สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาไม้เท้านำทางคนตาบอด

Guiding Cane

T 061835

โดย

นายชัยวัฒน์ ปกรณ์ชัยกุล

นายชัยวัฒน์ แย้มเปี่ยม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 61835

วัน,เดือน,ปี 21 ก.ค. 2549

.b.....

.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาไม้เท้านำทางคนตาบอด

Guiding Cane

โดย

นายชัยวัฒน์ ปการณ์ชัยกุล 45015229

นายชัยวัฒน์ แย้มเปี่ยม 45015230

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิตติพล ชิตสกุล

อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง การพัฒนาไม้เท้านำทางคนตาบอด
(Guiding Cane)

ผู้จัดทำ

1. นายชัยวัฒน์ ปกรณ์ชัยกุล
2. นายชัยวัฒน์ แย้มเปี่ยม

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.กิติพล ชิตสกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

การพัฒนาไม้เท้านำทางคนตาบอด

นายชัยวัฒน์ ปกรณ์ชัยกุล 45015229
นายชัยวัฒน์ แย้มเปี่ยม 45015230
ดร.กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

การพัฒนาไม้เท้านำทางคนตาบอดในครั้งนี้ยังคงรักษาลักษณะภายนอกของไม้เท้าซึ่งได้จัดทำเมื่อปีการศึกษา 2546 เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงและเหมาะสม แต่ได้ทำการเปลี่ยนวงจรควบคุมต่างๆเพื่อให้ไม้เท้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพิ่มหน้าที่การทำงานของไม้เท้าให้สามารถนำทางผู้พิการไปยังห้องตรวจโรคในโรงพยาบาลที่มีเส้นนำทางผู้พิการ การใช้งานไม้เท้าผู้พิการจะต้องเลือกโหมดการทำงานด้วยสวิตช์ที่ด้ามไม้เท้า ถ้าเลือกโหมดแรกก็คือ Guiding mode ในโหมดนี้ผู้ใช้จะต้องออกแรงเข็นไม้เท้าไปข้างหน้าก่อน จากนั้นเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกทั้ง 5 ตัว จะทำงานเหมือนเรดาห์สแกนหาตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง ทุกๆ 1 วินาที ตำแหน่งของสิ่งกีดขวางที่ได้จะส่งไปประมวลผลเพื่อหลบหลีกจากสิ่งกีดขวาง โดยการเคลื่อนที่ของตัวไม้เท้าส่วนล่าง แล้วตามด้วยการเคลื่อนที่ของตัวไม้เท้าส่วนบนซึ่งมีด้ามของไม้เท้าติดอยู่ แรงจากด้ามไม้เท้าจะส่งที่มือของผู้ใช้รู้สึกและเดินตามการนำทางของไม้เท้า และถ้าเลือกโหมดที่สอง Line mode ในโหมดนี้จะต้องมีการนำเซ็นเซอร์อินฟราเรดที่ติดอยู่ด้านล่างของไม้เท้า ให้ไปวางบนเส้นที่จะนำผู้พิการไปที่ห้องตรวจที่ต้องการก่อน จากนั้นเซ็นเซอร์ก็จะทำหน้าที่ตรวจจับเส้นแล้วนำผลการตรวจจับไปประมวลผลเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวไม้เท้าส่วนล่างและส่วนบนซึ่งจะไปตามเส้นที่ต้องการโดยผู้ใช้งานไม่ต้องออกแรงในการเข็นไม้เท้าเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Guiding Cane

Chaiwat Pakornchaichaikul

Chaivat Yampeam

Dr.Kittipol Chitsakul Advisor

Mr.Chalermpan Wangwiwattana Advisor

2004

ABSTRACT

The Guiding cane is a novel design for helping blind or visually impaired individuals safely move and avoiding hazards. During operation, the user pushes the lightweight guiding cane forward. When the guiding cane 's ultrasonic sensors detect an obstacle, the embedded computer determines the suitable direction that steers the guiding cane and the user around it. The steering action results in a very noticeable force felt in the handle, which easily guides the user without any conscious effort on his/her part.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณบุคคลต่างๆดังนี้ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน คือ ดร.กิตติพล ชิตสกุลที่ให้คำปรึกษาและช่วยชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาในการทำโครงงาน และ อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนาที่เอื้อเฟื้อห้อง B428 และอุปกรณ์ต่างๆในการทำรงงาน ส่วนเพื่อนร่วมห้องเรียน นายชวลิต ทองวิไลที่ช่วยในการลายปริ้นโดยใช้ Protel และเพื่อนร่วมโครงงานนาย ชัยวัฒน์ แย้มเปี่ยม ที่ทำให้โครงงานสำเร็จไปได้ด้วยดี สุดท้ายต้องขอขอบคุณ พ่อและแม่ ที่เป็นคนให้กำลังใจที่ดีตลอดมา

นาย ชัยวัฒน์ปกรณ์ชัยกุล

โครงงานนี้จะสำเร็จลุล่วงลงไปมิได้ถ้าไม่มีบุคคลเหล่านี้ ดร.กิตติพล ชิตสกุล ที่ให้คำแนะนำและความสนใจที่ดี อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนาที่ช่วยจัดหาอุปกรณ์ต่างๆและดูแลอย่างใกล้ชิด คณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ความสามารถ เพื่อนๆทุกคนโดยเฉพาะ นายชวลิต ทองวิไลที่ช่วยออกแบบแผ่น PCB และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาระหว่างทำโครงงาน นายชัยวัฒน์ ปกรณ์ชัยกุลที่เพิ่มความรอบคอบในการทำโครงงาน และเพื่อนคนอื่นๆที่ไม่ได้เอ่ยนาม พ่อและแม่ที่ให้ความรักความห่วงใย การอบรมสั่งสอนและสิ่งต่างๆอีกมากมายที่ไม่สามารถบรรยายได้หมด

ขอขอบคุณทุกท่านด้วยใจจริง

นายชัยวัฒน์ แย้มเปี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 วิธีการดำเนินงาน	1
บทที่ 2 แนวความคิดในการออกแบบและทฤษฎี	4
2.1 แนวความคิดในการออกแบบระบบการทำงานของไม้เท้า	4
2.1.1 คำอธิบายบล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆในระบบไม้เท้านำทางคนตาบอด	5
2.1.2 แนวความคิดในการออกแบบการตรวจจับสิ่งกีดขวาง	6
2.1.3 แนวความคิดในการออกแบบการหลบหลีกสิ่งกีดขวางของไม้เท้า	6
2.1.4 การออกแบบกระบวนการทำงานของไม้เท้าในโหมด (mode) ต่างๆ	9
2.2 อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์	11
2.2.1. ชนิดของเปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์	12
2.2.2 ตัวส่งและตัวรับ	12
2.2.3 การทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่ง	13
2.2.4 สัญลักษณ์ของทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	13
2.2.5 ข้อควรรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	14
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51เบอร์ AT89S8252	15
2.3.1 คุณสมบัติของ MCS – 51 เบอร์ AT89S8252	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 การจัดขาต่าง ๆ ของ MCS-51 เบอร์ AT89S8252	16
2.3.3 ความหมายของขาต่างๆ	17
2.3.4 โครงสร้างของหน่วยความจำ	18
2.3.5 หน่วยความจำภายนอก	21
2.3.6 กระบวนการรีเซต	22
2.4 เซ็นเซอร์อินฟราเรดที่ใช้ในวงจรตรวจจับเส้น	23
2.5 สเต็ปมอเตอร์	24
2.5.1 ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์	24
2.5.2 การตรวจสอบหาสายร่วมและกราวน์ของสเต็ปมอเตอร์	27
2.5.3 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์	28
2.6 เซอร์โวมอเตอร์	29
บทที่ 3 ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม	30
3.1 วงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง	30
3.1.1 วงจรภาคส่งคลื่นอัลตราโซนิก	30
3.1.2 วงจรภาครับคลื่นอัลตราโซนิก	31
3.2 วงจรที่ใช้ในการตรวจจับเส้น	32
บทที่ 4 การทดสอบ ผลการทดสอบ และสรุปผลการทดสอบโครงงาน	34
4.1 การทดสอบคุณสมบัติของอัลตร้าโซนิค	34
4.2 การทดสอบการทำงานของวงจรภาคส่ง	35
4.3 การทดสอบการทำงานของวงจรภาครับ	36
4.4 การทดสอบการทำงานของวงจรตรวจจับเส้น	38
บทที่ 5 สรุป วิจารณ์ และแนวทางการพัฒนา	40
5.1 สรุป และ วิจารณ์	40
5.2 แนวทางการพัฒนา	40
บรรณานุกรม	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานของไม้เท้านำทางคนตาบอด	2
รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้างภายนอกของไม้เท้านำทางคนตาบอดเมื่อมองด้านบน (Top view)	3
รูปที่ 1.3 แสดงโครงสร้างภายนอกของไม้เท้านำทางคนตาบอดเมื่อมองด้านหน้า (Fornt view)	3
รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆในระบบไม้เท้านำทางคนตาบอด	4
รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งของอัลตร้าโซนิก	6
รูปที่ 2.3 แสดงโฟล์วชาร์ตการทำงานของ Guiding mode	10
รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิกทรานดิวเซอร์แบบต่าง ๆ	14
รูปที่ 2.5 แสดงขาต่าง ๆ ของ MCS-51 เบอร์ AT89s8252	16
รูปที่ 2.6 (ก) Manual Reset	22
รูปที่ 2.6 (ข) Power – On Reset	23
รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการสะท้อนของคลื่นอินฟราเรด	23
รูปที่ 2.8 ก สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น	24
รูปที่ 2.8 ข แสดงภาพถ่ายโครงสร้างสเต็ปมอเตอร์	25
รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้าง และวงจรเทียบเท่า (equivalentcircuit) ของมอเตอร์ ชนิด 4 ขด	26
รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะและการต่อใช้งานของไอซี UCN 5804	28
รูปที่ 2.11 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเซอร์โวมอเตอร์	29
รูปที่ 2.12 แสดงการควบคุมความเร็วของเซอร์โวมอเตอร์ด้วย Pulse Width Modulator	29
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรภาคส่งคลื่นอัลตราโซนิก	30
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรภาครับคลื่นอัลตราโซนิก	31
รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับเส้น	32
รูปที่ 4.1 วงจรทดสอบคุณสมบัติของอัลตร้าโซนิก	34
รูปที่ 4.2 แสดงการทดสอบวงจรภาครับ	36
รูปที่ 4.3 แสดงขนาดของแรงดันที่ตัวรับอัลตราโซนิกที่ระยะห่างจากสิ่งกีดขวางค่าต่างๆ	37
รูปที่ 4.4 แสดงขนาดของแรงดันที่ขาคอลเลคเตอร์ที่ระยะห่างจากสิ่งกีดขวางค่าต่างๆ	37
รูปที่ 4.5 แสดงการทดสอบการตรวจจับเส้น	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางความจริงแสดงการหลบหลีกสิ่งกีดขวางของไม้เท้า	9
ตารางที่ 2.2 แสดงผลของการตรวจจับเส้นและการตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ	11
ตารางที่ 2.3 แสดงบิตและหน้าที่ต่าง ๆ ใน PSW	19
ตารางที่ 2.4 แสดงมุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง	26
ตารางที่ 2.5 การจ่ายกระแสให้แก่เฟสต่าง ๆ	27
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการวัดคุณสมบัติของอัลต้าโซนิก	35
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบวงจรภาคส่ง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานไม้เท้านำทางคนตาบอดนี้เป็นโครงงานที่ทำต่อจากโครงงานเดิม เมื่อปีการศึกษา 2546 ซึ่งโครงงานเดิมระบบกลไกต่างๆสมบูรณ์ดีอยู่แล้ว แต่ทางด้านวงจรและโปรแกรมยังมีข้อผิดพลาดอยู่คือ ในส่วนของอัลตราโซนิกถือว่าเป็นส่วนสำคัญของไม้เท้าซึ่งมีทั้งหมด 5 ชุด ใช้ได้แค่ชุดเดียวคือชุดทางด้านหน้าดังนั้นไม้เท้านำทางคนตาบอดจึงทำการเลี้ยวแค่ทิศทางตามโปรแกรมที่ตั้งไว้คือด้านซ้ายด้านเดียว ไม่สามารถเลี้ยวไปทางด้านขวาได้ และวงจรภายในของไม้เท้ามีความยากในการตรวจสอบหรือซ่อมแซมพอสมควร

ซึ่งโครงงานนี้จะทำการแก้ไขปรับปรุงและเพิ่มโหมดการทำงานของไม้เท้านำทาง คือจะทำการปรับปรุงให้อัลตราโซนิกทั้ง 5 ชุดทำงานได้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ไม้เท้าสามารถหลบหลีกไปทางซ้ายและทางขวาได้ตามที่โปรแกรมตั้งไว้ และเปลี่ยนวงจรภายในเพื่อให้อัลตราโซนิกทำงานทั้งหมดส่วนกระบวนการทำงานของไม้เท้าก็จะเพิ่มโหมดเดินตามเส้นไปอีกหนึ่งโหมด ซึ่งรายละเอียดการแก้ไขข้อผิดพลาด และการเพิ่มเติมการทำงานของไม้เท้าจะได้แสดงให้เห็นในหัวข้อต่อๆไป

1.2 วิธีการดำเนินงาน

1 .ศึกษารายละเอียดโครงสร้าง หลักการทำงาน และข้อผิดพลาดในการทำงานของไม้เท้า วางแผนการแก้ไขข้อผิดพลาด และออกแบบโหมดการทำงานเพิ่มเติมของไม้เท้า

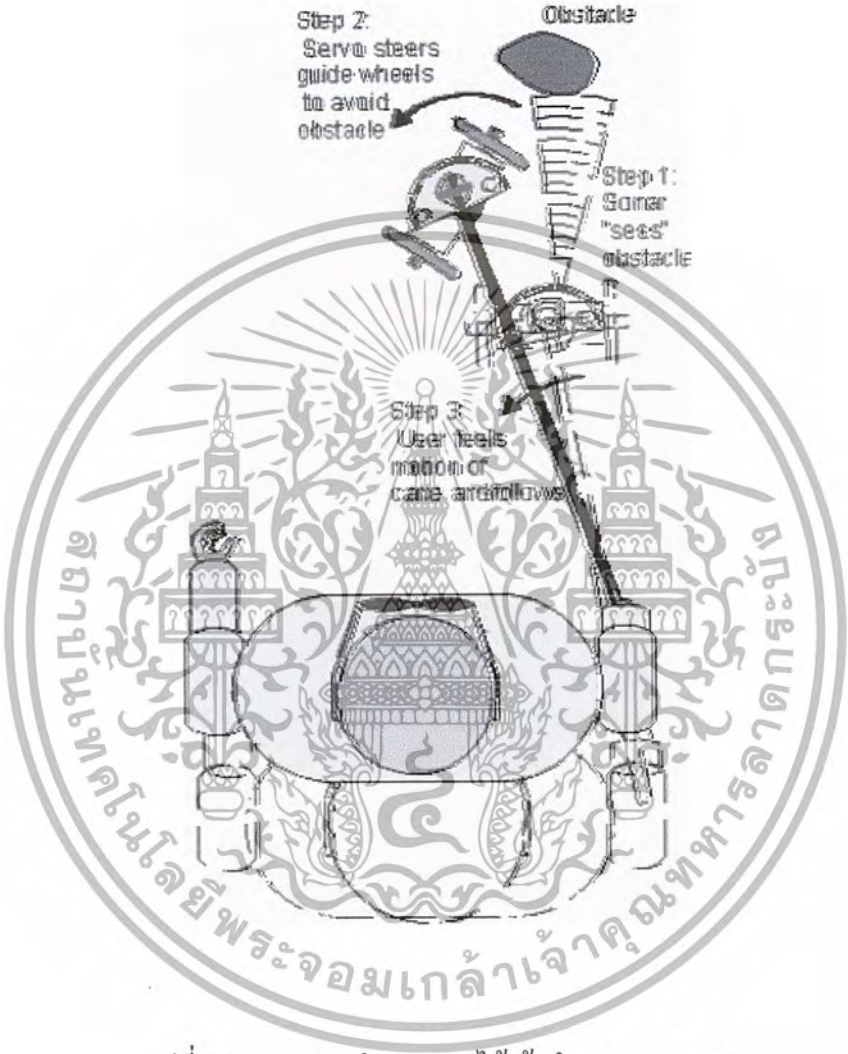
2. ออกแบบวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง ซึ่งได้แก่ภาครับและส่งอัลตร้าโซนิก ออกแบบวงจรขับสเปมอเตอร์และเซอร์โวมอเตอร์ รวมถึงวงจรเซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมการหมุนของไม้เท้าให้ได้มุมที่ต้องการ และออกแบบวงจรตรวจจับเส้น(การตรวจจับเส้นเป็นโหมดเพิ่มเติม)

3. ทดลองต่อวงจรต่างๆที่ได้ทำการออกแบบไว้ และทดสอบว่าการทำงานของวงจรนั้นเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ แล้วนำวงจรต่างๆมาต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

4. เขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาแอสแซมบลี้ เพื่อควบคุมการทำงาน ของวงจรให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้

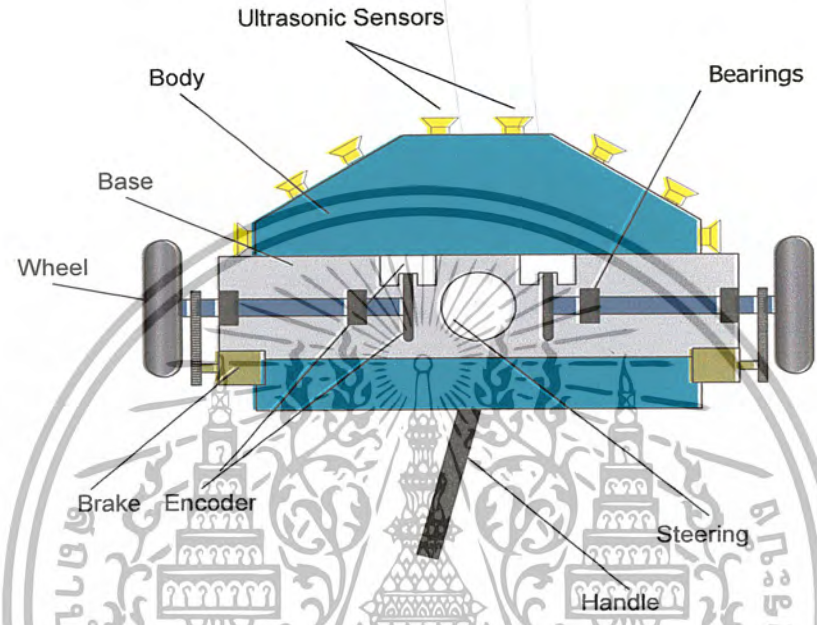
5. ทดสอบการทำงานของไม้เท้าทั้งสองโหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

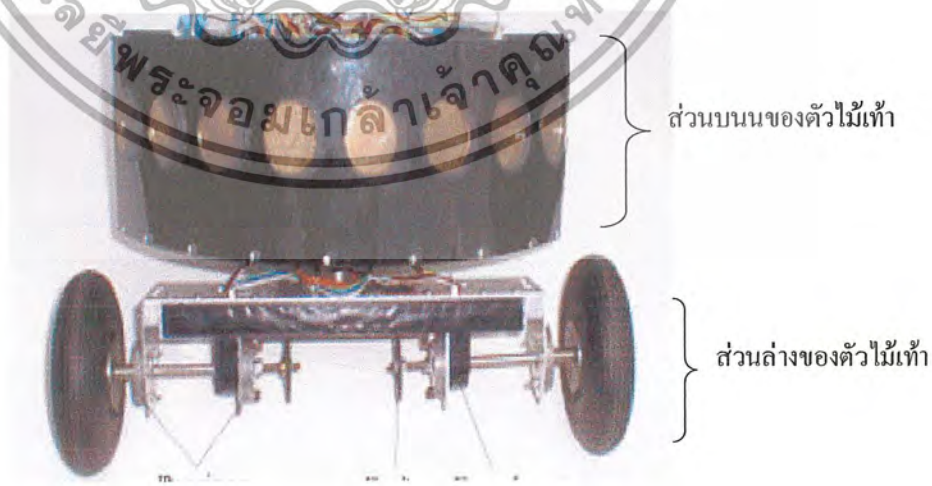


รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานของไม้เท้านำทางคนตาบอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้างภายนอกของไม้เท้านำทางคนตาบอดเมื่อมองด้านบน (Top view)



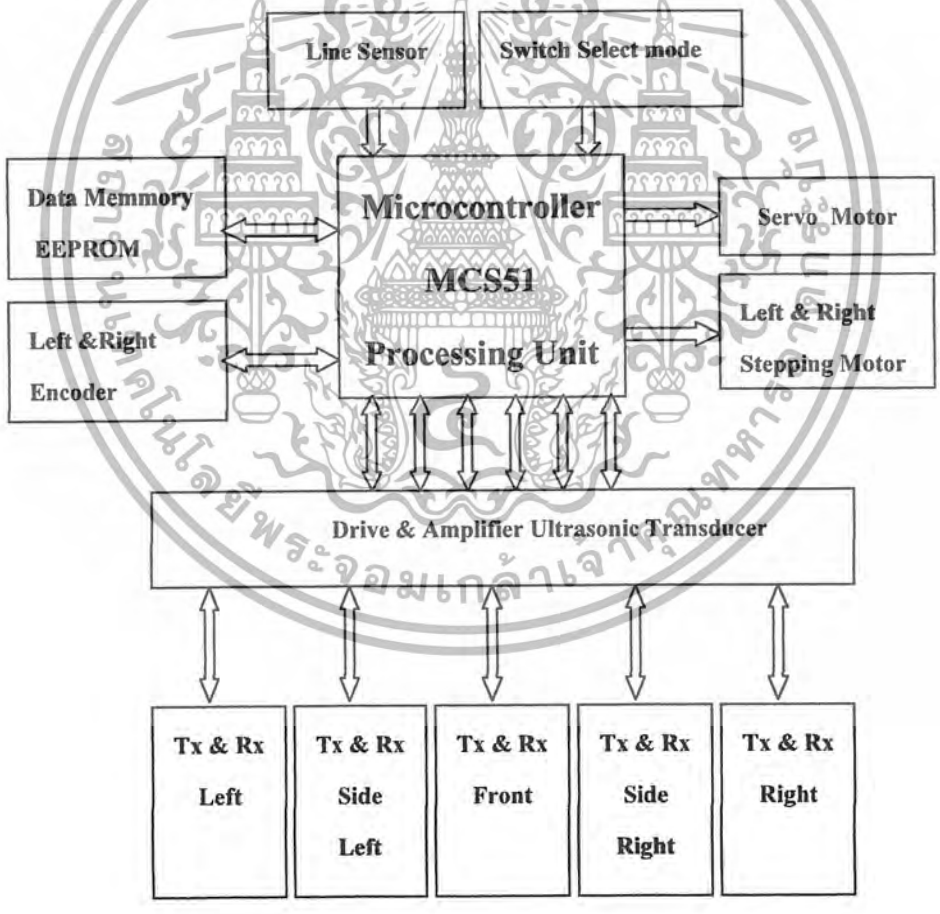
รูปที่ 1.3 แสดงโครงสร้างภายนอกของไม้เท้านำทางคนตาบอดเมื่อมองด้านหน้า (Fornt view)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวความคิดและทฤษฎี

2.1 แนวความคิดในการออกแบบระบบการทำงานของไม้เท้า

เนื่องจากว่าโครงสร้างภายนอกของไม้เท้าเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง และเหมาะสมดีอยู่แล้ว ดังนั้นการพัฒนาไม้เท้านำทางคนตาบอดนี้ จึงเป็นพัฒนาในส่วนของวงจรควบคุมและเพิ่มความสามารถในการทำงานให้มากขึ้น ซึ่งโครงสร้างของระบบการทำงานของไม้เท้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆในระบบไม้เท้านำทางคนตาบอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 คำอธิบายบล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆในระบบไม้เท้านำทางคนตาบอด

Tx & Rx Left เป็น Ultrasonic Transducer อยู่ด้านซ้ายของไม้เท้า มีหน้าที่เป็นตัวส่งและตัวรับสัญญาณ Pulse ความถี่ 40 KHz เพื่อการตรวจพบสิ่งกีดขวาง

Tx & Rx Side Left เป็น Ultrasonic Transducer อยู่ด้านข้างซ้ายของไม้เท้า มีหน้าที่เป็นตัวส่งและตัวรับสัญญาณ Pulse ความถี่ 40 KHz เพื่อการตรวจพบสิ่งกีดขวาง

Tx & Rx Front เป็น Ultrasonic Transducer อยู่ด้านหน้าของไม้เท้า มีหน้าที่เป็นตัวส่งและตัวรับสัญญาณ Pulse ความถี่ 40 KHz เพื่อการตรวจพบสิ่งกีดขวาง

Tx & Rx Side Right เป็น Ultrasonic Transducer อยู่ด้านข้างขวาของไม้เท้า มีหน้าที่เป็นตัวส่งและตัวรับสัญญาณ Pulse ความถี่ 40 KHz เพื่อการตรวจพบสิ่งกีดขวาง

Tx & Rx Right เป็น Ultrasonic Transducer อยู่ด้านขวาของไม้เท้า มีหน้าที่เป็นตัวส่งและตัวรับสัญญาณ Pulse ความถี่ 40 KHz เพื่อการตรวจพบสิ่งกีดขวาง

Drive & Amplifier Ultrasonic Transducer ประกอบด้วยวงจรสองส่วนคือ 1.ภาคDrive มีหน้าที่ในการส่งสัญญาณพัลส์ความถี่ 40KHz ให้แก่ Tx 2.Amplifier มีหน้าที่ในการรับสัญญาณที่สะท้อนมาจากสิ่งกีดขวาง มาทำการขยายสัญญาณให้มีขนาดพอเหมาะกับการประมวลผล

Data Memmory เป็น EEPROM มีหน้าที่เป็นตัวเก็บข้อมูลลักษณะของเส้นทางที่ไม้เท้าถูกเข็นไป และเป็นตัวส่งข้อมูลเส้นทางนั้นให้ MCS51 เพื่อไปควบคุมการขับเคลื่อนของไม้เท้า และEEPROM จะมีการรับส่งข้อมูลเมื่อทำงานในโหมด AUTOเท่านั้น

Left & Right Encoder มีหน้าที่เป็น ตัวที่คอยตรวจจับการเคลื่อนที่ของล้อทั้งสอง แล้วแปลงเป็นสัญญาณพัลส์ส่งให้แก่ MCS51 ภาคนี้จะทำงานเมื่อมีการเลี้ยวของไม้เท้า และเมื่อทำงานในโหมด AUTO ก็จะมีหน้าที่ในการส่งข้อมูลของระยะทางที่ไม้เท้าถูกเข็นไป

Line Sensor เป็นเซ็นเซอร์อินฟราเรด มีหน้าที่ในการตรวจจับเส้นที่ได้กำหนดไว้แล้วส่งข้อมูลนี้ไปให้MCS51 เพื่อประมวลผลให้ไม้เท้าเดินตามเส้น ภาคนี้จะทำงานเมื่อระบบอยู่ในโหมด Line (เดินตามเส้น) เท่านั้น

Switch Select Mode เป็นสวิตช์ 3 ตัว มีหน้าที่ในการเลือกโหมดการทำงานของไม้เท้า อันได้แก่ mode 1 คือ Guiding mode ซึ่งเป็นโหมดการทำงานโดยปกติของไม้เท้า mode 2 คือ Line mode เป็นโหมดที่ไม้เท้าจะเดินไปตามเส้นที่กำหนด mode 3 คือ Auto mode เป็นโหมดที่ไม้เท้าสามารถนำทางผู้พิการไปในทางที่ผู้นำทางหรือผู้ออกแบบกำหนดไว้

Microcontroller MCS51 Processing Unit มีหน้าที่ในการรับข้อมูลต่างๆของระบบมาประมวลผลแล้วนำผลที่ได้ออกไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆของไมเท้า

Left & Right Stepping motor มีหนาที่ในการขับเคลื่อนไปในทิศทางต่างๆที่ MCS51 ได้ส่งผลการประมวลผลมาให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

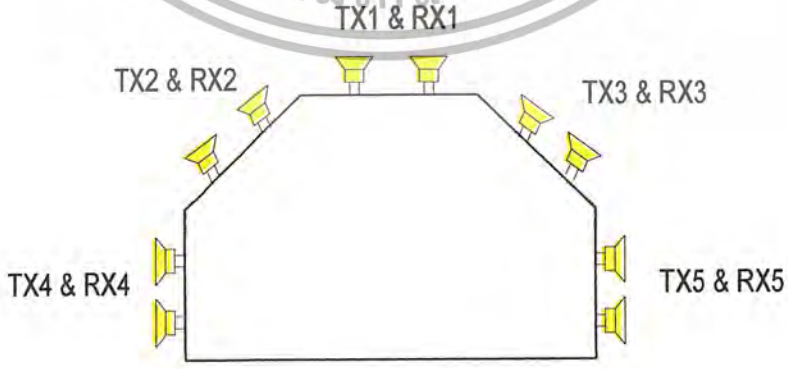
Servo motor มีหน้าที่ในการควบคุมทิศทางของด้ามไม้เท้าซึ่งมีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางการเลี้ยวของล้อไม้เท้า และการเลี้ยวของด้ามไม้เท้านี้จะเป็นสิ่งที่จะทำให้ผู้พิการรู้สึกและเดินไปตามการนำทางของไม้เท้า

2.1.2 แนวความคิดในการออกแบบการตรวจจับสิ่งกีดขวาง

แนวความคิดในการออกแบบการทำงานของไม้เท้าก็เริ่มจาก การออกแบบระบบการตรวจจับสิ่งกีดขวางของไม้เท้าที่ต้องการให้สามารถตรวจจับตำแหน่งของสิ่งกีดขวางได้อย่างถูกต้อง และให้ไม้เท้าหลบสิ่งกีดขวางนั้นอย่างถูกต้อง จึงได้ออกแบบให้ตัวรับและตัวส่งอัลตราโซนิกที่มีอยู่ด้วยกัน 5 ชุดนั้นทำงานทีละชุดเรียงลำดับกันไปจากทางซ้ายของไม้เท้าไปด้านขวา และวนกลับมาเริ่มต้นที่เดิมใหม่ โดยในแต่ละรอบจะใช้เวลา 1 วินาที หรือก็คือว่าเซ็นเซอร์แต่ละชุดจะทำงานตัวละ 200 มิลลิวินาที (ms) การทำงานของระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางจึงเป็นลักษณะของการสแกน (scan) และผลประโยชน์ที่ได้คือ ตัวรับอัลตราโซนิกได้รับสัญญาณที่สะท้อนมาจากสิ่งกีดขวางซึ่งถูกส่งสัญญาณด้วยตัวส่งอัลตราโซนิกชุดเดียวกัน เมื่อรวมผลของการสแกนสิ่งกีดขวางของแต่ละชุดจะได้ตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง แล้วจึงนำผลที่ได้ไปประมวลผลเพื่อหลบสิ่งกีดขวางต่อไป

2.1.3 แนวความคิดในการออกแบบการหลบหลีกสิ่งกีดขวางของไม้เท้า

การหลบหลีกสิ่งกีดขวางของไม้เท้าจะเป็นไปตามตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 9 เหตุการณ์ เพื่อความง่ายต่อการอธิบายจึงขอนำรูปตำแหน่งของตัวรับ,ตัวส่งอัลตร้าโซนิกดังในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งของอัลตร้าโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุการณ์ที่ 1 ไม่มีสิ่งกีดขวางในทุกด้าน กรณีนี้ไม้เท้าจะไม่มีการเคลื่อนไหวใดๆ แต่ว่าเซอร์โวมอเตอร์ซึ่งมีหน้าที่ในการควบคุมทิศทางของด้ามไม้เท้าจะอยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง เพื่อให้ผู้ใช้ไม้เท้าเข็นไม้เท้าไปในทิศทางตรงๆเท่านั้น

เหตุการณ์ที่ 2 มีสิ่งกีดขวางด้านหน้า กรณีนี้ส่วนล่างของไม้เท้าซึ่งเป็นส่วนขับเคลื่อนจะเลี้ยวไปทางด้านซ้ายมือของผู้ใช้ เป็นมุม 45 องศา เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปด้านซ้ายเพื่อให้ด้ามของไม้เท้าหมุนไปทางด้านซ้าย แล้วเดินหน้าไปประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อให้พ้นจากสิ่งกีดขวางนั้น

เหตุการณ์ที่ 3 มีสิ่งกีดขวางด้านซ้าย และ/หรือ ด้านขวาเท่านั้น (4,5) กรณีนี้ไม้เท้าจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าประมาณ 20 เซนติเมตร

เหตุการณ์ที่ 4 มีสิ่งกีดขวางด้านซ้ายและด้านขวาและด้านหน้า (1,4,5) กรณีนี้ไม้เท้าไม่สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ จึงต้องถอยหลังประมาณ 20 เซนติเมตร แล้วสแกนหาสิ่งกีดขวางอีกครั้ง ถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางในทุกด้าน ไม้เท้าจะเลี้ยวซ้าย 90 องศา โดยจะเลี้ยวซ้าย 45 องศา 2 ครั้ง และเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนด้ามไม้เท้าให้หมุนตามส่วนล่างของตัวไม้เท้า

เหตุการณ์ที่ 5 มีสิ่งกีดขวางด้านซ้าย (1 และ 2,1 และ 4,2 และ 4,หรือทั้ง 1,2,4)โดยไม่มีสิ่งกีดขวางทางขวาเลย กรณีนี้ไม้เท้าสามารถเลี้ยวไปทางขวาได้ดังนั้น ตัวไม้เท้าส่วนล่างจะเคลื่อนที่ไปทางขวา 45 องศา และเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนให้ตัวไม้เท้าส่วนบนหมุนไปทางขวา

เหตุการณ์ที่ 6 มีสิ่งกีดขวางด้านซ้าย (1 และ 2,1 และ 4,2 และ 4,หรือทั้ง 1,2,4) แต่มีสิ่งกีดขวางทางขวา(3,5) กรณีนี้ไม้เท้าไม่สามารถไปข้างหน้าหรือไปทางขวาได้ ดังนั้นไม้เท้าจึงต้องถอยหลังประมาณ 20 เซนติเมตร แล้วสแกนหาสิ่งกีดขวางอีกครั้ง ถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางในทุกด้าน ไม้เท้าจะเลี้ยวซ้าย 90 องศา โดยจะเลี้ยวซ้าย 45 องศา 2 ครั้ง และเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนด้ามไม้เท้าให้หมุนตามส่วนล่างของตัวไม้เท้า

เหตุการณ์ที่ 7 มีสิ่งกีดขวางด้านขวา(1 และ 3,1 และ 5,3 และ 5 ,หรือทั้ง 1,3,5)โดยไม่มีสิ่งกีดขวางทางซ้ายเลย กรณีนี้ไม้เท้าสามารถเลี้ยวไปทางซ้ายได้ ดังนั้น ตัวไม้เท้าส่วนล่างจะเคลื่อนที่ไปทางซ้าย 45 องศา และเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนให้ตัวไม้เท้าส่วนบนหมุนไปทางซ้าย

เหตุการณ์ที่ 8 มีสิ่งกีดขวางด้านซ้าย (1 และ 3,1 และ 5,3 และ 5,หรือทั้ง 1,3,5) แต่มีสิ่งกีดขวางทางซ้าย(2,4) กรณีนี้ไม้เท้าไม่สามารถไปข้างหน้าหรือไปทางซ้ายได้ ดังนั้นไม้เท้าจึงต้องถอยหลังประมาณ 20 เซนติเมตร แล้วสแกนหาสิ่งกีดขวางอีกครั้ง ถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางในทุกด้าน ไม้เท้าจะเลี้ยวซ้าย 90 องศา โดยจะเลี้ยวซ้าย 45 องศา 2 ครั้ง และเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนด้ามไม้เท้าให้หมุนตามส่วนล่างของตัวไม้เท้า

เหตุการณ์ที่ 9 มีสิ่งกีดขวางด้านข้างซ้ายและข้างขวา (2 และ 3, 4 และ/หรือ 5) กรณีนี้ไม้เท้าไม่สามารถไปข้างหน้าหรือไปทางขวาหรือทางขวาได้ ดังนั้นไม้เท้าจึงต้องถอยหลังประมาณ 20 เซนติเมตร แล้วสแกนหาสิ่งกีดขวางอีกครั้งถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางในทุกด้านไม้เท้าจะเลี้ยวซ้าย 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะเลี้ยวซ้าย 45 องศา 2 ครั้ง และเซอร์โวมอเตอร์จะหมุนด้ามไม้เท้าให้หมุนตามส่วนล่างของตัวไม้เท้า

จากการข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถนำมาเขียนเป็นตารางความจริงได้ดังในตารางที่ 2.1 โดยที่ " 0 " = ไม่พบสิ่งกีดขวาง " 1 " = พบสิ่งกีดขวาง

RX 1	RX 2	RX 3	RX 4	RX 5	เหตุการณ์ที่
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	3
0	0	0	1	0	3
0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	7
0	0	1	0	1	7
0	0	1	1	0	7
0	0	1	1	1	7
0	1	0	0	0	5
0	1	0	0	1	5
0	1	0	1	0	5
0	1	0	1	1	5
0	1	1	0	0	9
0	1	1	0	1	9
0	1	1	1	0	9
0	1	1	1	1	9
1	0	0	0	0	2
1	0	0	0	1	7
1	0	0	1	0	5
1	0	0	1	1	4
1	0	1	0	0	7
1	0	1	0	1	7
1	0	1	1	0	8
1	0	1	1	1	8
1	1	0	0	0	5
1	1	0	0	1	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	1	0	1	0	5
1	1	0	1	1	6
1	1	1	0	0	9
1	1	1	0	1	9
1	1	1	1	0	9
1	1	1	1	1	9

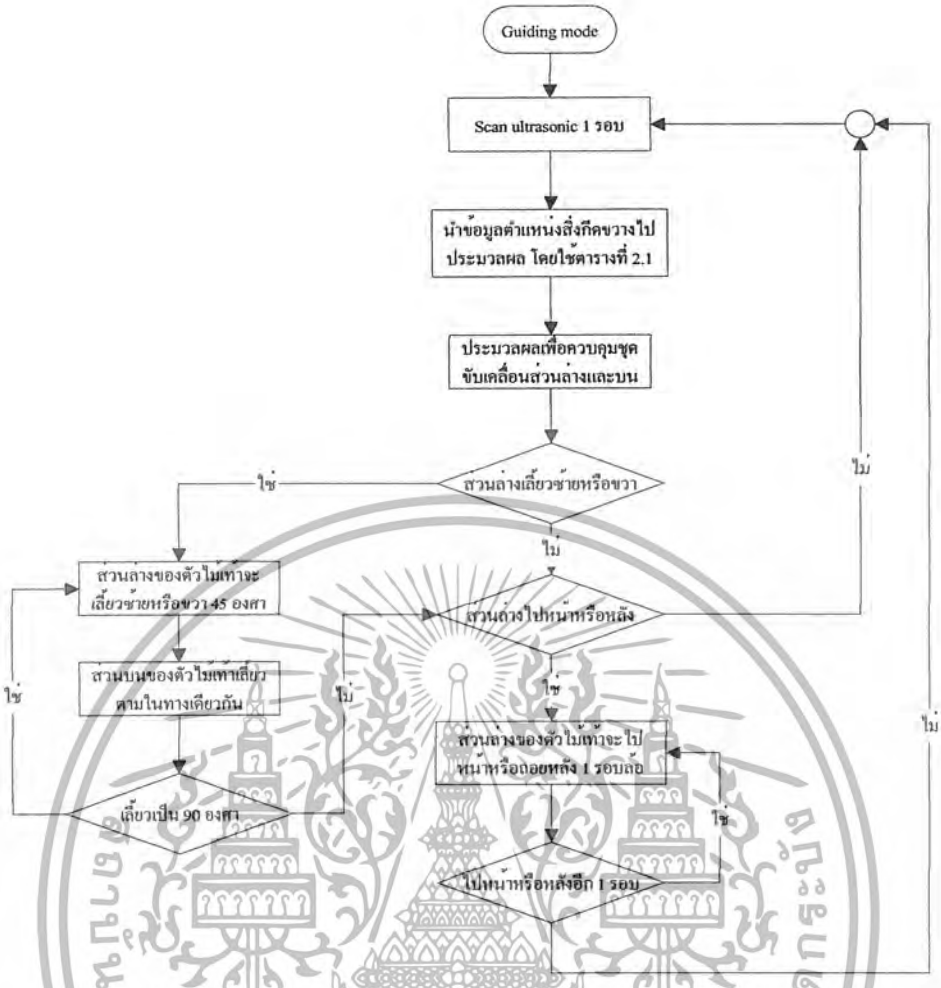
ตารางที่ 2.1 ตารางความจริงแสดงการหลบหลีกสิ่งกีดขวางของไม้เท้า

2.1.4 การออกแบบกระบวนการทำงานของไม้เท้าในโหมด (mode) ต่างๆ

เพื่อเพิ่มความสามารถให้ไม้เท้าให้ไม้เท้ามีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ดังนั้นจึงออกแบบเพิ่มโหมดการทำงานเป็นสามโหมด ซึ่งประกอบด้วย

1. Guiding Mode ในโหมดนี้ ผู้พิการจะเข็นไม้เท้าไปข้างหน้าแล้ว อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ทั้ง 5 ชุด จะทำการสแกนเพื่อตรวจจับตำแหน่งของสิ่งกีดขวางทุกๆ 1 วินาที แล้วผลการสแกนจะนำมาประมวลผลที่ MCS 51 โดยการประมวลผลจะอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 2.1 ผลจากการประมวลผลก็จะไปควบคุมการเคลื่อนที่ของ สเต็บปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) เพื่อควบคุมทิศทางการหมุนของตัวไม้เท้าส่วนล่างให้ไปทางซ้ายหรือทางขวา การหมุนของตัวไม้เท้าส่วนล่างนี้จะหมุนได้แค่ 45 องศา เท่านั้น แล้วเซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนไปทางซ้ายหรือทางขวาเพื่อให้ส่วนบนของตัว (Body)ไม้เท้าหมุนตามไปในทิศทางที่ส่วนล่างของตัวไม้เท้าได้หมุนไปก่อนแล้ว แล้วการที่จะให้ไม้เท้าหมุน 90 องศานั้นก็สามารถทำได้โดยเลี้ยว 45 องศา 2 ครั้งเพื่อให้การเลี้ยวของไม้เท้าเป็นไปอย่างนุ่มนวล ซึ่งกระบวนการทำงานของไม้เท้าในโหมดการทำงานแรกนี้สามารถแสดงได้ดังโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงโฟล์วชาร์ตการทำงานของ Guiding mode

2. Line Mode ในโหมดนี้จะมีประโยชน์ในการใช้งานไม้เท้าในโรงพยาบาลที่ที่มีเส้นนำทางผู้ใช้ไปสู่ห้องตรวจต่างๆ ไม้เท้าจะนำทางให้ผู้ใช้ให้เดินไปตามเส้นที่มีสีตัดสีของพื้นที่เส้นนั้นวางอยู่โดยต้องตัดกันอย่างเห็นได้ชัดเช่น เส้นสีดำ พื้นสีขาว หรือ เส้นสีดำ พื้นสีเหลืองเป็นต้น และเส้นนี้จะถูกตรวจจับโดยเซ็นเซอร์อินฟราเรด ซึ่งจะวางเป็นแนวเดียวกัน จำนวน 3 ตัวด้วยกัน และแสงอินฟราเรดที่สะท้อนจากเส้นและพื้นขึ้นมา เมื่อเข้าวงจรตรวจจับเส้นจะให้ค่าลอจิกค่า 3 ค่าซึ่งจะมีค่าต่างกันไปตามลักษณะของเส้นซึ่งแสดงในตารางความจริงตารางที่ 2.4 จากนั้นจึงนำค่าลอจิกนี้ไปประมวลผลเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ส่วนล่างของตัวไม้เท้า และส่วนบนของตัวไม้เท้าก็ยังคงเคลื่อนที่ตามส่วนล่างของตัวไม้เท้าเช่นเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะของ Sensor			สถานะการณ์ความเป็นไปได้ของการตรวจจับเส้น (สีดำ 1)	การแก้ไขหรือสั่งงานเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ให้อยู่ในแนวเส้น
ซ้าย	กลาง	ขวา		
"0"	"0"	"0"	อยู่นอกเส้นหรืออาจอยู่ในแนวเส้น	เดินหน้าต่อไปตามปรกติ
"0"	"0"	"1"	ใกล้จะออกนอกเส้นไปทางซ้าย	เลี้ยวขวากลับเข้าเส้นอย่างเร็ว
"0"	"1"	"0"	อยู่ในแนวเส้นตำแหน่งกึ่งกลางพอดี	เดินหน้าต่อไปตามปรกติ
"0"	"1"	"1"	อยู่ในแนวเส้นแต่เอียงไปทางซ้าย	เลี้ยวขวากลับเข้าเส้นแบบปรกติ
"1"	"0"	"0"	ใกล้จะออกนอกเส้นไปทางขวา	เลี้ยวซ้ายกลับเข้าเส้นอย่างเร็ว
"1"	"0"	"1"	เป็นไปไม่ได้(กรณีเส้นตรงและโค้ง)	เดินหน้าต่อไปตามปรกติ
"1"	"1"	"0"	อยู่ในแนวเส้นแต่เอียงไปทางขวา	เลี้ยวซ้ายกลับเข้าเส้นแบบปรกติ
"1"	"1"	"1"	ทับแนวเส้นหรือพบจุดที่เป็นแยก	เลี้ยวขวาหรือซ้ายเพื่อค้นหาแนวเส้น

ตารางที่ 2.2 แสดงผลของการตรวจจับเส้นและการตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ

3 Auto Mode การทำงานในโหมดนี้จะนำทางผู้พิการไปอย่างอัตโนมัติกล่าวคือผู้พิการไม่ต้องเข็นไม้เท้าเลยเพียงแค่เดินตามการนำทางของไม้เท้าเท่านั้น ในโหมดนี้ต้องมีการเก็บข้อมูลลักษณะของเส้นทางไว้ใน data memory EEPROM โดยใช้ Encoder ที่ติดอยู่ที่ล้อทั้งสองข้างเป็นตัวส่งข้อมูลลักษณะของเส้นทางเข้ามาที่ MCS51 แล้ว MCS51 ก็จะนำข้อมูลไปเก็บที่ data memory เมื่อผู้พิการนำไม้เท้ามาใช้งาน MCS51 ก็จะดึงข้อมูลออกมาจาก data memory เข้ามาที่ หน่วยประมวลผล แล้วหน่วยประมวลผลจะนำผลที่ได้ไปควบคุมการทำงานของ ส่วนล่างและส่วนบนของตัวไม้เท้า

2.2 อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์

อัลตราโซนิค (Ultrasonic) หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่เกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงประมาณ 15 kHz เท่านั้น สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตราโซนิคมาใช้ก็เพราะเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้สามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นก็จะสั้นลงถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นั้น คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตราโซนิค เช่น 40 kHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียง 8 มม. ซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มาก ๆ คลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบ จึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียก มีทิศทาง นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคทำให้นำไปใช้งานได้หลายอย่าง โดยความถี่ที่ใช้งานขึ้นกับการใช้งาน เช่น ถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้จะไม่เกิน 50kHz เพราะความถี่สูงขึ้นกว่านี้อากาศจะดูดกลืนเสียงเพิ่มขึ้นมาก มำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว

อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคกระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นๆ ได้ มีชื่อเรียกเป็นภาษาเทคนิคว่า "อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ (Ultrasonic transducer)" ในปัจจุบันอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ แบบเปียโซอิเล็กตริก (piezoelectric transducer) ซึ่งเป็นตัวแปลงระหว่างพลังไฟฟ้ากับพลังงานกล โดยมีความถี่เรโซแนนท์อยู่ค่าหนึ่ง แบบแมกนีโตสตริกตีฟ ซึ่งเป็นตัวแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่ และแบบอิเล็กโตรสตริกตีฟ ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังกล

2.2.1. ชนิดของเปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์ (piezoelectric transducer)

เปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบ generation-action transducer ใช้เป็นตัวรับ โดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะสามารถหาได้จากแรงดันและความถี่ที่มากระทำต่อวัตถุเปียโซอิเล็กตริก

2. แบบ motor-action transducer ใช้เป็นตัวส่ง โดยการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุที่ทำให้เกิดคลื่นอัลตราโซนิคนั้นกับขนาดแอมปลิจูดและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้

2.2.2 ตัวส่งและตัวรับ

ทรานดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์ที่ใช้สารเซรามิกจะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่ง (transmitter) และ ตัวรับ (receiver)ตัวส่ง ก็คือทรานดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่มัน ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้าย ๆ กับลำโพง ส่วน ตัวรับ ก็คืออัลตราโซนิคที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคที่มากระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ของตัวรับจึงคล้าย ๆ กับเป็น ไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่ง

เมื่อเซรามิกได้รับสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมตัวมัน จะทำให้สารเซรามิกโก่งงอ ซึ่งจะทำให้เกิดการอัดอากาศโดยรอบ เกิดเป็นคลื่นเสียงขึ้นมา ดังนั้น ถ้าเราป้อนสัญญาณไฟฟ้าเป็นช่วง ๆ (electrical pulse) จากออสซิลเลเตอร์ โดยทั่วไปกำลังของเอาว์พุทที่ออกมาจะตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้ แต่กำลังเอาว์พุทจะมีค่าสูงสุดที่ค่าโดยประมาณก็ต่อเมื่อความความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิกนั้น ๆ ส่วนที่ความถี่อื่น ๆ นั้นกำลังของเอาว์พุทก็จะมีค่าลดลง

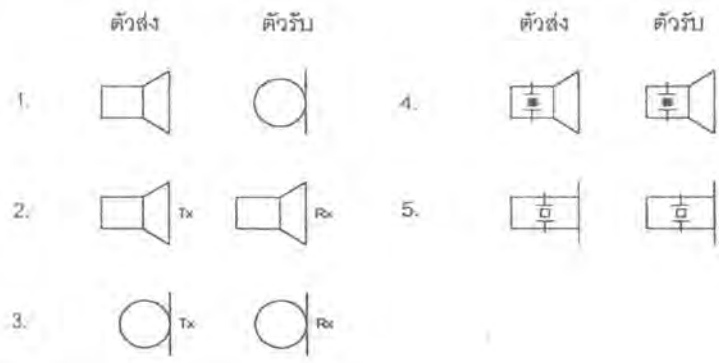
ส่วนการทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับมีการทำงานตรงกันข้ามกับตัวส่ง กล่าวคือ เมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่รีโซแนนท์ของชิ้นสารเซรามิกมากระทบ จะทำให้ชิ้นสารโก่งงอไปมา ทำให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าขึ้นคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมันเองได้

คุณสมบัติโดยทั่วไปของคลื่นอัลตราโซนิคทราวดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กตริกก็คือมีความต้านทานไฟตรงสูงมาก อาจมีค่าสูงถึง 100 Mega ohm เรียกว่าถ้ามัลติมิเตอร์ธรรมดาตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูง ๆ เข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ในขณะที่มันทำงานค่าความต้านทานจะมีค่าลดลง

2.2.4 สัญลักษณ์ของทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

เนื่องจากทรานดิวเซอร์ตัวส่งถูกออกแบบให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ตัวมันออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าที่ของมันจึงคล้ายเป็นลำโพง ส่วนตัวรับถูกออกแบบเจาะจงให้แปลงคลื่นเสียงในย่านความถี่อัลตราโซนิคที่มาตกกระทบตัวมันให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ทำหน้าที่ของตัวรับคล้ายเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของตัวมันแบบที่ 1 ในรูปที่ 2.4 แต่ก็มีหนังสือบางเล่มเขียนสัญลักษณ์ของทั้งตัวรับและตัวส่ง เป็นไมโครโฟนหรือลำโพงอย่างใดอย่างหนึ่งไปเลย ดังแบบที่ 2 และ 3 แต่เขียนอักษรย่อว่า Tx (transmitter), Rx (receiver) กำกับอยู่ด้วย หรืออาจจะใช้คำพูดกำกับให้ชัดเจนไปเลย ที่มีการใช้สัญลักษณ์เหมือนกันก็เพราะว่า หน้าตาของตัวส่งและตัวรับที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กันเหมือนกัน แต่มีเบอร์กำกับมาด้านข้างให้รู้ว่าตัวใดเป็นตัวส่งและตัวใดตัวรับ และคุณสมบุติของทั้งสองตัวนั้นคล้ายคลึงกันมากจนสามารถนำมาใช้งานแทนกันได้โดยตรงในการใช้งานหลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิกทรานดิวเซอร์แบบต่าง ๆ

2.2.5 ข้อควรรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวรับและตัวส่งนั้นพอจะสรุปเป็นแนวทางการใช้งานได้ ดังนี้

1. ไม่ควรให้ทรานดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เกิดการเสียหายได้

2. ทรานสดิวเซอร์ทั่วไปที่มีขายกันอยู่นั้น จะสามารถทนแรงดันตกคร่อมตัวมันได้สูงสุดได้ไม่เกิน 20 V ขนาดของสัญญาณที่ป้อนให้กับทรานสดิวเซอร์ก็ควรอยู่ในขีดจำกัดนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นอัลตราโซนิคที่ปล่อยออกมาจากตัวทรานสดิวเซอร์ ในช่วงใกล้ ๆ กับตัวทรานสดิวเซอร์(near field) จะมีลักษณะบีมเหมือนทรงกระบอก แต่ในระยะที่ไกลออกไป (far field) ลักษณะบีมจะกระจายกว้างออกไปด้วยมุมค่าหนึ่ง ซึ่งค่าของมุมที่กว้างออกและความยาวของ near field จะขึ้นกับเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวทรานสดิวเซอร์ โดยความยาวของ near field จะแปรผันตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ส่วนค่าของมุมที่กว้างออกจะแปรผกผันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

6. ในการใช้งานจริง ทรานสดิวเซอร์ตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลดตามปกติ แล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วง 10 K จากการทดลองพบว่าเปลี่ยนจาก 100 K เป็น 10 K ความไวจะลดลงประมาณ 10-12 เดซิเบล แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ตัวต้านทานที่ต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนซ์จะลดลงจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงหน่อยเพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและแถบมีความถี่แคบ

7. ตามปกติแล้ว เราสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับมาใช้แทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่ขอแต่เพียงให้มีความถี่เรโซแนนซ์เท่านั้นเอง อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจจะต้องมีการเปลี่ยนค่าตัวต้านทานสูงทางด้านไฟสลับ เพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89S8252

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ในนำมาใช้ประมวลผลและควบคุมการทำงานของไม้เท้านี้ได้เลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51 เบอร์ AT89S8252 ซึ่งสาเหตุที่เลือกใช้เพราะว่า ประมวลผลได้เร็วเพราะใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาสูงถึง 18.432 MHz ใช้ง่าย และมีหน่วยความจำ EEPROM อยู่ภายใน และความจุของหน่วยความจำ RAM ก็มีขนาดมากพอสมควรกับโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของไม้เท้า

2.3.1 คุณสมบัติของ MCS-51 เบอร์ AT89S8252

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51 เบอร์ AT89S8252 ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

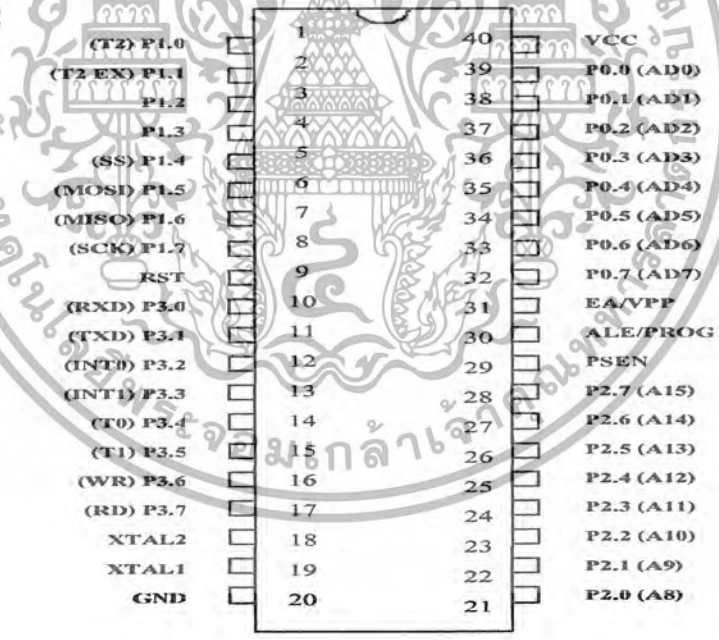
- มีหน่วยความจำ รอม 8 กิโลไบต์ และ EEPROM ขนาด 2 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำ แรม 256 x 8 บิต
- มีพอร์ทอินพุต เอาต์พุต ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มีไทม์เมอร์ 16 บิต 3 ตัว
- สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 9 แหล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ไฟเลี้ยง 4.0 – 6.0 โวลต์
- ความถี่ของสัญญาณอินพุตที่สามารถทำงานได้ตั้งแต่ 0 – 24 MHz
- สามารถโปรแกรมค่า UART ในการใช้งานการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมได้
- สามารถค่า Watchdog Timer ได้
- กำลังไฟฟ้าต่ำ และมีโหมดประหยัดพลังงาน
- มีตัวชี้ข้อมูลสองตัว
- สามารถโปรแกรมซ้ำได้นับพันครั้ง

2.3.2 การจัดขาต่าง ๆ ของ MCS-51 เบอร์ AT89S8252

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89S8252 มีโครงสร้างไอซี เป็นแบบ DIP มีขาทั้งหมด 40 ขา โดยขาต่าง ๆ จะใช้เป็นขาพอร์ทอินพุต, เอาต์พุต, ขาสัญญาณควบคุม, ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูลดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงขาต่าง ๆ ของ MCS-51 เบอร์ AT89s8252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าธนบุรี

2.3.3 ความหมายของขาต่าง ๆ มีดังนี้

พอร์ท 0 (Port 0) พอร์ท 0 ได้แก่ ขาที่ 32 - 39 ของ MCS - 51 สามารถใช้เป็นอินพุตเอาต์พุตได้ นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขาบัสตำแหน่ง และบัสข้อมูล อีกด้วย

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 บิตกับใช้เป็นขาแอดเดรส 8 บิตในการอ้างหน่วยความจำภายนอก

พอร์ท 3 (Port 3) พอร์ท 3 ได้แก่ ขาที่ 10 - 17 จะใช้งานสองหน้าที่คือ เป็นพอร์ทอินพุตและเอาต์พุต และใช้เป็นขาควบคุมต่าง ๆ

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

ALE (Address Latch Enable) เนื่องจากพอร์ท 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่ง และขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30 ขานี้จะใช้ มัลติเพล็กซ์ (Multiplex) สัญญาณ บัสตำแหน่ง ของพอร์ท 0 ในการใช้งานระบบ MCS-51 นั้น จะต้องมีอุปกรณ์มาต่อกับ พอร์ท 0 ที่ทำหน้าที่ คงค่า (Latch) สัญญาณบัสตำแหน่ง เมื่อ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะส่งสัญญาณบัสตำแหน่งออกมาก่อนทาง พอร์ท 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณ ALE 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 เพราะว่าไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าใช้เบอร์ 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) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์บนชิพ 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
61835

2.3.4 โครงสร้างหน่วยความจำ

หน่วยความจำสำหรับ MCS - 51 จะมี 2 ชนิด คือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมรอม กับหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลในการประมวลผล แรม MCS – 51 บางเบอร์เช่น 8051, 8052 จะมีหน่วยความจำภายในชิพ และ MCS - 51 ทุกเบอร์ยังสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้มากที่สุด 64 กิโลไบต์ และอ้างหน่วยความจำภานนอกได้มากที่สุด 64 กิโลไบต์ สำหรับหน่วยความจำแรม ภายในจะประกอบไปด้วยพื้นที่ใช้งานทั่วไป, ชุดรีจิสเตอร์, พื้นที่ใช้งานระดับบิต และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ

2.3.4.1 Bit – addressable RAM

ใน MCS - 51 จะมีหน่วยความจำที่สามารถอ้างข้อมูลในระดับบิตได้ตั้งแต่ตำแหน่ง 20 Hถึง 2FH รวม 16 ไบต์ โดยสามารถ เซ็ต, เคลียร์, แอนด์, ออร์ ทางลอจิกได้ จำนวนบิตที่ใช้งานได้ทั้งหมดมีจำนวน 128 บิต (8บิต X 16ไบต์)

2.3.4.2 ชุดรีจิสเตอร์ (Register Banks)

หน่วยความจำข้อมูลภายในที่ใช้เป็นชุดรีจิสเตอร์ มีทั้งหมด 32 ตำแหน่งโดยจะมี 4 ชุด แต่ละชุดมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว คือ R0 ถึง R7 โดยชุดแรกจะอยู่ในตำแหน่ง 00H – 07H

2.3.4.3 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)

ใน MCS-51 รีจิสเตอร์จะใช้หน่วยความจำแรมภายในชิพ โดยส่วนหนึ่งเป็นรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register : SFR) ซึ่งมีทั้งหมด 21 ตัว โดยรีจิสเตอร์พิเศษต่าง ๆ จะเริ่มที่หน่วยความจำตั้งแต่ 80H ถึง FFH ซึ่งมีทั้งหมด 128 ตำแหน่ง แต่จะเป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ เพียง 21 ตำแหน่ง แต่ถ้าเป็น 8032 / 8051 จะใช้ 26 ตำแหน่งหรือมี SFR 26 ตัว

2.3.4.4 Program Status Word)

รีจิสเตอร์ตัวนี้เรียกย่อ ๆ ว่า PSW จะอยู่ที่ตำแหน่ง D0H ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โดยรีจิสเตอร์นี้จะเป็นตัวบอกสภาวะต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ความหมายของแต่ละบิตแสดงได้ดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย
PSW.7	CY	D7H	แฟลกตัวทด
PSW.6	AC	D6H	แฟลกตัวช่วยทด
PSW.5	F0	D5H	แฟลก 0
PSW.4	RS1	D4H	บิตสำหรับเลือกชุดรีจิสแตอร์ 1
PSW.3	RS0	D3H	บิตสำหรับเลือกชุดรีจิสแตอร์ 0
			00 = ชุด 0 ; ตำแหน่ง 00H – 07H 01 = ชุด 1 ; ตำแหน่ง 08H – 0FH 10 = ชุด 2 ; ตำแหน่ง 10H – 17H 11 = ชุด 3 ; ตำแหน่ง 18H – 1FH
PSW.2	OV	D2H	แฟลกค่าเกิน
PSW.1	-	D1H	รีเซิฟจ์
PSW.0	P	D0H	เวนพาริตี้แฟลก

ตารางที่ 2.3 แสดงบิตและหน้าที่ต่าง ๆ ใน PSW

1. แฟลกตัวทด (Carry Flag : CF) บิตนี้เป็นบิตที่ 7 ของ PSW บิตนี้จะมีความสำคัญหากมีการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยบิตนี้จะเซ็ต เมื่อเกิดการทดของบิตที่ 7 ขณะทำการบวกเลข หรือ เซ็ตเมื่อเกิดการยืมของบิตที่ 7 เมื่อเกิดการลบเลข

2. แฟลกตัวช่วยทด (Auxiliary Carry Flag) เมื่อมีการบวกแบบ Binary - Code – Decimal (BCD) บิต แฟลกตัวช่วยทด (AC) หรือบิตตัวช่วยทดจะถูกเซ็ต เมื่อมีการทดจากบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4 หรือถ้าใน Lower Nibble มีค่าระหว่าง OAH - OFH เนื่องจากรหัส BCD นี้มีค่าได้มากที่สุดแค่ 9 ถ้าหากมีการบวกเลขแบบ BCD จะต้องตามด้วยคำสั่ง DAA (Decimal Adjust Accumulator) เพื่อปรับค่าที่มีค่าเกิน 9 โดยบวกเลข 6 เข้าไป จะทำให้เป็นรหัส BCD ที่แทนเลขฐานสิบได้

3. แฟลกศูนย์ (Flag 0) เป็นแฟลก ที่ผู้ใช้สามารถใช้งานทั่วไปได้

4. บิตเลือกชุดรีจิสเตอร์ (Register Bank Select Bits) ตามที่ทราบมาแล้วว่าใน MCS - 51 จะมีชุดรีจิสเตอร์อยู่ 4 ชุด ถ้าจะเลือกให้ชุดใดแอคทีฟจะกำหนดได้ในบิต RS1 และ RS2 ของ PSW และจะเคลียร์ ตัวเองเมื่อระบบถูกรีเซ็ต ถ้าหากต้องการติดต่อกับชุดรีจิสเตอร์ 3 โดยย้าย ข้อมูลจาก R7 (ตำแหน่ง 1FH) มาเก็บในแอคคิวมิวเลเตอร์

5. แฟลกค่าเกิน (Overflow Flag) แฟลก OV จะถูกเซ็ต หลังจากการกระทำทางคณิตศาสตร์แล้วเกิดค่าเกิน คือจำนวนที่เกิดจากการบวกหรือการลบ มีค่าเกินกว่าที่จำนวนไบต์จะเป็นไปได้คือ มากกว่า +128 หรือน้อยกว่า -125 ตัวอย่างเช่น ถ้าเกิดการบวกเลขสองจำนวนนี้จะเกิดการเซ็ต บิต OV ขึ้นใน PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. บิตพาริตี้ (Parity Bit) พาริตี้บิต (P) เป็นบิตที่บอกค่าพาริตี้ของรีจิสเตอร์ แอคคิวมิวเลเตอร์ซึ่งอาจเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ โดยจะเซ็ตหรือเคลียร์ขึ้นกับ แอคคิวมิวเลเตอร์ เช่น ถ้าแอคคิวมิวเลเตอร์มีค่าเป็น 10101101B บิต P จะเป็น "1"

2.3.4.5 รีจิสเตอร์ B (B Register)

รีจิสเตอร์ B จะอยู่ตำแหน่ง F0H ของหน่วยความจำข้อมูลภายใน เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถใช้งานทั่วไปได้ โดยทั่วไปรีจิสเตอร์นี้จะใช้คูณ หรือหารกับรีจิสเตอร์แอคคิวมิวเลเตอร์ เช่น การทำคำสั่ง MUL AB ซึ่งเป็นการคูณแบบ 8 บิต โดยผลลัพธ์ที่ได้จะมีขนาด 16 บิต ซึ่งรีจิสเตอร์ A จะเก็บค่า 8 บิตต่ำ และรีจิสเตอร์ B จะเก็บค่า 8 บิตสูง สำหรับการหารโดยการทำคำสั่ง DIV AB โดยค่าใน A จะถูกหารด้วย B ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บใน รีจิสเตอร์ AB โดย B จะเก็บค่า 8 บิตต่ำและ A จะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจิสเตอร์ B นี้สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โดยตำแหน่งของบิตคือตำแหน่ง F0H ถึง F7H

2.3.4.6 ตัวชี้สแตค (Stack Pointer)

ตัวชี้สแตค (SP) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต อยู่ตำแหน่ง 81H การเขียนค่าเข้าไปในตำแหน่งที่ตัวชี้สแตคชี้อยู่นี้ เรียกว่า "Pushing" สำหรับการอ่านค่าที่ SP ชี้อยู่ เรียกว่า "Poping" ค่าของตัวชี้สแตคจะเพิ่มขึ้นหนึ่งก่อนที่จะเขียนข้อมูลลงไปและจะลดลงหนึ่งเมื่ออ่านข้อมูลออกมาแล้ว หากโปรแกรมทำคำสั่ง Call จะใช้รีจิสเตอร์สแตคนี้เก็บค่าตำแหน่งเดิมของ โปรแกรม (PC) ก่อนที่จะทำโปรแกรมย่อยเมื่อทำโปรแกรมย่อยเสร็จแล้วจะคืนค่าในสแตคให้กับโปรแกรม ตามเดิม โดยปกติค่าโปรแกรม จะกำหนดให้อยู่ในแรมภายใน

2.3.4.7 รีจิสเตอร์ Data Pointer (DPTR)

รีจิสเตอร์ นี้ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรหัสโปรแกรมหรือข้อมูลในหน่วยความจำ โดยเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 2 ตัว คือ DPL ตำแหน่งที่ 82H โดยจะเก็บเป็น 8 บิตต่ำ และ DPH ตำแหน่งที่ 83H โดยจะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้จะรวมกันกลายเป็นรีจิสเตอร์ 16 บิต ถ้าหากต้องการเก็บค่า 55H ไปยังตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกตำแหน่งที่ 1000H

2.3.4.8 รีจิสเตอร์พอร์ท (Port Registers)

ใน MCS - 51 ค่าของพอร์ทจะหมายถึงค่าของหน่วยความจำด้วย หากต้องการส่งข้อมูลจากพอร์ท ก็เพียงอ่านค่าจากตำแหน่งที่หน่วยความจำที่พอร์ทนั้นอยู่ใน MCS - 51 พอร์ท 0 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 80H, พอร์ท 1 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 90H, พอร์ท 2 จะอยู่ที่ตำแหน่ง A0H และพอร์ท 3 จะอยู่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง B0H พอร์ท 0, 2 และ 3 โดยทั่วไปแล้วจะไม่ใช้ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกหรือใช้เป็นพอร์ทพิเศษ (เช่น อินเทอร์รัพท์, พอร์ทสื่อสารอนุกรม) โดยปกติแล้วจะใช้พอร์ท 1 ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกพอร์ททุกพอร์ทสามารถอ้างถึงข้อมูลในระดับบิตได้

2.3.4.9 รีจิสเตอร์เวลา (Timer Registers)

ใน MCS – 51 เบอร์ 8051 จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้นับและจับเวลาขนาด 16 บิต 2 ตัวคือ Timer 0 อยู่ที่ตำแหน่ง 8AH และ 8CH โดยตำแหน่ง 8AH หมายถึง TL0 ซึ่งจะเป็น 8 ไบต์ต่ำ และ 8CH หมายถึง 8 ไบต์สูง TH0 รีจิสเตอร์อีกตัวคือ ไทม์เมอร์ 1 โดยแบ่งเป็น TL1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8BH เป็นไบต์ต่ำและ TH1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8DH เป็นไบต์สูง การใช้ไทม์เมอร์ จะต้องกำหนดการทำงานในรีจิสเตอร์ TMOD (Timer / Counter Mode Control Register) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 88H เสียก่อน

2.3.4.10 รีจิสเตอร์พอร์ทอนุกรม (Serial Port Register)

MCS – 51 จะมีพอร์ทสื่อสารอนุกรม (Serial Port) อยู่ภายในชิพ ซึ่งสามารถจะรับหรือส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 99H โดยถ้าต้องการส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์นี้ ตัวพอร์ทอนุกรมสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้ 4 โหมด โดยโปรแกรมผ่านรีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register) ตำแหน่ง 98H

2.3.4.11 รีจิสเตอร์อินเทอร์รัพท์ (Interrupt Port Register)

MCS – 51 สามารถอินเทอร์รัพได้ 5 ตำแหน่งโดยมี 2 - priorite ตัวอินเทอร์รัพจะไม่ทำงานหลังจากระบบถูกรีเซ็ต และ ทำงานหลังจากที่เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ IE หรือตำแหน่ง A8H ลำดับความสำคัญสามารถเซ็ตได้ที่รีจิสเตอร์ IP หรือตำแหน่ง B8H

2.3.4.12 Power Control Register (PCON)

รีจิสเตอร์ PCON อยู่ที่ตำแหน่ง 87H ใช้หยุดการทำงานของ MCS – 51 โดยจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้ระบบ ทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ภายใน MCS – 51 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนอกจากนี้ยังลดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้ MCS – 51 ลงด้วย

2.3.5 หน่วยความจำภายนอก (External Memory)

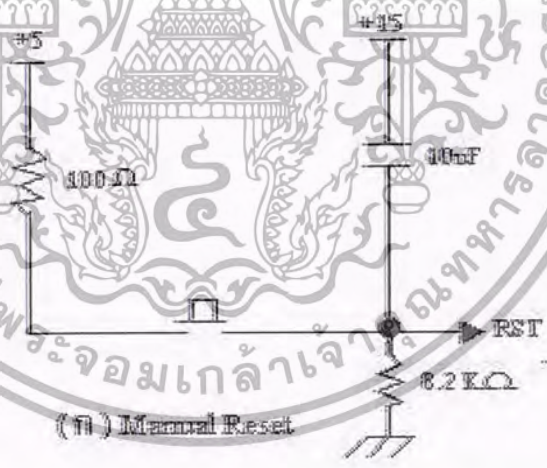
MCS – 51 สามารถอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ และอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ MCS – 51 จะใช้พอร์ท 0 ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิตล่าง และใช้พอร์ท 0 เป็นพอร์ทข้อมูล (Data) ด้วย โดยใช้ขา ALE มาคงค่าข้อมูลพอร์ท 0 และใช้พอร์ท 2 เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8 บิตบน (รวมขาอ้างตำแหน่ง 16 เส้น ซึ่งอ้างได้ 64 กิโลไบต์) นอกจากพอร์ท 0 จะใช้งาน 2 หน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะใช้ วิธีมัลติเพล็กซ์ระหว่างตำแหน่งกับข้อมูล พิจารณาจากรูป ถ้าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล 8 บิต และเก็บได้ 64 กิโลไบต์ จะต้องใช้สายสัญญาณ 24 เส้น คือ เป็นขาตำแหน่ง 16 เส้น และขาข้อมูล 8 เส้น แต่ถ้าใช้วิธีมัลติเพล็กซ์คือใช้ขา A0 - A7 เป็นขาข้อมูลด้วยคือ D0 - D7 จะใช้สายสัญญาณเพียง 16 เส้นเท่านั้น

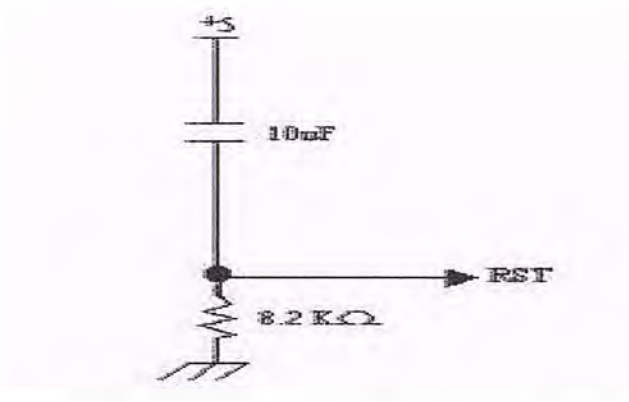
2.3.6 กระบวนการรีเซ็ต (Reset Operation)

การรีเซ็ตหรือเริ่มต้นทำงานใหม่ของ MCS - 51 จะต้องให้ลอจิก "1" ที่ขา RST เป็นเวลา 2 คาบเวลา (1 คาบเวลา เท่ากับ 12 สัญญาณนาฬิกา) จากนั้นให้กลับเป็นลอจิก "0" การ รีเซ็ตอาจทำได้โดยใช้สวิตซ์กด ดังรูปที่ 2.6 (ก) หรือใช้วิธี Power - up โดยใช้ตัว R - C ต่อเป็น วงจรดังรูปที่ 2.6(ข)



รูปที่ 2.6 (ก) Manual Reset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 (ข) Power – On Reset

2.4 เซ็นเซอร์อินฟราเรดที่ใช้ในการตรวจจับเส้น

รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการสะท้อนของคลื่นอินฟราเรด

จากรูปแสดงการสะท้อนของตัวตรวจจับเส้นโดยใช้ชุดรับส่งอินฟราเรด จะเห็นได้ว่าเมื่อตัวส่งทำการส่งคลื่นแสงอินฟราเรดออกไปกระทบกับพื้นก็จะมีการสะท้อนกลับของคลื่นแสงนั้นไปยังตัวรับซึ่งเป็นขาเบสของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transister) แต่ขนาดความแรงของสัญญาณนั้นจะขึ้นอยู่กับสีของพื้น เช่นสีดำจะมีการสะท้อนกลับของคลื่นแสงน้อยมากทำให้กระแสที่ไหลผ่านตัวโฟโต้ทรานซิสเตอร์มีค่าน้อยตามไปด้วยและแรงดันตกคร่อมขาอิมิตเตอร์และคอลเลคเตอร์ (Vce) มีค่าสูง ส่วนสีที่มีความสว่างเช่นสีขาวจะมีการสะท้อนของคลื่นแสงได้ดีทำให้กระแสที่ไหลผ่านตัวโฟโต้ทรานซิสเตอร์มีค่ามากตามไปด้วยและแรงดันตกคร่อมขาอิมิตเตอร์และคอลเลคเตอร์ (Vce) มีค่าน้อยแต่จะน้อยที่สุดได้แค่แรงดันอิ่มตัว (Vcesat) จากคุณสมบัติดังกล่าวเราจึงสามารถแยก ความแตกต่างของเส้นได้ แต่เนื่องจากในสถานที่ต่างๆนั้นจะมีความเข้มข้นของคลื่นแสงที่สะท้อนที่ไม่เท่ากันดังนั้นเราจึงต้องให้วงจรตรวจจับสามารถปรับระดับความไวในการตรวจจับได้ สำหรับการปรับแต่งค่าระดับความเข้มของเส้นในการตรวจจับนั้น จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพื้นและเส้น ซึ่งการที่การตรวจจับเส้นจะทำการงานอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับ สีของพื้นและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นที่ทำการตรวจจับจะต้องมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เช่น พื้นเป็นสีดำและเส้นสีขาว หรือใช้พื้นสีขาวและเส้นสีดำก็ได้ และระยะห่างระหว่างชุดรับส่งอินฟราเรดกับพื้นด้วยเพราะเมื่อระยะห่างนี้เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ขนาดของสัญญาณที่จะท้อนมีค่าลดลงด้วย

2.5 สเต็ปมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)

สเต็ปมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเครื่อนด้วยพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อน จะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง แต่มีลักษณะเป็นสเต็ป โดยแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5,1.8 หรือ 2 องศา แล้วแต่ละโครงสร้างของมอเตอร์ลักษณะที่ นำมอเตอร์ไปใช้ จะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (PRINTER) ระบบขับเคลื่อนหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกจานแม่เหล็ก ระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X-Y PLOTER เป็นต้น

2.5.1 ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์ที่ใช้เป็นตัวเดิมที่ผู้จัดทำเมื่อปีการศึกษาที่แล้วได้เลือกใช้ ซึ่งสเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น และมีลักษณะและโครงสร้างดังรูปที่ 2.8 ก และ 2.8 ข

รูปที่ 2.8 ก สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 ข แสดงภาพถ่ายโครงสร้างสเต็ปมอเตอร์

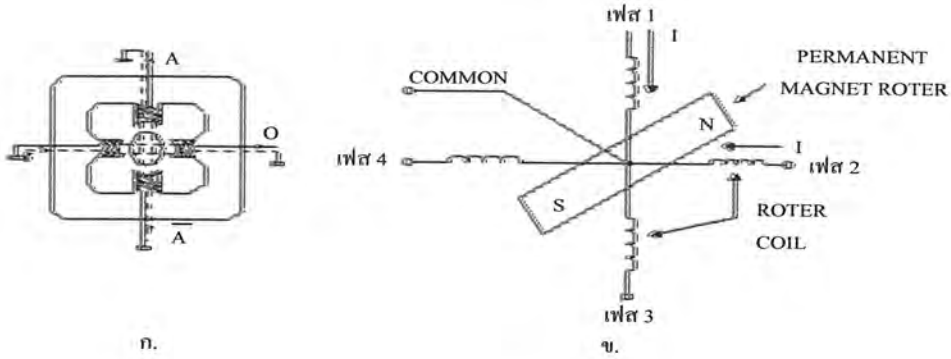
2.5.1.1 สเต็ปมอเตอร์ในปัจจุบันมี 3 ลักษณะดังนี้

1. แบบแม่เหล็กถาวร (PERMANENT MAGNET_PM) สเต็ปมอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลาย ๆ โพล โดยมี โรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟกระแสตรง ให้กับขดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนมอเตอร์แบบ PM จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ แม้จะ ไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

2. แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VARIABLE RELUCTANCE- VR) สเต็ปมอเตอร์แบบ VR จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้โรเตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก กำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์ โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนท์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลาย ๆ จุดดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่าง ๆ ในมอเตอร์แตกต่างขดกันไป ก็ทำให้มอเตอร์ หมุนไปตำแหน่งต่าง ๆ กันโรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3. แบบผสม (HYBRID-H) สเต็ปมอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้ม ปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุม การหมุนและครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอนไม่จ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้าง และวงจรเทียบเท่า (equivalentcircuit) ของมอเตอร์ ชนิด 4 ขด

เฟสที่จ่ายกระแสไฟฟ้า	Φ_1	$\Phi_1\Phi_2$	Φ_2	$\Phi_2\Phi_3$	Φ_3	$\Phi_3\Phi_4$	Φ_4	$\Phi_4\Phi_1$
ตำแหน่งโรเตอร์	⇧	⇗	⇨	⇘	⇩	⇙	⇦	⇖

ตารางที่ 2.4 แสดงมุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง

จากลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟที่ป้อนแก่เฟสต่าง ๆ จะสามารถสั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์หมุนได้ 3 อย่าง คือ

1. แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียวนเวียนกันไป เรียก ONE-EXCITATION หรือ HALF DRIVE คือ f1 , f2 f3, f4 การ OUT EXCITATION แบบนี้แรงบิดจะน้อย
2. แบบจ่ายกระแสไฟให้พร้อมกันทีเดียว 2 เฟส เรียก TWO-EXCTATION หรือ FULL STEP คือ f1f2 , f2f3 , f3f4 , f4f1 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก
3. แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส เรียก ONE-TWO EXCITATION หรือครึ่งสเต็ป เหมือนรูปแสดงของมุมโรเตอร์ตารางที่ 2.4 แต่แบบนี้จำนวนสเต็ปทวนเข็มจะเป็นตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเต็ป	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส D
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

ตารางที่ 2.5 การจ่ายกระแสให้แก่เฟสต่าง ๆ

2.5.2 การตรวจสอบหาสายร่วม และสายกราวด์ ของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM (แบบแกนโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร) โดยทั่วไป สเต็ปมอเตอร์ แบบ PM จะมีอยู่ 2 ชนิด

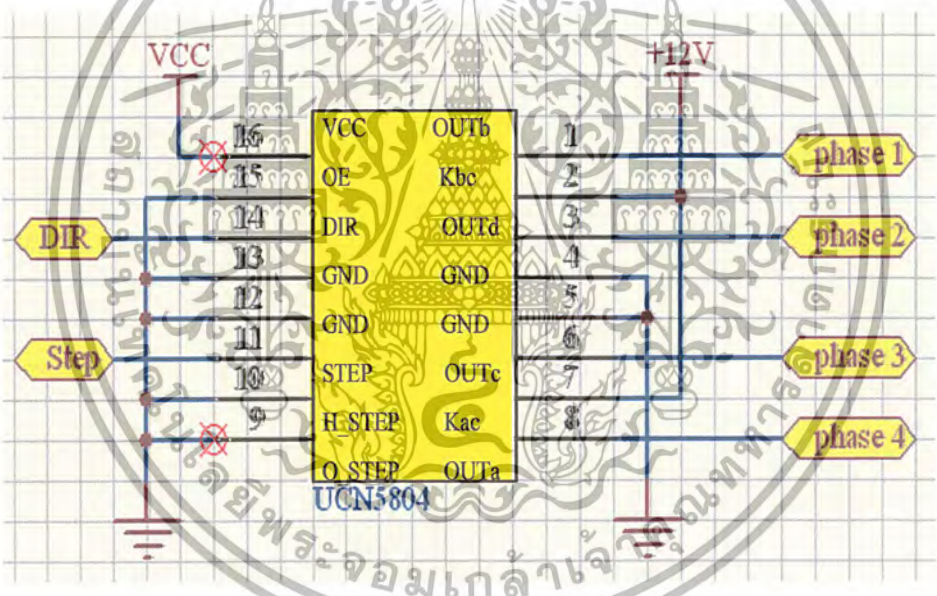
1. ชนิดที่เป็นสายร่วมภายนอก (สเต็ปมอเตอร์) แบบนี้มีสายอยู่ 6 เส้น คือ สายที่เป็นสายร่วม 2 เส้น สายที่เป็นกราวด์ 4 เส้น สายร่วม 1 เส้น จะต่อกราวด์ 2 เส้น ในการเช็คให้ใช้มิเตอร์วัดหาสายที่เป็นสายร่วมก่อน โดยการตั้งย่านการวัดของมิเตอร์ที่ R*1 จับที่สายทีละคู่ ถ้าหากวัดสายร่วมเทียบกับสายกราวด์ ได้ถูกต้องค่าความต้านทานที่อ่านได้จะน้อย แต่ถ้าวัดผิดสาย คือวัดสายกราวด์เทียบกับกราวด์ ค่าความต้านทานที่อ่านได้จะสูงกว่าแต่ถ้าวัดสายร่วมเทียบกับสายกราวด์ ที่ไม่ใช่คู่กันแล้ว เข็มมิเตอร์ก็จะไม่กระดิก ให้ทดลองวัดเปรียบเทียบกันทีละคู่ ก็จะทราบว่าสายใดเป็นสายร่วม สายใดเป็นสาย กราวด์

2. ชนิดที่เป็นสายร่วมภายใน SP มอเตอร์ แบบนี้มีสายอยู่ 5 เส้น คือ สายที่เป็นสายร่วม 1 เส้น สายที่เป็นกราวด์ 4 เส้น ในการวัดให้ทำแบบเดียวกับการวัดสเต็ปมอเตอร์ชนิดสายร่วมภายนอกแตกต่างกัน เพียงแบบสายร่วม ภายในสายร่วม 1 เส้น สายกราวด์ 4 เส้น ดังนั้นหากสายเส้นใดเมื่อวัดเทียบกับสายเส้นอื่น แล้วมีค่าความต้านทานน้อยที่สุดสายเส้นนั้นเป็นสายร่วม และที่เหลืออีก 4 เส้นจะเป็นสายกราวด์ การเรียงเฟสของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM เมื่อเราทราบว่าสายเส้นใดเป็นสายร่วมแล้วแต่เรายังไม่ทราบว่าสายกราวด์ เส้นใดเป็นเฟสที่ 1 เฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 ในการเรียงเฟสนั้นให้ใช้มิเตอร์วัดโดยนำไฟบวกเข้าที่สาย COMMON วัดเทียบกับสายกราวด์เส้นใดก็ได้ 1 เส้น จะทำให้แกนโรเตอร์เคลื่อนไปข้างหน้า 1 สเต็ป เมื่อเปลี่ยนสายกราวด์ เส้นแรกเป็นเส้นที่ 2 ลากมอเตอร์ไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าแสดงว่าการเรียงเฟสไม่ถูกต้องก้ให้วัดเทียบกับสายกราวด์เส้นใหม่ต่อไป หากมอเตอร์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามก้น วัดที่สายกราวด์เส้นต่อไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ทราบว่าสายเส้นใดเป็นเฟสแรก สายเส้นใดเป็นเฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 การเรียงเฟสของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM ทั้งชนิดที่เป็นสายร่วม ภายนอกและชนิดที่เป็นสายร่วมภายใน ใช้หลักการเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์

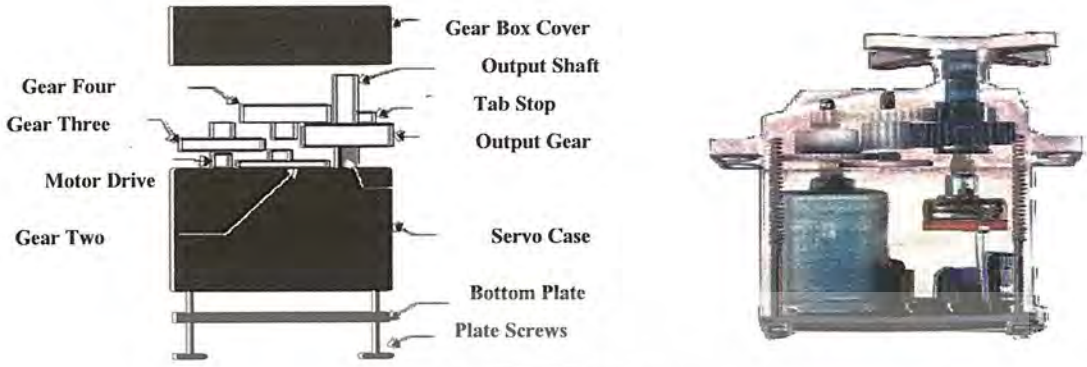
ในการทำโครงงานนี้ได้ทำการเปลี่ยนวงจรขับ (DRIVE) โดยเปลี่ยนมาใช้ไอซีสำเร็จรูป เบอร์ UCN5804 ซึ่งเป็นไอซีสำหรับขับสเต็ปมอเตอร์โดยเฉพาะ โดยไอซี 1 ตัวจะสามารถขับสเต็ปมอเตอร์ได้ 1 ตัว สิ่งที่น่าสนใจของไอซีตัวนี้คือใช้งานง่ายโดยมีขาควบคุมเพียงสองเส้น คือขาที่ 14 DIR เป็นขาควบคุมทิศทางการหมุนโดยป้อนไฟ 5 โวลต์ หรือ ต่อกับ กราวน์ และอีกขาคือขาที่ 11 Step เป็นขาที่ควบคุมการหมุนโดยการป้อนพัลส์ ถ้าป้อนพัลส์ 1 ลูกก็จะทำให้มอเตอร์หมุน 1 สเต็ป และถ้าป้อนพัลส์อย่างต่อเนื่องก็จะทำให้เกิดการหมุนอย่างต่อเนื่อง และสามารถควบคุมความเร็วของการหมุนได้ด้วยการเปลี่ยนความถี่ของพัลส์ และที่เอาท์พุตก็สามารถต่อได้โดยตรงกับแต่ละขาเฟสของสเต็ปมอเตอร์



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะและการต่อใช้งานของไอซี UCN 5804

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 2.11 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเซอร์โวมอเตอร์

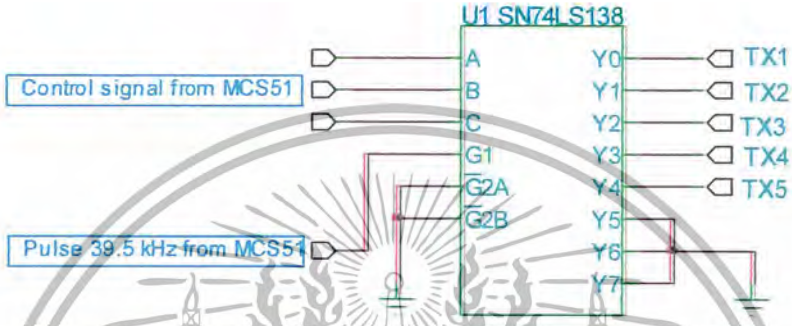
เซอร์โวมอเตอร์ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ที่ถูกประกอบรวมกับ ชุดเกียร์เพื่อให้มีแรงบิดที่มากขึ้น โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสายต่อใช้งานเพียง 2 เส้น คือ สายอินพุตหนึ่ง อินพุตสอง เหมือนกับมอเตอร์กระแสตรง และการควบคุมทิศทางของเซอร์โวมอเตอร์ก็สามารถทำได้โดยการป้อนไฟสลับขั้วไปมาทำให้เกิดการเปลี่ยนทิศทาง ถ้าหากต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หยุดอยู่กับที่ก็สามารถทำได้โดยการป้อนกราวน์เข้าที่อินพุตทั้งสอง และการควบคุมความเร็วก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มแรงดันที่อินพุต หรืออาจป้อนอินพุตด้วยอินพุตที่มีการควบคุมความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation) โดยปกติแล้วเซอร์โวมอเตอร์สามารถหมุนได้ 360 องศา แต่ในการนำเซอร์โวมอเตอร์มาใช้งานนี้ได้ทำการออกแบบให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้ายและทางขวาได้มากที่สุดเป็นมุม 45 องศาโดยวัดจากเส้นที่ตั้งฉากกับแกนของล้อ ดังนั้นจึงต้องต่อเซ็นเซอร์เพื่อควบการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ไม่ให้หมุนมุมที่กำหนดไว้

รูปที่ 2.12 แสดงการควบคุมความเร็วของเซอร์โวมอเตอร์ด้วย Pulse Width Modulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม

3.1 วงจรภาคตรวจจับสิ่งกีดขวาง



รูปที่ 3.1 แสดงวงจรภาคส่งสัญญาณความถี่เรโซแนนซ์ไปที่ตัวส่งอัลตราโซนิก

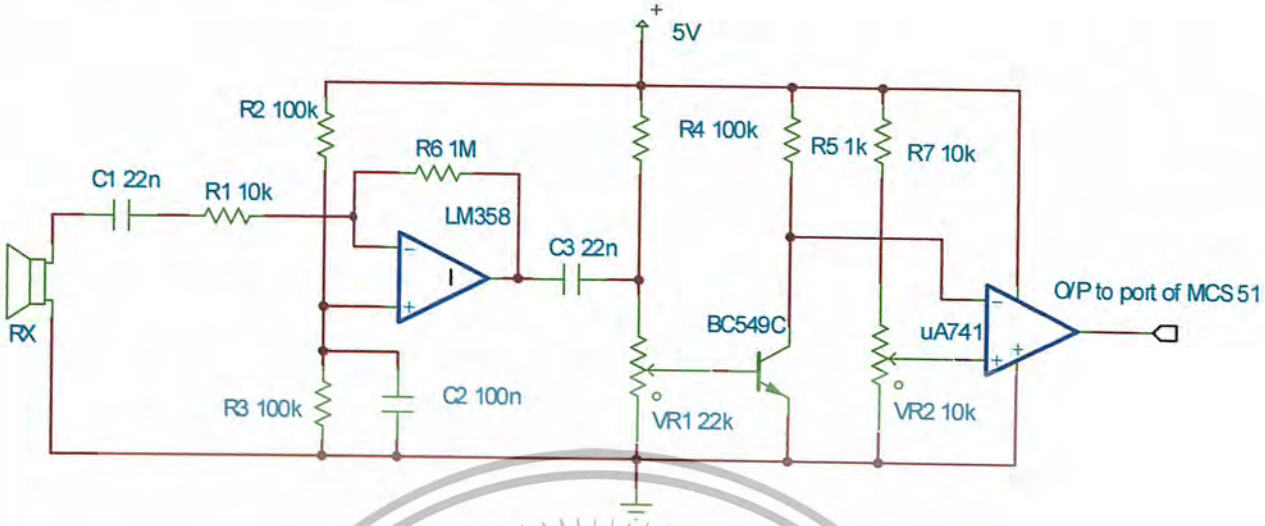
3.1.1 วงจรภาคส่งคลื่นอัลตราโซนิก

เพื่อที่จะให้ตัวส่งสามารถส่งสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องป้อนความถี่เรโซแนนซ์ไปที่ตัวส่งอัลตราโซนิกซึ่งจากการทดลองสามารถหาได้ว่าความถี่เรโซแนนซ์มีค่า 39.5 kHz ซึ่งได้เลือกวิธีสร้างความถี่จากขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ต้องมีวงจรให้ยุ่งยากและสามารถปรับเปลี่ยนความถี่ได้ง่ายโดยการเปลี่ยนค่าตัวนับเวลา (Counter) และสัญญาณที่สร้างเป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่มีเวลาขึ้น (Rise Time) และเวลาตก (Fall Time) น้อย

สัญญาณพัลส์ที่ได้จะมาจากขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงขาเดียวเท่านั้น แต่ว่าตัวส่งอัลตราโซนิกของเรามี 5 ตัว ดังนั้นจึงต้องทำการมัลติเพล็กเซอร์ (Multiplexer) ซึ่งได้เลือกใช้ไอซีเบอร์ 74LS138 ซึ่งเป็นไอซีที่สามารถมัลติเพล็กสัญญาณอินพุตให้ออกไปที่เอาท์พุตทั้ง 8 ขา โดยใช้ตัวเลือก (Selecter) ทั้งสามขา A,B และ C ในการเลือกว่าจะให้สัญญาณอินพุตไปออกที่เอาท์พุตขาใด ทำให้สามารถควบคุมได้ว่าจะให้ตัวส่งอัลตราโซนิกตัวไหนส่งสัญญาณอัลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

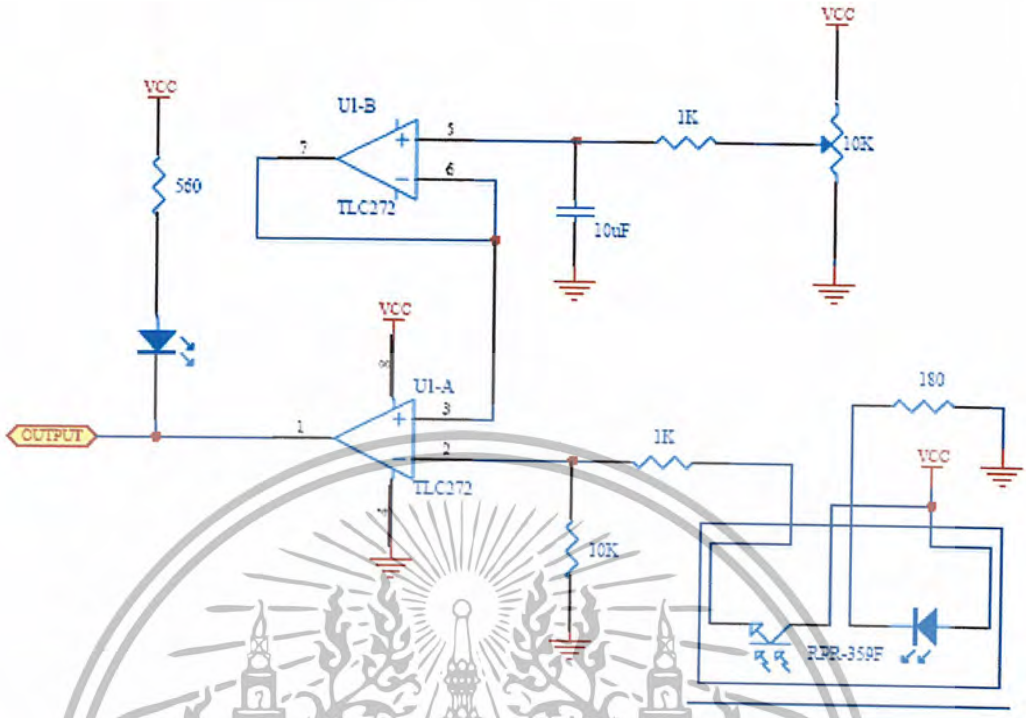
3.1.2 วงจรภาครับคลื่นอัลตราโซนิก



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรภาครับสัญญาณอัลตราโซนิกที่สะท้อนจากสิ่งกีดขวาง

ในวงจรภาครับจะเป็นส่วนที่จะรับสัญญาณที่ส่งจากตัวส่งอัลตร้าโซนิกแล้วกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมาที่ตัวรับอัลตร้าโซนิก ซึ่งสัญญาณที่นี้จะมีขนาดของสัญญาณน้อยมาก ประมาณ 50 mV จึงต้องทำการขยายสัญญาณเพื่อให้ประมวลผลสัญญาณได้สะดวกมากขึ้น โดยผ่านวงจรขยาย (OP_AMP) ซึ่งมีอัตราการขยายอยู่ที่ 100 เท่า แล้วไปผ่านวงจรขยายสัญญาณอีกวงจรซึ่งเป็นวงจรขยายที่ใช้ทรานซิสเตอร์ที่ต่อแบบคอมมอนอิมิตเตอร์ และมีอัตราการขยายประมาณ 10 เท่า และเราจะต้องปรับค่าแรงดันไบอัสที่ขาเบสให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้มีความผิดเพี้ยนของสัญญาณจากการทดลองมีค่าประมาณ 1 V จากนั้นสัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากขาคอลเลคเตอร์ จะเห็นได้ชัดเจนว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างผกผันกับระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับตัวอัลตร้าโซนิก และมีขนาดเหมาะสมกับการนำไปเข้าวงจรเปรียบเทียบแรงดันที่ขา inverting และได้มีการกำหนดแรงดันอ้างอิงไว้ล่วงหน้าแล้วที่ขา non inverting ค่าแรงดันอ้างอิงนี้จะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้อัลตร้าโซนิกตรวจจับสิ่งกีดขวางในระยะห่างจากตัวไม้เท้าแค่ไหน ซึ่งถ้ากำหนดแรงดันอ้างอิงไว้ต่ำระยะนั้นก็จะไกล แต่ถ้ากำหนดแรงดันอ้างอิงไว้สูงระยะนั้นก็จะใกล้ขึ้นเพราะว่าถ้าอัลตร้าโซนิกอยู่ใกล้สิ่งกีดขวางมากขนาดของแรงดันที่นำมาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงก็จะมีค่ามาก ซึ่งผลการเปรียบเทียบที่เอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันนั้นขึ้นอยู่กับว่าแรงดันที่นำมาเปรียบเทียบนั้นมีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิงหรือไม่ ถ้ามากกว่าก็จะทำให้เอาท์พุตเปลี่ยนจาก 5 V มาเป็น 0 V ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เหมาะสมกับการที่จะนำไปเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล และควบคุมการทำงานของไม้เท้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรตรวจจับเส้น

3.2 วงจรที่ใช้ในการตรวจจับเส้น

ในวงจรสำรับตรวจจับเส้นจะใช้เซ็นเซอร์เบอร์ RPR – 359F ซึ่งภายในจะประกอบบด้วยโฟโต้ไดโอดเป็นตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดเพื่อให้สัญญาณไปกระทบวัตถุ และโฟโต้ทรานซิสเตอร์ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณอินฟราเรดที่สะท้อนมาจากพื้น โดยสัญญาณที่นี้จะไปกรทบที่ขาเบสของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ทำให้เกิดกระแสจากคอลเลคเตอร์ผ่าน ไปที่อิมิตเตอร์โดยค่ากระแสนี้จะมีค่ามากน้อยตามความเข้มของสัญญาณที่สะท้อนขึ้นมา แล้วกระแสก็จะทำให้เกิดแรงดันที่อินพุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ซึ่งวงจรนี้จะทำงาน โดยมีการปรับค่าแรงดันอ้างอิงของการตรวจจับไว้ก่อนล่วงหน้า เพื่อเอาแรงดันอ้างอิงนี้ไปเปรียบเทียบกับแรงดันที่ได้จากการสะท้อนกลับของตัวรับของอินฟราเรด เมื่อมีการสะท้อนกลับของคลื่นอินฟราเรดจำนวนมากจนได้ค่าแรงดันมากว่าหรือเท่ากับแรงดันอ้างอิงที่กำหนดไว้จะได้ผลการเปรียบเทียบเป็นค่าลอจิก 0 แต่ถ้าสัญญาณที่สะท้อนกลับมีค่าน้อยกว่าจะให้ผลเป็นลอจิก 1 โดยจะมี LED สำหรับแสดงผลการตรวจจับเส้น โดย LED จะติดสว่างเมื่อผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบเป็น 0 โดยผลการตรวจจับจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการสะท้อนของสัญญาณอินฟราเรดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อมีการสะท้อน (พื้นสีขาว) ที่ขาสัญญาณเอาท์พุทจะมีลอจิก 0 และ LED จะติดสว่าง
- เมื่อไม่มีการสะท้อน (พื้นสีดำ) ที่ขาสัญญาณเอาท์พุตจะมีลอจิก 1 และ LED จะดับ

และได้ติดตั้งอินฟราเรดไว้ 3 จุดด้วยกันคือด้านซ้าย ตรงกลาง และด้านขวา ของเส้นที่ทำการตรวจจับ ซึ่งเมื่อเริ่มต้นการทำงานเซ็นเซอร์ตัวกลางจะอยู่เหนือเส้นขึ้นไปประมาณ 1.5 ซม - 2.5 ซม และเซ็นเซอร์อีก 2 ตัวจะอยู่นอกเส้นบริเวณขอบด้านข้างทั้งสองของเส้น ต่อมาเมื่อผู้ใช้ไม้เท้าเข็นไม้เท้าไปด้านหน้าเซนเซอร์ทั้งสามจะทำงานพร้อมกัน ถ้าเซ็นเซอร์ด้านข้างทั้งสองตรวจจับแล้วไม่พบเส้นและเซนเซอร์ตัวกลางตรวจพบเส้นCPU ก็จะไม่สั่งให้ไม้เท้าเลี้ยวไปด้านซ้ายหรือขวาและผู้ใช้ไม้เท้าก็สามารถเข็นไม้เท้าได้ต่อไป แต่ถ้าเซ็นเซอร์ด้านซ้ายตรวจพบเส้น CPU ก็จะสั่งให้ไม้เท้าเลี้ยวขวากลับคืนจนเซ็นเซอร์ทั้งสามอยู่ในสภาวะเริ่มต้น และถ้าเซ็นเซอร์ด้านขวาตรวจพบเส้น CPU ก็จะสั่งให้ไม้เท้าเลี้ยวซ้ายกลับคืนจนเซ็นเซอร์ทั้งสามอยู่ในสภาวะเริ่มต้นเช่นกัน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดสอบและผลการทดสอบโครงงาน

4.1 การทดสอบคุณสมบัติของอัลตร้าโซนิค

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อหาค่าความถี่เรโซแนนซ์ของตัวอัลตราโซนิก

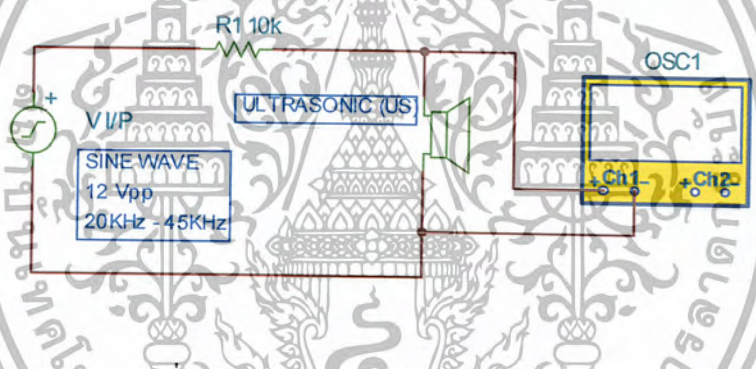
<u>อุปกรณ์ที่ใช้</u>

1.Oscilloscope

2.อัลตร้าโซนิก

3.Function Generator

<u>การทดสอบ</u>



รูปที่ 4.1 วงจรทดสอบคุณสมบัติของอัลตร้าโซนิก

1.ต่อวงจรตามรูปที่ 4.1

2.ปรับให้สัญญาณเอาท์พุตของ function generator เป็น sine wave ขนาด 12 Vpp และปรับความถี่ให้อยู่ในช่วง 20khz – 45khz แล้วสังเกตค่าแรงดันคร่อมตัวอัลตร้าโซนิก

3.บันทึกผลที่ได้จากการสังเกตในข้อ 2 แล้วดูว่าค่าแรงดันคร่อมตัวอัลตร้าโซนิกมีค่าน้อยที่สุดที่ความถี่อินพุตมีค่าเท่าใดแล้วจะได้เป็นความถี่เรโซแนนซ์ของอัลตร้าโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ I/P (khz)	20	25	30	35	37	38	39	39.5	40	41	42	45
แรงดันที่ US (V)	6	4.8	4	3	3.4	2	1.2	30m V	2	3.2	4.4	5.6

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการวัดคุณสมบัติของอัลต้าโซนิก

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่าความถี่เรโซแนนซ์หรือความถี่ที่ตัวอัลตร้าโซนิกสามารถส่งผ่านพลังงานได้สูงสุดคือ 39.5 KHz ซึ่งจะต่างจากที่เขียนไว้ที่ตัวอัลตร้าโซนิกคือ 40 KHz

4.2 การทดสอบการทำงานของวงจรในภาคส่ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวัดความถี่จากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะส่งไปที่ตัวส่งอัลตราโซนิก
2. เพื่อทดสอบการทำงานของไอซี MUX เบอร์ 74LS138

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ตัวอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในวงจรรูปที่ 3.1
2. ออสซิลโลสโคป

การทดสอบ

1.ต่อวงจรดังรูปที่ 3.1 แล้วใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณที่ขา P3.4 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะต้องได้สัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมขนาด 5 โวลต์ความถี่ประมาณ 39.5 KHz

2. ป้อนค่าลอจิกตั้งแต่ 000 ถึง 100 ที่อินพุต A,B,C ของไอซี MUX เบอร์ 74LS138 แล้วสังเกตที่เอาท์พุตทั้ง 8 ขา ว่าสัญญาณความถี่ 39.5 KHz จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ออกที่เอาท์พุทใดบ้าง

A	B	C	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4
0	0	0	TX1	1	1	1	1
0	0	1	1	TX2	1	1	1
0	1	0	1	1	TX3	1	1
0	1	1	1	1	1	TX4	1
1	0	0	1	1	1	1	TX5

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบวงจรภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าเมื่ออินพุต ABC เปลี่ยนจาก 000 – 100 จะทำให้สัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ออกมาที่ Y0 – Y4 ตามลำดับ ถ้าเรานำอินพุตทั้งสามนี้ไปต่อกับขาพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์และนำขา Y0 – Y4 ไปต่อกับตัวส่งสัญญาณอัลตร้าโซนิก (TX) ก็จะเท่ากับว่าเราสามารถควบคุมสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ไปออกที่ TX ต่างๆได้ด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะทำให้ลดจำนวนวงจรในภาคส่งลงจากเดิมที่มี 5 วงจรเหลือแค่ 1 วงจร

4.3 การทดสอบการทำงานของภาครับ

วัตถุประสงค์

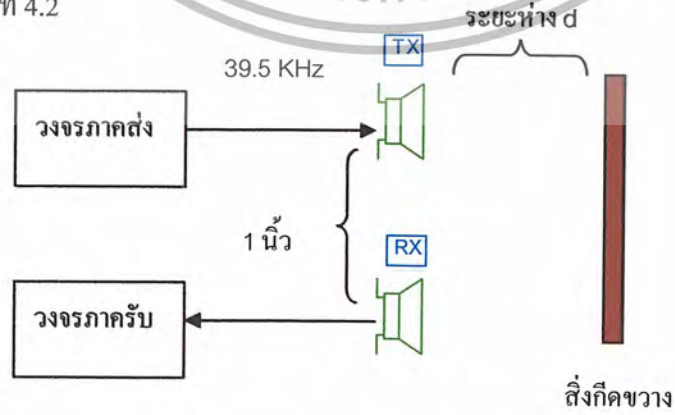
1. เพื่อทดสอบการทำงานของส่วนต่างๆในวงจรภาครับอัลตราโซนิก
2. เพื่อวัดขนาดของสัญญาณที่ได้จากการสะท้อนกับสิ่งกีดขวางที่ตำแหน่งต่างๆ และปรับแรงดันอ้างอิงที่เหมาะสมให้กับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ตัวอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในวงจรรูปที่ 3.2
2. ออสซิลโลสโคป
3. มัลติมิเตอร์

การทดสอบ

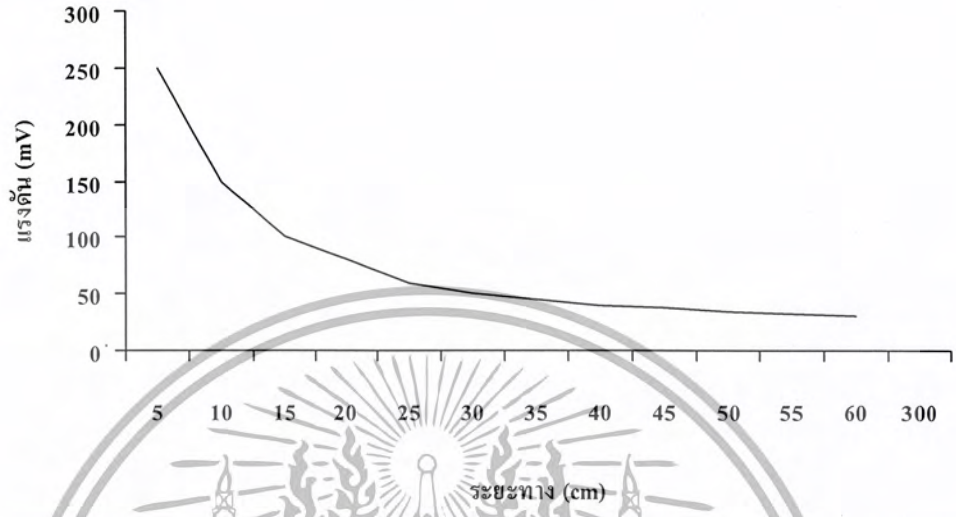
1. นำตัวอุปกรณ์ต่างๆมาต่อดังในรูปที่ 3.2
2. นำตัวส่งสัญญาณอัลตร้าโซนิกมาวางที่ด้านข้างของตัวรับสัญญาณอัลตร้าโซนิกโดยห่างกันประมาณ 1 นิ้ว และมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ด้านหน้า แล้วป้อนสัญญาณสี่เหลี่ยม ความถี่ 39.5 kHz ที่ตัวส่ง ดังในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการทดสอบวงจรภาครับ

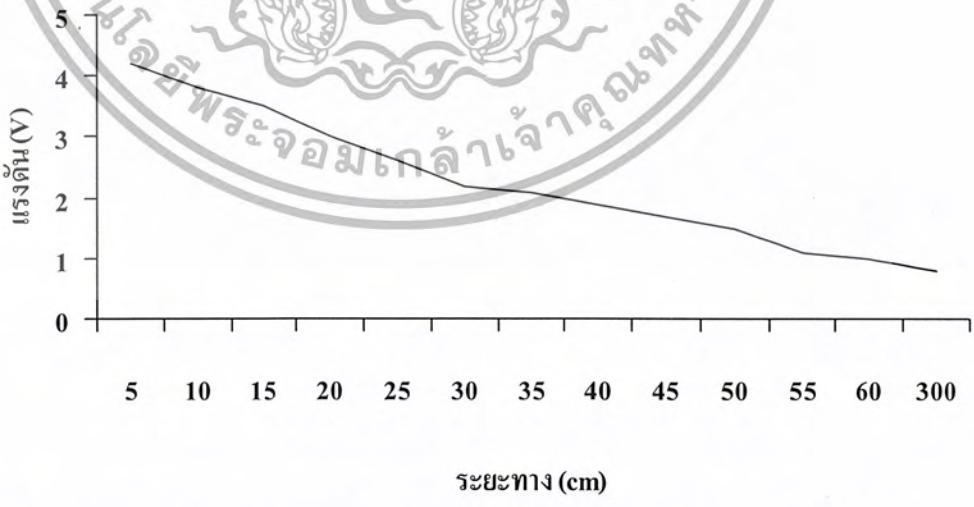
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรับระยะห่าง d ตั้งแต่ 1 – 100 เซนติเมตร แล้วใช้ออสซิลโลสโคปวัดขนาดของสัญญาณที่ตัวรับสัญญาณอัลตร้าโซนิก



รูปที่ 4.3 แสดงขนาดของแรงดันที่ตัวรับอัลตราโซนิกที่ระยะห่างจากสิ่งกีดขวางค่าต่างๆ

4. ปรับแรงดันที่ขาเบสไว้ที่ประมาณ 1 V ปรับระยะ d ประมาณ 50 เซนติเมตร (ซึ่งเป็นระยะที่ต้องการ) วัดขนาดของสัญญาณที่ขาคอลเลคเตอร์ จากนั้นเอาสิ่งกีดขวางออกแล้ววัดขนาดของสัญญาณที่ขาคอลเลคเตอร์



รูปที่ 4.4 แสดงขนาดของแรงดันที่ขาคอลเลคเตอร์ที่ระยะห่างจากสิ่งกีดขวางค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปรับค่าแรงดันที่วงจรเปรียบเทียบแรงดันให้มีค่าประมาณ 0.9 V แล้ววัดค่าแรงดันที่เอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ขณะที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง และขณะที่ระยะห่างจากสิ่งกีดขวางเท่ากับ 50 เซนติเมตร

ค่าแรงดันที่เอาท์พุตวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

- ขณะที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง **5 V**
- ขณะที่ระยะห่างเท่ากับ 50 เซนติเมตร **0 V**

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่าขนาดของสัญญาณที่ถูกส่งจากตัวอัลตร้าโซนิกจะถูกลดทอนมากขึ้นที่ระยะทางห่างออกไป และขนาดของสัญญาณที่มีค่าต่างๆที่จุดต่างๆนี้เมื่อนำไปผ่านวงจรขยายให้มีขนาดที่เหมาะสมแล้ว จะสามารถเอาไปเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่วงจรเปรียบเทียบแรงดัน ซึ่งแรงดันอ้างอิงจะเป็นตัวกำหนดขอบเขตในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง

4.4 การทดสอบการทำงานของวงจรตรวจจับเส้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์อินฟราเรดทั้ง 3 ตัว
2. เพื่อสังเกตผลเอาท์พุทที่ได้จากการที่เซ็นเซอร์ทั้ง 3 ทับบนเส้นในลักษณะต่างๆ

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ตัวอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในวงจรรูปที่ 3.3
2. มัลติมิเตอร์

การทดสอบ

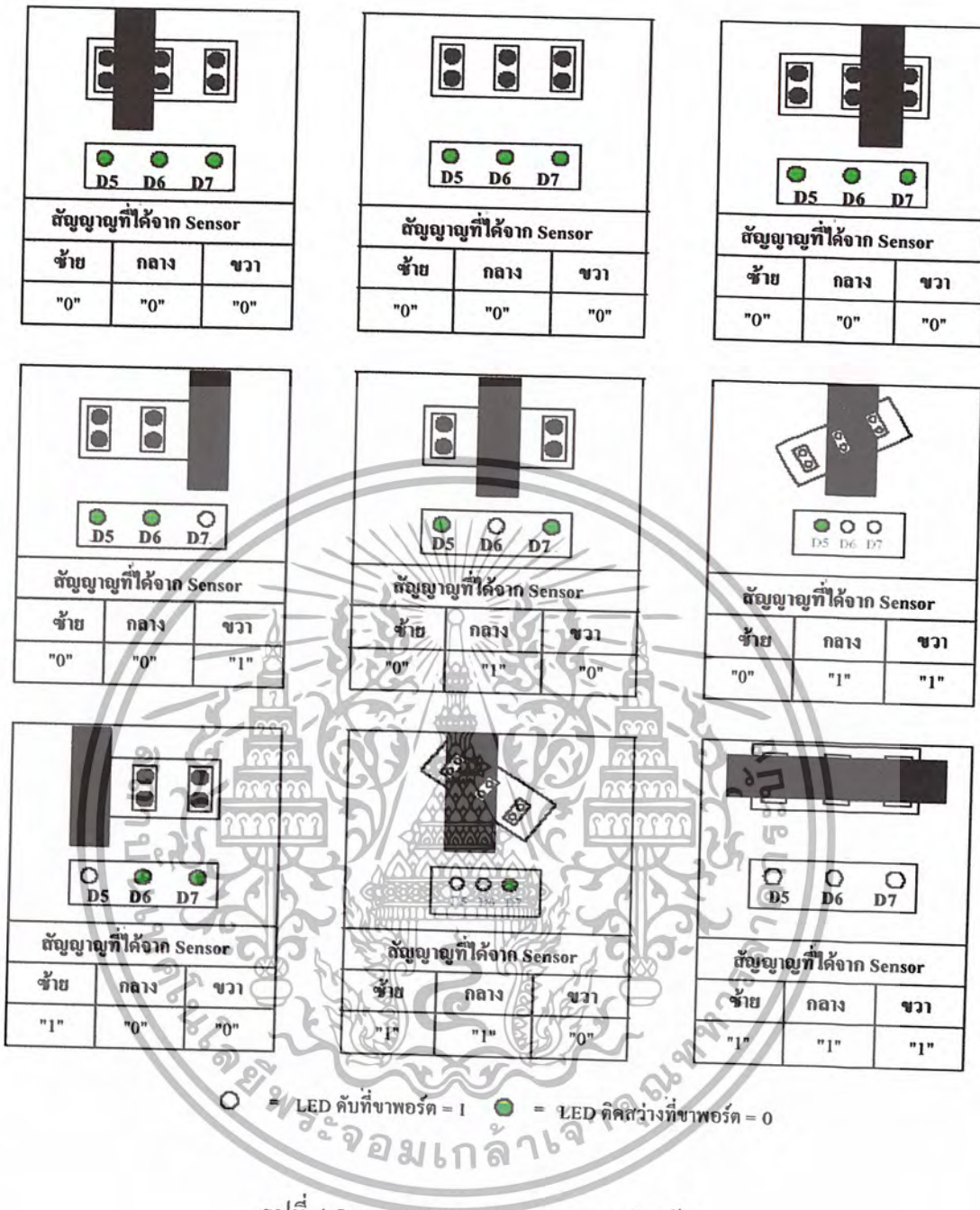
1.นำตัวอุปกรณ์ต่างๆมาต่อดังวงจรในรูปที่ 3.3

2. ต่อชุดเซ็นเซอร์อินฟราเรดโดยนำเซ็นเซอร์เบอร์ RPR359F ทั้งสามตัวมาเป็นแถวเดียวกันแต่ละตัววางห่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร

3. นำชุดเซ็นเซอร์อินฟราเรดมาวางให้อยู่เหนือเส้นสีดำซึ่งอยู่บนพื้นสีขาวโดยให้เซ็นเซอร์อยู่สูงจากพื้นขึ้นไปประมาณ 1.5 – 2.5 เซนติเมตร แล้วเลื่อนชุดเซ็นเซอร์ไปในลักษณะต่างๆตามในรูปที่ 4.3

4. สังเกตการติดดับของ LED ทั้งสามดวงที่เอาท์พุตของ OP – Amp ตัวเปรียบเทียบแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงการทดสอบการตรวจจับเส้น

<u>สรุปผลการทดสอบ</u>

เมื่อเซ็นเซอร์ไม่สามารถตรวจจับเส้นได้ก็จะแสดงผลที่ LED โดยจะติดสว่าง แต่ถ้าสามารถตรวจจับเส้นได้ LED ก็จะดับ และจากการทดสอบพบว่าระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์กับพื้นที่มีค่ามากที่สุดที่เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับเส้นได้คือประมาณ 1.5 – 2.5 เซนติเมตร แล้วจึงนำสัญญาณที่ได้จากเอาท์พุททั้งสามตัวไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลที่ได้จากทดลองก็จะนำไปอ้างอิงในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไม้เท้าในโหมด Line mode ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป วิจารณ์ และแนวทางการพัฒนา

5.1 สรุปและวิจารณ์

โครงงานนี้ได้แก้ไขส่วนที่บกพร่องของโครงงานที่แล้ว โดยทำการเปลี่ยนวงจรควบคุมการทำงานของไม้เท้าใหม่ ซึ่งได้แก่วงจรภาคส่งคลื่นอัลตร้าโซนิกจากเดิมที่มีวงจรสร้างพัลส์จำนวน 5 ชุดมาเป็นการสร้างพัลส์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วนำไปเข้าวงจรมัลติเพล็กเซอร์ (Multiplexer) แล้วส่งไปที่ตัวส่งคลื่นอัลตราโซนิกทั้ง 5 ตัว ส่วนวงจรภาครับก็จะมีจำนวน 5 ชุดตามจำนวนของตัวรับอัลตร้าโซนิกเช่นเดิม และได้เปลี่ยนวิธีการในการตรวจจับตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง ซึ่งจากเดิมเป็นการให้ตัวส่งและตัวรับอัลตราโซนิกทั้ง 5 ชุดทำงานพร้อมกันหมดแล้วจึงนำผลการตรวจจับตำแหน่งของสิ่งกีดขวางไปประมวลผล มาเป็นการกำหนดให้ชุดรับส่งอัลตร้าโซนิกทำงานทีละชุดเรียงกันไปเหมือนกับการทำงานของเรดาห์ที่สแกนหาวัตถุในระยะ 50 เซนติเมตร โดยให้ทำการสแกนทุกๆ 1 วินาทีซึ่งเป็นช่วงเหมาะสมเพราะว่ามีความสอดคล้องกับช่วงเวลาที่ใช้ในการก้าวเดิน 1 ก้าว แล้วจึงส่งผลการสแกนไปประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของวงจรส่วนขับเคลื่อนต่อไป วงจรขับสเต็ปมอเตอร์ก็ได้เปลี่ยนมาเป็นการใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ UCN 5804 ซึ่งมีใช้งานที่ง่ายกว่าและใช้อินพุตน้อย แต่ให้ประสิทธิภาพการทำงานดีเหมือนเดิม นอกจากนี้ยังได้เพิ่มหน้าที่การทำงานของไม้เท้าเพิ่มสามารถเดินนำทางผู้ใช้ให้ไปตามเส้นได้ โดยใช้เซ็นเซอร์อินฟราเรดในการตรวจจับเส้นซึ่งหน้าที่นี้ของไม้เท้ามีประโยชน์ต่อผู้พิการในกรณีที่ไปโรงพยาบาลหรือสถานที่ต่างๆที่มีการอำนวยความสะดวกในส่วนนี้

5.2 แนวทางการพัฒนา

เนื่องจากไม้เท้านำทางคนตาบอดที่ได้ทำในครั้งนี้ มีความสามารถในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ แต่ยังไม่สามารถนำทางผู้ใช้งานให้ไปในทิศทางที่ผู้ใช้ต้องการได้ ดังนั้นเพื่อจะให้ไม้เท้าทำงานได้อย่างสมบูรณ์จะต้องมีการติดตั้งระบบนำทางผ่านดาวเทียมหรือ GPS เพื่อนำทางผู้พิการไปในเส้นทางที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ปรเมษฐ์ ประนยานนทน์ , ปิยพงศ์ เผ่าวนิช , “คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51” , บริษัทซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด (มหาชน) ,2536
2. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , “ เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 แบบแฟลช ” , บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
3. ทนง โชติสรยุทธ์ , “เทคนิคกาใช้งานอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์” , รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , หน้า 103-118 , 2538 .
4. ฐิรพงษ์ นามแถ่ง , “ ตลับเมตรไร้สายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์” , เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ , ฉบับที่194 , หน้า 122-129 , 2542 .
5. ETT Team , “ การควบคุมการเคลื่อนที่รถหุ่นยนต์ด้วยเส้น ” , บริษัท อีทีที จำกัด ,2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้