรับและส่งอัลตราโซนิคเองที่มีมุมทำการค่อนข้างน้อย

ผลการทดสอบตัวรถ

จากการทดลองทดสอบเขียนโปรแกรมเพื่อให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ นั้น ปรากฏว่าเมื่อทดลองให้ตัวรถวิ่งในทิศทางตรง คือ ให้มอเตอร์ด้านซ้ายและด้านขวาหมุน จะสังเกตเห็นได้ชัดว่ารถเคลื่อนที่เอียง ซึ่งเกิดจากตัวมอเตอร์ทั้งสองตัวนั้นหมุนไม่เท่ากัน ซึ่งปัญหาตรงจุดได้ก็ได้แก้ไขโดยได้เขียนโปรแกรมส่งพัลส์แบบ PWM ไปควบคุมที่มอเตอร์ทั้งสองตัวโดยให้ค่าดิวตี้ไซเคิ้ลไม่เท่ากันโดยทดลองเขียนไปจนกระทั่งรถวิ่งตรง

หลังจากกนั้นได้เขียนโปรแกรมทั้งหมด ซึ่งปรากฏว่าตัวรถสามารถจับระยะทางได้ แต่เมื่อมีการเคลื่อนที่โดยเปลี่ยนมุม ตัวรถจะจับระยะทางไม่ค่อยได้ เนื่องจากตัวรับ-ส่งอัลตราโซนิคที่ใช้นี้มีมุมทำการค่อนข้างแคบมาก ประมาณ 30 องศา ซึ่งหากเป้าหมายมีการคลื่นที่เปลี่ยนมุมค่อนข้างเร็วตัวรถจะจับไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์การทดลอง

สรุปและวิจารณ์การทดลอง

จากการทดสอบผลการรับ-ส่งคลื่นสัญญาณอัลตราโซนิค เห็นได้ว่าถ้าระยะห่างระหว่างตัวรับและตัวส่งมากขึ้นรูปคลื่นสัญญาณจะมีความผิดเพี้ยนมากขึ้นตามไปด้วย โดยที่ความถี่ยังคงเท่าเดิม แต่ถือว่ายังคงใช้งานได้ จนระยะห่างระหว่างตัวรับและตัวส่งมีค่าประมาณ 9 เมตร จึงไม่สามารถรับสัญญาณได้โดยการทดสอบนี้เป็นการทดสอบในแนวตรงตัวรถและเป้าหมายทำมุม 0 องศา ซึ่งทำให้รู้ว่าระยะการทำงานสูงสุดประมาณ 9 เมตร แต่ระยะที่จะกำหนดให้รถทำงานนั้นอยู่ในช่วง ประมาณ 0.4 – 4 เมตร

ในการทดสอบภาคประมวลผลซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรม ผลปรากฏว่าแสดงผลได้ตามที่ออกแบบไว้ ในการทดสอบอ่านค่าระยะทางที่อ่านได้จาก LCD นั้นให้ผลเป็นที่น่าพอใจมาก และเปอร์เซนต์ค่าผิดพลาดค่อนข้างต่ำ และนอกจากนี้ยังทำให้ทราบว่ามุมการทำงานของตัวรับมีค่าประมาณ 30 องศา ซึ่งค่อนข้างแคบ สังเกตจากเมื่อตัวเป้าหมายทำมุมกับแกนกลางตัวรถมากกว่า 15 องศา จำนวนครั้งผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ตัวส่งอยู่นอกเขตการทำงาน จากที่มุมการทำงานมีค่าน้อยนี้มีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของตัวรถต่ำไปด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น ถ้าเปลี่ยนขนาดของตัวส่งให้มีขนาดใหญ่ขึ้น การรับส่งสัญญาณและมุมการทำงานของตัวรถก็จะดีขึ้น แต่เนื่องจากตัวรับส่งที่หาได้ตามท้องตลาดมีแต่ขนาดเล็ก (ขนาด 8 มม.) ซึ่งจากการทดลองตัวรับส่งนอกเหนือจากโครงงานนี้ ตัวส่งขนาด 20 มม. ให้ผลการรับและส่งสัญญาณได้ดีกว่าตัวรับส่งขนาด 8 มม. มากไม่ว่าจะเป็นด้านระยะทางในการรับส่งหรือมุมในการทำงานก็จะมีมากกว่า แต่เนื่องจากไม่สามารถหาซื้อตัวรับส่งขนาดที่ต้องการได้ตามท้องตลาด จุดนี้ได้เป็นข้อจำกัดของโครงงานชุดนี้ ซึ่งทำให้รถทำงานได้ในมุมที่แคบ

นอกจากข้อจำกัดด้านนี้แล้ว ก็ยังพบปัญหาในเรื่องของสัญญาณรบกวนด้วยซึ่งวงจรรับที่ใช้นี้จะไวต่อสัญญาณที่ได้รับ ไม่ว่าจะเป็นเสียงเคาะโลหะ หรือ สิ่งของกระทบกัน ซึ่งเสียงที่มีความถี่สูงเหล่านี้ชุดวงจรรับจะสามารถจับได้ ซึ่งได้พยายามแก้โดยให้ตัวส่งมีกำลังค่อนข้างสูง เพราะเสียงรบกวนเหล่านั้นมีกำลังค่อนข้างต่ำ ต้องมีแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ใกล้ ๆ ตัวรถจึงสามารถตรวจจับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนปัญหาด้านการสะท้อนกับวัตถุที่อยู่ใกล้ แล้วสะท้อนกลับมาที่ตัวรถนั้น ได้แก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยจากการที่ตัวรถส่งค่าออกไปแล้ว หน่วงเวลาประมาณ 100 มิลลิวินาที แล้วค่อยจับเวลา ส่วนที่เป้าหมายหลังจากได้รับคลื่นแล้วก็จะหน่วงเวลา100มิลลิวินาทีเช่นกันจึงจะส่งสัญญาณกลับไป ซึ่งก็สามารถช่วยแก้ปัญหาการสะท้อนจากวัตถุที่ไม่ใช่เป้าหมายได้อย่างดี

ในการนำค่าต่างๆ ระยะทางและทิศทางที่จะนำไปควบคุมตัวรถนี้ ไม่จำเป็นต้องหาค่าที่ละเอียดมากนัก เนื่องจากตัวรถไม่สามารถทำงานได้ละเอียดอยู่แล้ว แต่ค่าที่ได้นั้นต้องการเปอร์เซนต์ค่าผิดพลาดที่น้อยมาก เพราะหากเกิดค่าผิดพลาดขึ้น เช่น ตัวรับตัวที่อยู่ไกลได้รับคลื่นอัลตราโซนิคก่อน หรืออีกตัวไม่ได้คลื่นอัลตราโซนิค ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้รถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ไม่ถูกต้อง และอาจจะทำให้ตัวรถหลุดจากแนวการเคลื่อนที่ของเป้าหมายไปเลยก็ได้ ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหานั้น อาจจะต้องเพิ่มจำนวนชุดรับคลื่นอัลตราโซนิคบนตัวรถให้มากขึ้น เพื่อลดข้อผิดพลาดเหล่านี้

ส่วนตัวรถนั้นก็มีข้อจำกัดในเรื่องความเร็วในการเคลื่อนที่ เนื่องจากตัวรถมีน้ำหนักค่อนข้างสูง จึงต้องใช้มอเตอร์ที่มีแรงบิดค่อนข้างสูงมาประกอบเข้ากับล้อเพื่อขับเคลื่อน ซึ่งมอเตอร์ที่แรงบิดสูงนั้น ความเร็วในการหมุนก็จะต่ำลงไปด้วยเนื่องจากมีการทดรอบภายในมอเตอร์ ทำให้ตัวรถไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ทันเป้าหมายที่มีการเคลื่อนที่เร็ว

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

- เมื่อออกแบบวงจร แล้วนำวงจรที่ได้มาต่อทดลองวัดว่าต่างๆ ได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ เช่น รูปคลื่นเพี้ยนมาก ความถี่ที่ได้เปลี่ยนไป ระยะทางที่ส่งได้ไม่ไกลพอ ทำให้ต้องออกแบบวงจรใหม่
- ในการทดลองตอนแรกไม่มีการตรวจสอบค่าที่ตรวจจับได้ก่อน เมื่อวงจรไม่ทำงานจึงไม่ทราบว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นตรงจุดใด ซึ่งตอนหลังได้นำ LCD มาเป็นตัวแสดงค่าต่างๆ จึงทำให้เห็นค่าต่างๆ และทราบว่าปัญหานั้นเกิดขึ้นที่จุดใด และจะได้แก้ไขต่อไป
- เนื่องจากต้องมีการใช้ซอฟแวร์บางอย่างในโครงงานนี้ ทำให้ต้องเสียเวลาในการศึกษาใหม่
- เสียเวลาในการหาอุปกรณ์มาใช้ในโครงงานนี้ เช่น บอร์ดโปรแกรม PIC ,PIC เบอร์ 16F876
- โครงงานนี้ได้ทำขึ้นมาใหม่ โดยไม่ได้พัฒนาจากโครงงานที่ทำไว้แล้ว จึงทำให้ค่อนข้างช้าในการออกแบบและหาข้อมูล เนื่องจากต้องมีการลองผิดลองถูกไป จนกว่าจะได้วงจรที่เป็นที่น่าพอใจ
- แหล่งข้อมูลการกับการรับ-ส่งอัลตราโซนิคน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. LES JOHNSON, " EXPERIMENTING with the PICBASIC PRO COMPILER "
2. JOHN IOVINE, " PIC MICROCONTROLLER PROJECT BOOK ", THE McGraw-Hill Companies.
3. กำพล ทองเรือง , " ทฤษฎี และ การออกแบบวงจรพัลส์ ", บริษัท สกายบุ๊คส์ จำกัด , 2539.
4. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , " ปฏิบัติการวงจรดิจิตอล ", ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 , บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนท์ จำกัด
5. กฤษดา ใจเย็น และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , " เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F84 ", บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนท์ จำกัด
6. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , " คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์ " , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 2538
7. " PICBASIC PRO COMPILER ", microEngineering Labs, Inc. , www.melabs.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้